

# **Eficácia das Operações Logísticas em Armazém de Produto Acabado**

*Elisa Maria Tiago Batista*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Doutor José António de Sousa Barros Basto



**Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2016-07-04



*Para, respira fundo e fecha os olhos,  
esta é a logística da alma.*

## Resumo

A competitividade entre empresas está em constante avanço. No mundo industrial esta tensão sente-se e responde-se com melhor qualidade, processos mais flexíveis, tudo para produzir ao mais baixo preço. No entanto, isto já não é suficiente. O cliente além de querer o melhor pelo preço mais baixo, também procura variedade e uma resposta rápida.

O problema que aqui se analisa é o atualmente vivido nos armazéns da Colep Portugal. O armazém nasceu com a Colep e tem estado cada vez mais lotado e com uma organização desadequada às necessidades atuais, complicando a procura de materiais. Como consequência regista-se a gradual perda de eficiência.

Qualidade, variedade, margens altas, rapidez, são fatores que têm vindo a influenciar fortemente as operações da empresa. As exigências para a produção têm influenciado a gestão de *stocks* e isso sente-se no armazém da empresa. No entanto, a Colep pretende perceber melhor que problemas estão a condicionar as operações logísticas de produto acabado e analisar possíveis alternativas ao investimento em novas instalações de armazenamento.

Este trabalho avalia a forma como o *stock* influencia as operações no armazém. Foi feita uma recolha de informação de produtos que se encontram neste espaço por longos períodos, contrariamente àquilo que seria desejado. Propõe-se uma política de organização do *stock* diferente daquela que é utilizada atualmente, que melhora o fluxo de materiais, uma organização do inventário de acordo com a rotação.

Outro ponto estudado é o aumento da área útil de armazenamento pela diminuição dos corredores do armazém. Esta alternativa é possível com a utilização de outros equipamentos de movimentação de cargas.

Este trabalho representa apenas o início de um grande projeto que deve ser bem analisado e controlado, para que se assistam a melhorias significativas e contínuas. O armazém deve ser uma zona dinâmica. Como tal é necessária uma constante reavaliação da solução existente.

# Logistics Operations Effectiveness in the Finished Goods Warehouse

## Abstract

Competitiveness is a key word to industrial companies. Nowadays we feel the pressure to answer with better quality and flexibility to produce at lower costs. But cheaper it is not enough. Today, the client also looks for variety and speed.

The problem that we are analyzing is about Colep's finished goods warehouse. This warehouse was constructed a long time ago and today it is full and not organized. This leads to some problems like efficiency loss, quality issues and mistakes.

Quality, variety, higher margins and speed, all these factors have been influencing business operations. The pressure is higher to the shipping department. Before going on with an investment, Colep managers want to understand what are the real problems concerning the finished goods warehouse. They also want some alternative to an expansion of the building.

In this work, we analyze the inventory pattern inside the warehouse. We also made a list of products that are staying too long inside the warehouse. We propose a different and alternative way of allocating products to warehouse positions, according to their turnover.

Another question we studied is about floor usage inside the warehouse. It is possible to increase useful space by cutting aisle width. Using another type of forklifts this could be a possible solution to create more space for pallets inside the warehouse.

However, this work is just the beginning of a big project that needs a careful control. It could bring good results to the company. The warehouse should be a dynamic space, so it is necessary to constantly reevaluate the present solution.

## Agradecimentos

São muitas as pessoas às quais gostaria de agradecer o apoio e dedicação prestados, não só durante o desenvolvimento deste trabalho, mas porque de alguma forma contribuíram para a minha evolução enquanto pessoa, e de alguma forma tornaram os meus dias melhores. Não conseguirei aqui referir todos aqueles que gostaria, portanto nomeio apenas aqueles que tiveram um papel direto neste projeto.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Colep pela oportunidade única que me proporcionou ao longo dos últimos meses. Gostaria também de agradecer à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, por lançar desafios como é caso dos projetos curriculares em ambiente empresarial, são sem dúvida oportunidades muito gratificantes.

Agradeço também à Eng. Raquel Miranda, por todo o apoio e suporte no desenvolvimento deste projeto e pelo acompanhamento da minha passagem pela Colep, foi sem dúvida uma presença decisiva para meu envolvimento no projeto e na própria empresa. Um sincero muito obrigada!

Acrescento ainda um especial agradecimento ao responsável pelo *Supply Chain* da Colep, Rui Valente, pelo seu envolvimento no projeto e por todo o apoio que me prestou no desenvolvimento do mesmo.

Ao professor José Barros Basto, agradeço o apoio e orientação que me permitiram manter o trabalho sempre organizado e conduzido na direção certa.

Gostaria ainda de fazer um especial agradecimento ao responsável da expedição, Eng. Ventura, por todos os conselhos e toda a boa disposição com que sempre me recebeu.

Agradeço a toda a equipa da Melhoria Contínua da Colep que me integrou da melhor forma possível e me fizeram sentir parte de uma família de trabalho, animaram-me sempre que foi preciso e ajudaram em todas as alturas que foi necessário. Gostei muito de trabalhar nesta equipa, cheia de pessoas fantásticas. Obrigada!

Às minhas parceiras de escritório, Sofia, Mariana, Filipa e Joana, foi ótimo ter-vos ao meu lado todos os dias, bons ou maus estivemos juntas do início ao fim.

A todos os meus amigos agradeço diariamente, mas reforço aqui o meu contentamento por ter pessoas tão especiais para me animar o dia.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos meus pais que foram os impulsionadores de tudo e me proporcionaram todas as condições para que me fosse possível chegar a este ponto da vida tão cheia de vontade de trabalhar.

# Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação .....	1
1.2	Logística de produto acabado na Colep .....	1
1.2.1	Processo produtivo .....	2
1.3	Objetivos do projeto .....	4
1.4	Método seguido no projeto .....	4
1.5	Estrutura da dissertação .....	5
2	Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimentos .....	6
2.1	O armazém .....	6
2.1.1	Porque existe <i>stock</i> ? .....	8
2.1.2	Gestão do armazém .....	8
2.1.3	Processos no armazém .....	10
2.2	Organização do inventário .....	11
2.2.1	Rotação dos produtos .....	11
2.2.2	Organização do espaço de armazém .....	12
2.3	Cálculo de espaços no armazém .....	15
2.3.1	Zona de receção e expedição .....	15
2.3.2	Zona de armazenamento .....	15
2.3.3	Dimensionamento dos corredores .....	16
2.4	Opções de armazenamento .....	17
2.4.1	Armazenamento em chão .....	18
2.4.2	Armazenamento estático em estantes .....	19
2.4.3	Armazenamento dinâmico .....	21
2.5	Equipamentos de transporte de materiais .....	21
2.5.1	<i>Conveyores</i> .....	22
2.5.2	Transportadores .....	22
2.6	Atribuição de recursos ao armazém .....	23
2.7	Tecnologia de gestão de armazéns .....	23
2.7.1	WMS .....	24
2.7.2	Código de barras .....	24
2.7.3	Radiofrequência .....	24
3	Situação Inicial .....	25
3.1	Embalagens metálicas: da produção à expedição .....	25
3.1.1	Produção .....	26
3.1.2	Armazenamento .....	27
3.1.3	Expedição .....	27
3.2	Gestão de armazém .....	28
3.2.1	Atribuição de localizações em armazém .....	28
3.2.2	Consequências do crescimento do negócio .....	29
3.3	Análise de dados .....	31
3.3.1	Embalamentos .....	31
3.3.2	Vendas .....	32
3.3.3	<i>Stocks</i> .....	33
3.3.4	Cobertura dos consumos .....	35
3.3.5	Paletes sem localização .....	36
3.4	Análise do armazém .....	37
3.4.1	Equipamentos e recursos utilizados .....	37
3.4.2	Quantificação da área disponível .....	38

4	Proposta de Melhorias .....	39
4.1	Gestão do armazém.....	39
4.2	Localização dos produtos em armazém.....	40
4.2.1	Análise ABC.....	40
4.2.2	Criar zonas no armazém.....	43
4.2.3	Custeio do armazenamento.....	44
4.2.4	Escolha de equipamentos.....	46
4.3	Alteração do <i>layout</i> .....	47
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	48
	Referências .....	51
	Anexo A .....	53
	Anexo B .....	54



## **Siglas**

AGV- Automated Guided Vehicles

ERP- Enterprise Resource Planning

FIFO- First in first out

GPS- Global Positioning System

KPI- Key Performance Indicators

LIFO- Last in first out

PA- Produto Acabado

RFID- Radio-Frequency IDentification

SC- Supply Chain

SKU- Stock Keeping Unit

WMS- Warehouse Management System

## Índice de Figuras

Figura 1- Organograma da divisão de <i>Supply Chain</i> da unidade de <i>packaging</i> da Colep .....	2
Figura 2- Sequência das operações e movimentação de materiais para os armazéns da Colep .....	3
Figura 3- Fluxos no armazém de produto acabado e zona de expedição .....	4
Figura 4- Principais tipos de armazém na cadeia de abastecimentos.....	7
Figura 5- Trade-offs do armazém (adaptado de Richards 2011).....	9
Figura 6- Desafios da gestão de armazéns (Richards 2011) .....	9
Figura 7- Relação percentual dos custos das atividades de armazém (adaptado de Gwynne Richards, 2011) .....	10
Figura 8- <i>Layout</i> inspirado numa análise ABC (retirado de Gwynne Richards, 2011) .....	13
Figura 9- largura dos corredores (retirado de Gwynne Richards, 2011) .....	16
Figura 10- <i>Layout</i> de armazém com fluxo linear com entrada e saída de materiais em zonas opostas (Richards 2011).....	17
Figura 11- Armazenamento em chão: à esquerda – armazenamento em bloco; à direita – armazenamento em linha (Hompel e Schmidt 2007).....	19
Figura 12- Armazenamento estático com estantes em linha (Innovic s.d.) .....	20
Figura 13- Armazenamento em drive-in (SACMA s.d.).....	20
Figura 14- Armazenamento dinâmico em estantes móveis (Jungheinrich s.d.) .....	21
Figura 15- Exemplo de um equipamento de transporte guiado automaticamente .....	22
Figura 16- Empilhador <i>stacker</i> (Forkforce s.d.).....	22
Figura 17- Empilhador de contrapeso .....	22
Figura 18- Empilhador articulado .....	23
Figura 19- Reações e consequências do aumento da exigência do mercado .....	23
Figura 20- Códigos de barras bi-dimensional (à esquerda) e convencional (à direita) .....	24
Figura 21- Corte secundário de corpos para embalagens de aerossóis .....	26
Figura 22- Paletes à saída da embaladora .....	26
Figura 24- Leitor de códigos de barras .....	27
Figura 23- Etiqueta de uma paleta de produto acabado.....	27
Figura 25- Armazenamento em linha .....	27
Figura 26- Localização das paletes em armazém de produto acabado .....	28
Figura 27- Esquema ilustrativo da forma como as paletes são colocadas nas linhas em armazém e as suas dimensões.....	29
Figura 28- Configuração das paletes nas linhas do armazém.....	29
Figura 29- Matriz de preferências de localização dos produtos por família .....	30
Figura 30- Exemplo de distribuição das famílias no armazém .....	30
Figura 31- Paleta colocada no corredor .....	31
Figura 32- Esquema de embalagem de aerossóis .....	32
Figura 33- Esquema de embalagem de alimentares .....	32
Figura 34- Esquema de embalagem de industriais.....	32
Figura 35- Relação das unidades vendidas por setor em 2015 .....	32
Figura 36- Distribuição das vendas por países (dados de 2015) .....	33

Figura 37- Número de paletes de produto acabado em <i>stock</i> no fim de cada mês do ano de 2015 ...	34
Figura 38- Relação percentual do <i>stock</i> por país destino dos produtos.....	34
Figura 39- <i>Stock</i> de produto acabado por setor de produto (dados de 2015).....	35
Figura 40- Boxplot da cobertura média anual dos vários SKUs – dados de 2015 .....	36
Figura 41- Relação da utilização da área total do armazém .....	38
Figura 42- Quantidade de referencias nas categorias de rotação.....	41
Figura 43- Número de paletes por categorias ABCD em armazém .....	41
Figura 44- Média anual do número de paletes por categoria em armazém .....	41
Figura 45- Percentagem de paletes vendidas em 2015 de cada categoria ABCD .....	42
Figura 46- Divisão do <i>layout</i> do armazém em quatro áreas .....	44
Figura 47- Empilhador retrátil.....	46
Figura 48- <i>Layout</i> do armazém de PA dividido nas categorias de rotação .....	47

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Cronograma do projeto curricular .....	5
Tabela 2- Significado das classes criadas por uma análise ABC .....	12
Tabela 3- Diferenciação dos sistemas de armazenamento (adaptado (Hompele e Schmidt 2007)) .....	18
Tabela 4- Resumo da análise de cobertura - dados de 2015 .....	36
Tabela 5- Paletes de produto acabado sem localização .....	37
Tabela 6- Imagens dos empilhadores usados e suas quantidades .....	37
Tabela 7- Áreas de estudo em armazém .....	38
Tabela 8- Cálculo das localizações disponíveis em armazém .....	38
Tabela 9- Limites de cobertura das categorias de <i>stock</i> .....	40
Tabela 10- Valor médio e máximo de paletes em armazém por categoria de rotação .....	43
Tabela 11- Número de localizações para paletes no armazém A4 .....	46

## 1 Introdução

Logística poder ser definida como a ciência que trata dos movimentos de materiais ou serviços e informação. Num conceito mais prático, a logística é o processo de movimentar e posicionar inventário de forma a satisfazer as necessidades do consumidor ao preço mais baixo. Surgiu por necessidade dos líderes militares em organizar as suas equipas para travar guerras, tendo-se revelado uma ferramenta importante nos anos 40 durante a II Guerra Mundial (Altekar 2012).

Embora a logística tenha mostrado o seu valor há 7 décadas, apenas alguns anos depois se conseguiu extrapolar essa aplicação para o setor dos negócios. Nos últimos anos as empresas têm-se servido da logística como forma de ganhar vantagem competitiva relativamente a concorrentes de mercado. No caso particular dos armazéns de produto acabado, assunto desenvolvido ao longo deste trabalho, a logística é uma constante presente, tanto no transporte de produtos, como na sua própria alocação a uma área de *stockagem*.

### 1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A Colep, fundada em 1965 em Vale de Cambra, é uma empresa que produz soluções de embalamento, metálicas e plásticas. A história da empresa envolve a aquisição de várias empresas da mesma área e expansão através da construção de novas unidades como forma de internacionalização. A Colep é líder na produção de embalagens metálicas na Península Ibérica e tem também uma importante quota no mercado a nível mundial na indústria de *packaging*.

Nos últimos anos a empresa tem assistido a um aumento considerável da procura e à alteração dos seus padrões. A carteira de clientes é bastante vasta e inclui nomes como Johnson & Johnson, Procter & Gamble, Cin, Dan Cake entre muitos outros. As exigências do mundo atual e as alterações nos modelos de consumo fazem com que estas empresas sejam cada vez mais exigentes com os seus fornecedores, estando a Colep aí contemplada.

Para sobreviver neste meio, a Colep tem que apresentar um serviço e produto de excelência, caso contrário perde quota de mercado para os seus concorrentes. Para garantir isso, a empresa tem que ser extremamente expedita no processamento de encomendas e as operações de planeamento têm que ser organizadas de modo a garantir a satisfação dos clientes, cada vez mais exigentes. No entanto, a capacidade produtiva da Colep não é ilimitada e não permite satisfazer todas as encomendas instantaneamente, de modo a que estas possam ser expeditas no prazo estipulado. Para contornar essa limitação e garantir o nível de serviço exigido, a empresa mantém *stocks* de produto acabado em armazém.

### 1.2 Logística de produto acabado na Colep

O caso em estudo é desenvolvido na unidade de *packaging* da Colep, na divisão de *Supply Chain*, concretamente no armazém da Expedição.

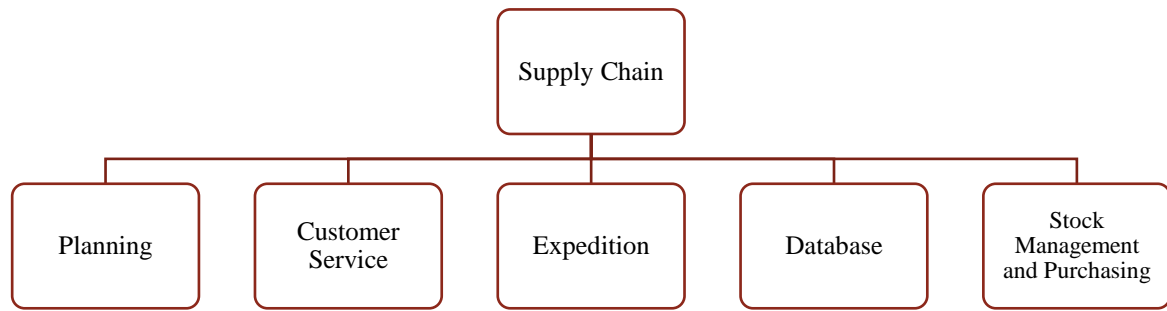


Figura 1- Organograma da divisão de *Supply Chain* da unidade de *packaging* da Colep

A unidade de Vale de Cambra conta já com alguns anos de história e vê-se limitada em termos de espaço nos armazéns, tal como estão organizados hoje, para conseguir comportar o acréscimo de *stock* necessário para garantir a resposta às necessidades do cliente.

Na análise desta problemática, foram ponderadas várias alternativas à sua resolução, tendo sido tomada a decisão de reorganizar o armazém e realocar os seus *stocks*, antes de prosseguir para investimentos em expansão ou remodelação.

A eficácia e a eficiência das operações logísticas são fatores chave para o nível de serviço oferecido ao cliente e para o bom funcionamento da própria unidade industrial. O fluxo de materiais tem que ser muito bem organizado para que todos os produtos estejam no local desejado na altura em que são necessários.

Mais concretamente, nos armazéns de produto acabado, o espaço existente tem-se mostrado insuficiente para o volume de unidades armazenadas diariamente. Isto deve-se ao elevado número de expedições diárias realizadas a partir destes armazéns. Na Colep são carregados, diariamente, uma média de 30 camiões, expedidos para outras fábricas da Colep ou para os próprios clientes.

Os armazéns de produto acabado nasceram com a Colep. O armazém de produto acabado sofreu um pequeno aumento em meados de 1984 e desde então têm-se mantido mais ou menos inalterado. O que há 50 anos atrás se mostrava suficiente, atualmente não consegue satisfazer as necessidades internas da própria empresa. Além da procura ter aumentado ao longo dos anos, o padrão da procura tem-se modificado. Atualmente os clientes da Colep, tentam manter a sua cadeia de abastecimentos o mais *lean* possível. Tal facto faz com que as encomendas feitas à Colep sejam em quantidades muito mais pequenas e com frequências variáveis, menos espaçadas e mais incertas. Há ainda uma procura por produtos variados, já que é típico no mercado atual as empresas lançarem frequentemente produtos com embalagens diferentes, mais cativantes para o consumidor, fruto de um marketing forte e de aposta na imagem. Como consequência destes fatores, internamente, na Colep, os *stocks* vão aumentando. Estes *stocks* são, por norma, formas de a empresa assegurar que toda a procura é satisfeita no prazo mais curto possível.

### 1.2.1 Processo produtivo

A empresa está dividida em duas unidades de negócio, *packaging* e *filling*. No *site* industrial de Vale de Cambra, o *packaging* é responsável pela produção de soluções de embalagens (metálicas e plásticas) e pela expedição de todos os produtos acabados, para que estes cheguem aos seus destinos. O *filling* é a divisão da empresa que tem como função encher as embalagens, maioritariamente aerossóis, muitos dos quais são produzidos na divisão de *packaging*.

De um modo geral o processo de produção das embalagens metálicas pode ser descrito pela Figura 2. Nesta figura estão assinalados os fluxos de materiais para os vários armazéns da Colep.

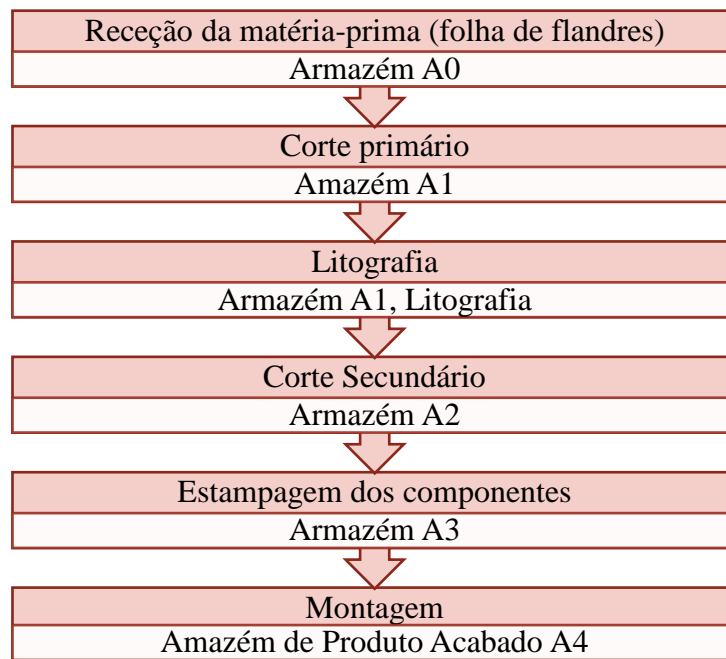


Figura 2- Sequência das operações e movimentação de materiais para os armazéns da Colep

Após a receção de matérias-primas estas seguem para o armazém A0 onde são armazenadas em *coils*, rolos cilíndricos de folha-de-flandres. São aqui mantidos até serem necessários na zona de corte primário, onde o rolo é cortado em várias folhas que são acumuladas umas sobre as outras em estrados de madeira, e assim se forma um balote. Os balotes são colocados em estantes no armazém A1. Depois seguem para a litografia onde são feitas as impressões de imagens. A folha litografada é armazenada no armazém A1 ou em estantes na fábrica, na zona da litografia. O processo seguinte é chamado de corte secundário, onde os vários corpos litografados numa folha são separados. Seguidamente, os corpos separados são colocados no armazém A2 até serem requisitados pela estampagem ou pela montagem. Depois de estampados os componentes são armazenados no A3 e daí seguem para a montagem, juntamente com a folha cortada e impressa que fará parte do corpo da embalagem. Depois de montados obtém-se finalmente o produto acabado que é transportado e armazenado no A4, armazém de produto acabado.

O problema da Colep surge neste ponto final, no armazém de produto acabado (A4). Tal deve-se ao facto de este armazém estar no fim da cadeia e de ser condicionado por todos os processos anteriores.

A Figura 3 representa, de forma esquemática, como acontecem os fluxos ao nível da expedição dos produtos para os clientes. Consegue perceber-se que o armazém A4 não funciona apenas para armazenar produto para enviar para clientes externos. Também é neste armazém que a Colep mantém parte do *stock* para o cliente interno, fábrica de enchimento. O armazém A5 é o local onde se armazenam embalagens cheias e embalagens plásticas.

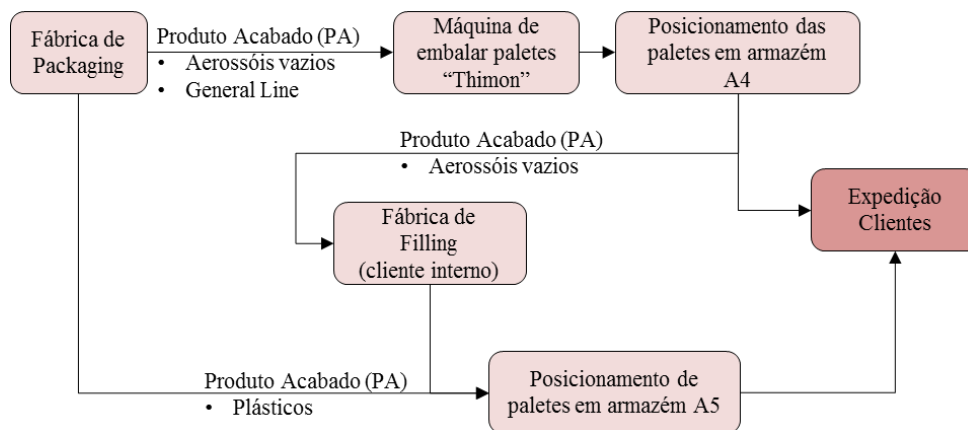


Figura 3- Fluxos no armazém de produto acabado e zona de expedição

### 1.3 Objetivos do projeto

A existência de *stocks* numa empresa representa um investimento muito significativo, desde matérias-primas até aos produtos acabados. Os *stocks* representam capital da empresa que está parado e como tal têm de ser geridos da melhor maneira possível de modo a minimizar os custos de oportunidade que a movimentação desse capital representaria.

Na Colep as atenções voltam-se cada vez mais para as existências em armazém. De acordo com as demonstrações de resultados disponibilizadas, os inventários da empresa em 2014 cresceram cerca de 4% relativamente ao ano anterior na mesma rúbrica. Face ao crescimento do volume de negócio e da sua complexidade, a empresa pretende analisar os armazéns que atualmente tem disponíveis. Para isso, este projeto de estágio tem como principais objetivos os seguintes tópicos:

- Mapear o fluxo de materiais e informação existente na área e melhorá-lo de acordo com as especificações e os requisitos da empresa, tendo em conta as restrições existentes;
- Analisar o *layout* atual do armazém de produto acabado e propor alterações;
- Analisar os *stocks*, características dos produtos e sua realocação de modo a aumentar a eficiência e a eficácia das operações logísticas;

Ao longo do período de estágio, pretende-se efetuar a recolha de dados que permita analisar o problema da empresa e responder com um conjunto de sugestões/ ações de melhoria no armazém de produto acabado com vista ao aumento da eficiência e da eficácia de toda a operação logística relacionada com a área de armazenamento e expedição.

### 1.4 Método seguido no projeto

Durante as primeiras semanas na empresa foi tempo para ambientação e integração; durante esse tempo foi conhecida com algum detalhe a empresa e os seus processos. Foi nesta fase que se começou a ter um contacto mais direto com os colaboradores da empresa e que se conseguiu perceber de um ponto de vista mais prático quais são as dificuldades das pessoas e dos processos. Foi precisamente destas dificuldades que surgiu o projeto de estágio.

Percebido o problema geral, definiram-se objetivos concretos para o projeto e foi desenhado o cronograma da Tabela 1, com a estrutura do trabalho a ser desenvolvida.



Este projeto foi dividido em 3 fases principais. Numa primeira etapa, o objetivo foi fazer uma análise e quantificação da situação à data, com análise dos problemas que enfrentava a empresa. Numa segunda fase foram sugeridas e analisadas um conjunto de possíveis melhorias. Por último, e uma fase que será realizada apenas após a conclusão do período desta dissertação, a fase de implementação, onde serão analisadas as evoluções e melhorias conseguidas com as alterações sugeridas neste projeto.

Tabela 1- Cronograma do projeto curricular

Objetivos do projeto	Mês:	Cronograma																								
		Fev		Mar				Abr					Mai				Jun									
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
1	Integração da empresa																									
1.1	Conhecer a empresa no geral e os seus processos																									
1.2	Conhecer a equipa da melhoria contínua e as suas funções																									
1.3	Conhecer a equipa da expedição																									
2	Analisar os fluxos em armazém de produto acabado																									
2.1	Calcular a rotatividades dos produtos em armazém																									
2.2	Destacar os principais problemas apontados pelos responsáveis pelo armazém																									
2.3	Mapear os fluxos de informação e de materiais																									
3	Analisar histórico de problemas de qualidade em armazém																									
4	Análise ao <i>layout</i> atual do armazém de produto acabado																									
4.1	Quantificação dos espaços úteis																									
4.2	Quantificar os tempos de movimentação das cargas pelo armazém																									
4.3	Estudar alternativas adequadas para o armazenamento (estantes, empilhadores)																									
4.4	Quantificar a melhoria, valor acrescentado pelo sistema alternativo																									
5	Road Map das ações de melhoria a executar																									
6	Escrever o relatório de dissertação																									

## 1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada da mesma forma que foi delineada a organização do trabalho. Numa primeira fase é apresentado o estado da arte, ou seja, é feita uma exposição das principais ideias estudadas acerca dos procedimentos mais comuns e atuais na área da logística de produto acabado e gestão de armazéns.

Na segunda parte deste relatório, é analisado o estado atual das operações no armazém de produto acabado, onde são analisados os *stocks* e as rotações dos vários produtos que o armazém acomoda. É feito um estudo ao rendimento do espaço de armazenamento, ou seja, ao *layout* atual do armazém.

Numa terceira parte, são sugeridas um conjunto de melhorias a implementar com vista a melhorar os indicadores do projeto, com a listagem dos possíveis ganhos com a implementação dessas mesmas melhorias.

Por fim, a jeito de conclusão, serão apresentadas os principais sucessos no desenvolvimento do projeto, e por oposição, as principais dificuldades encontradas nesse processo. Serão também sugeridos um conjunto de possíveis trabalhos futuros neste contexto.

## 2 Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimentos

Existe uma confusão comum acerca da diferença entre Logística e Cadeia de Abastecimentos, mais conhecida como *Supply Chain* (SC). Pode dizer-se que a logística é o maior elemento da *Supply Chain* e surgiu devido à sindicalização da função de compras e da função de vendas (Altekar 2012). A cadeia de abastecimentos engloba a logística, que compreende todas as atividades associadas com o fluxo e transformação de materiais, desde que entram como matéria-prima, até que são expedidos como produto acabado para os consumidores.

Distribuição, em linguagem corrente, significa conseguir o produto certo, no local indicado no momento exato. Através dos canais de distribuição, as empresas enviam produtos da sua organização para os vários clientes. O armazém é o suporte de todos os canais de distribuição de uma empresa. Como tal, as operações logísticas têm que ser eficazes e eficientes para que o fluxo de materiais funcione, de tal modo que os produtos sejam entregues aos clientes dentro dos prazos estipulados, nas melhores condições possíveis.

O armazenamento envolve a gestão das áreas dedicadas ao posicionamento do inventário. É uma atividade crucial uma vez que permite, muitas das vezes, aproximar o vendedor e o comprador. Envolve processos variados, desde a localização, dimensionamento, alocação de recursos, recuperação e controlo do inventário até à preparação de cargas.

### 2.1 O armazém

O armazém é um espaço projetado para o acondicionamento e movimentação de bens e materiais de modo eficiente e eficaz. Dentro do armazém destacam-se duas atividades, o armazenamento e a movimentação. Este espaço tem o objetivo de conseguir a melhor conjugação entre maximização do espaço de armazenamento (espaço útil) e a minimização das operações de movimentação de cargas. Como os dois objetivos são mutuamente exclusivos, é necessário que haja um compromisso entre ambos.

O armazém é, atualmente, uma peça vital na cadeia de abastecimentos. Nesse seguimento, tem aumentado a pressão na gestão do armazém para melhorar a produtividade, ao mesmo tempo que se tenta reduzir nos custos e no inventário e se aumenta o nível de serviço ao cliente. (Richards 2011)

*“It is not the strongest species that survive, nor the most intelligent, but the ones most responsive to change”*

*Clarence Darrow*

Tal como sugere a frase de Clarence Darrow, a chave do sucesso está na capacidade de resposta. No caso dos armazéns, o objetivo final é conseguir dar resposta ao cliente de forma exata e o mais rapidamente possível.

Entregar o produto certo nas quantidades pedidas é responsabilidade das operações de *picking* e expedição. Entregar ao cliente certo, no local desejado no horário pedido implica uma correta etiquetagem do produto e a correta carga do veículo a tempo para que tudo esteja disponível na data acordada. Para que os produtos sejam entregues nas devidas condições, o armazém tem ainda que assegurar que os materiais são mantidos em ambientes que preservem as suas características. Todos estes fatores têm que ser conjugados da melhor forma para que o cliente obtenha as suas encomendas, tal como as pediu. Por fim, é necessário que estas operações sejam eficientes do ponto de vista dos custos, já que o cliente pretende obter o produto ao mais baixo custo possível.

As cadeias de abastecimento têm abandonado o sistema *push* e passado a um sistema do tipo *pull* ao longo dos últimos anos. Quer isto dizer, de uma forma prática, que atualmente é o consumo que despoleta a produção. Só se produz quando há procura, ou seja quando se sabe que se vai vender. É esta uma das razões que torna as operações logísticas mais exigentes.

Algumas empresas optam pela subcontratação da produção em zonas do globo onde a mão-de-obra é mais barata. Nestas situações, os armazéns têm que ser capazes de guardar maior nível de inventário para garantir lead times mais curtos aos clientes (Richards 2011).

Outras empresas optam pela adoção de metodologias *lean* e *just-in-time*, tornando as suas produções ágeis ao ponto de idealmente apenas existir produção quando há uma ordem de cliente. Nestes casos os armazéns são mais um local de passagem dos produtos, já que assim que termina a produção são expedidos para o cliente.

Quanto mais próxima está a cadeia de abastecimentos do consumidor final, mais *just-in-time* tenta ser a empresa, porque o próprio consumidor é cada vez mais exigente e, como tal, os produtos têm uma vida útil cada vez mais curta.

Dentro da cadeia de abastecimentos pode existir mais que um tipo de armazém. Na Figura 4 são apresentados os tipos de armazéns mais comuns na cadeia de abastecimentos.

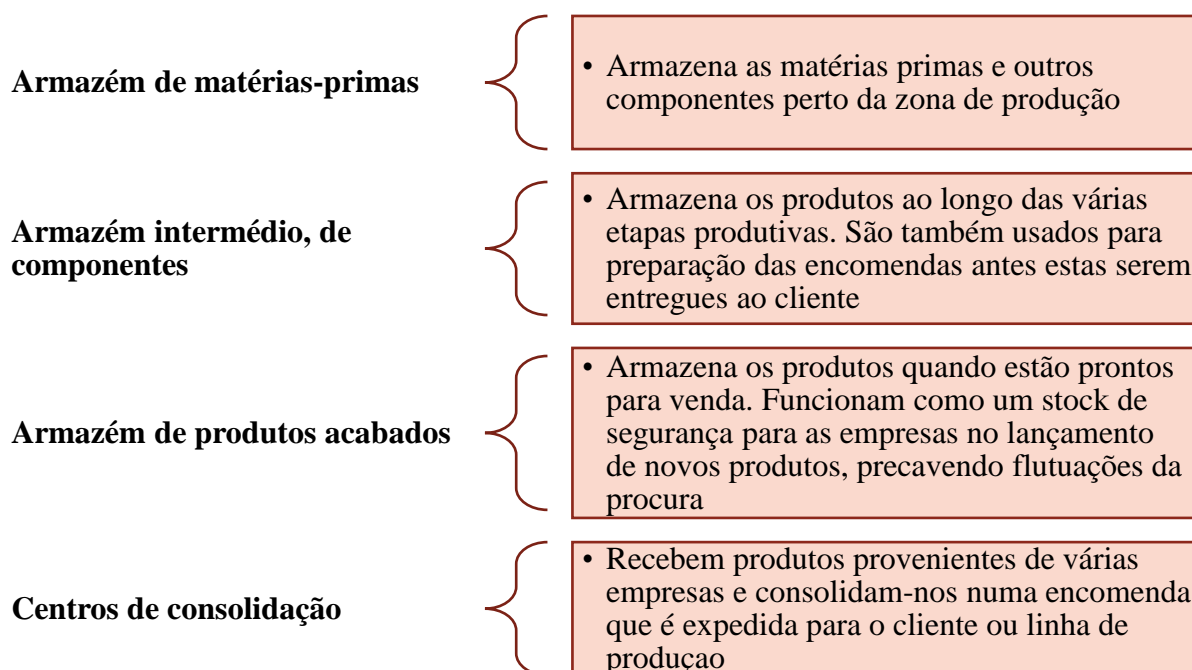


Figura 4- Principais tipos de armazém na cadeia de abastecimentos

Neste trabalho, o armazém que se pretende analisar é de produtos acabados, prontos para serem expedidos para o cliente.

### 2.1.1 Porque existe *stock*?

Numa situação ideal, uma empresa teria nos seus armazéns o menor nível de *stock* possível. No entanto, isso nem sempre é possível. A procura é incerta, existem variações, sazonalidades, situações difíceis de prever; como tal a cadeia de abastecimento tem que precaver todas essas circunstâncias.

Além desse fator, destacam-se outros que contribuem igualmente para a existência de *stocks* nas empresas:

- *Trade-offs* entre custo de transporte e número de entregas;
- Descontos de quantidade;
- Distância entre o produtor e consumidor;
- Cobertura para eventuais paragens na produção;
- Compras estratégicas devido a variações nos preços.

Todos estes fatores conjugados contribuem para que o inventário seja sempre mais elevado que a situação ideal (*stocks* nulos). A existência de *stock* implica dinheiro parado e necessidade de estruturas de armazenamento. Existe contudo, uma grande pressão para que os custos nestes contextos sejam reduzidos, já que a competitividade entre empresas é cada vez mais apertada. Ser mais eficiente e vender ao menor preço é uma importante vantagem competitiva. É expectável, portanto, que os armazém sejam mais eficientes e eficazes operando com baixos custos.

### 2.1.2 Gestão do armazém

A gestão de armazéns é responsável por assegurar que para o volume de negócio esperado existem recursos suficientes, desde espaço nas instalações, equipamentos e mão-de-obra. O cumprimento dos objetivos operacionais (custo e nível de serviço) implicam a responsabilidade da gestão de armazém nas seguintes componentes:

- Utilização eficaz da mão-de-obra, equipamento e espaço;
- Funcionalidade eficaz do armazém;
- Manutenção dos sistemas de gestão e controlo da funcionalidade do armazém;
- Quantificação e valorização do inventário;
- Execução das operações em segurança.

A gestão do armazém deve garantir a rápida deslocação das mercadorias recebidas, seleção e expedição dos produtos acabados satisfazendo os critérios de qualidade de serviço prestado. Deve também fazer uma avaliação contínua da localização dos inventários para garantir que essas localizações se encontram otimizadas. Paralelamente, deve ser feita uma avaliação dos índices de ocupação do espaço e deve tentar assegurar-se que os processos são flexíveis por forma a responder a flutuações do negócio.

De um modo geral, a gestão do armazém deve garantir um compromisso entre três parâmetros, tal como mostra a Figura 5.

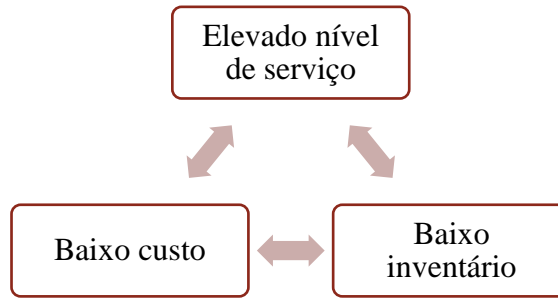


Figura 5- Trade-offs do armazém (adaptado de Richards 2011)

No entanto, a gestão destes compromissos não é o único desafio que a gestão de armazéns enfrenta nos dias que correm. Quanto mais exigente é o mercado, mais eficiente é a concorrência e maior é o desafio lançado aos responsáveis de armazéns. As exigências são tanto internas, por parte das chefias da empresa, como externas, resultantes de necessidade de progredir relativamente a concorrentes. A Figura 6 apresenta alguns dos principais desafios que enfrentam as equipas de gestão de armazéns.

- Pressão para reduzir custos de operação**
  - A competitividade pressupõe uma crescente procura por operações mais eficientes no sentido de se conseguirem custos cada vez mais reduzidos
- Preparar encomendas perfeitas**
  - Um dos KPI recentemente introduzido na SC é a medida de ordens perfeitas. Esta medida é caracterizada por uma encomenda entregue a tempo, completa, nas condições desejadas, acompanhada dos documentos certos
- Redução dos lead times**
  - Há uma pressão crescente para reduzir os tempos desde a receção da encomenda até à sua entrega no cliente
- Entregar por vários canais**
  - Uma aposta das empresas é nos canais de distribuição por forma a chegar ao cliente de forma mais eficiente
- Encomendas mais frequentes e pequenas**
  - No sentido de se reduzir o nível de stock e com o objetivo de responder rapidamente ao consumidor, os métodos just-in-time pressupõem que os fornecedores respondam a encomendas mais frequentes e em menor volume
- Maiores flutuações na procura**
  - A procura é difícil de prever, sofrendo maiores flutuações. As empresas devem ser capazes de cobrir procura nos picos
- Maior variedade de itens (SKUs)**
- Custo e disponibilidade de mão-de-obra**
  - É preocupação das chefias de armazém arranjar mão-de-obra qualificada e experiente ao mais baixo custo
- Sensibilização ambiental**
  - É cada vez maior a preocupação das empresas com práticas de sustentabilidade
- Transferência de informação e de dados**
  - É importante selecionar e filtrar a informação correta e mais necessária a ser transmitida e analisada

Figura 6- Desafios da gestão de armazéns (Richards 2011)

Para que um armazém opere de forma eficaz e eficiente, precisa de pessoas formadas, experientes, integradas numa equipa de trabalho motivada e bem liderada. O envelhecimento da população e uma crescente dificuldade em atrair pessoal competente dificulta e aumenta a pressão nesta área.

Além disso a preocupação com a redução de custos, diminuição dos níveis de *stock* e aumento dos níveis de serviço ao cliente tornam a gestão de armazéns um grande desafio.

### 2.1.3 Processos no armazém

Dentro do armazém ocorrem 3 processos essenciais. Começa com a **recepção** dos materiais, posteriormente posicionados nas várias localizações destinadas a esse fim. Aquando da preparação das cargas dão-se as operações de ***picking***, ou seja, recolha e compilação de encomendas. Por último a operação de **expedição**, que é responsável pelo envio das encomendas para os clientes.

A crescente luta por operações mais eficientes exige uma melhoria constante em todas as áreas da empresa. Muitas vezes, as melhorias advêm da simplificação de processos através do seu alinhamento. A eficiência das operações leva à redução de custos. Embora os armazéns sejam todos diferentes, quer em termos de tamanho, tipo, função e localização, as principais funções são comuns.

Existe alguma bibliografia acerca de assunto que foca os seus esforços no processo de *picking*, pois refere que esta é a operação mais intensa do ponto de vista de custos e trabalho, com implicação direta no serviço ao cliente. Tal como se pode ver na Figura 7, o gráfico apresenta a sua maior fatia dedicada a custos de *picking*, ou seja, todos os custos envolvidos na recolha dos vários produtos para uma dada encomenda.

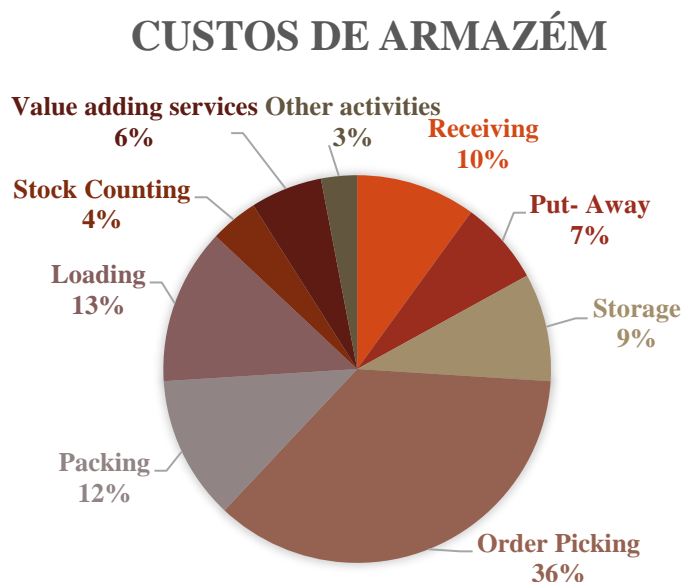


Figura 7- Relação percentual dos custos das atividades de armazém (adaptado de Gwynne Richards, 2011)

Em logística, as novas apostas são precisamente na melhoria dos sistemas e processos de *picking*. A grande maioria dos armazéns no mundo industrial avançado ainda usa uma abordagem de *picking* com base numa lista em papel. No entanto, esta é uma alternativa demorada e suscetível a erros (Glockner, et al. 2014).

As operações de *picking* são aquelas que representam maior custo no armazém (Figura 7), são também as operações que mais recursos mobilizam e as que mais interferem com o nível de serviço ao cliente. O *picking* tem que ser feito rápida e corretamente para garantir que as

encomendas chegam ao cliente da forma esperada no mais curto espaço de tempo. Como tal, têm-se conseguido importantes progressos nas tecnologias e equipamentos que auxiliam estas operações, tornando-as mais rápidas, automáticas e menos suscetíveis a erros.

De forma a ser-se produtivo e eficaz no processo de *picking* é necessária uma boa preparação dos produtos em armazém. É importante que os produtos estejam arrumados dentro do armazém de uma forma que faça sentido em termos da posterior recolha. É, portanto, necessário conhecer-se o padrão de consumo associado a cada produto, sendo assim possível realizar uma análise ABC aos vários materiais e alocá-los no armazém de acordo com regras.

Localizar os produtos nas posições apropriadas reduz tempos e distâncias percorridas e existe uma menor pressão sobre os operadores. Como consequência conseguem-se melhorias de produtividade e redução nos custos (Richards 2011).

## 2.2 Organização do inventário

O objetivo do armazém é, portanto, e como já foi referido, conferir condições aos produtos para permanecerem na empresa enquanto aguardam ser utilizados. É plausível, com isto, afirmar que o planeamento do *layout* do armazém é uma condição importante para a conservação do inventário. Existem dois fatores importantes a considerar no armazenamento (Reinaldo e José 1997):

1. Em função das características do material: agrupar os materiais por tamanho, frequência de rotação ou tipo de material;
2. Em função das características do espaço: dependente do modo como se quer utilizar a área disponível, considerando características da construção (paredes, pisos), localização relativamente a outras zonas da empresa e critérios de disponibilidade.

Aquando do armazenamento, o material é identificado com o endereço do local onde será fisicamente localizado, para que rapidamente possa ser encontrado assim que é requisitado. Para que este sistema funcione de forma conveniente, a cada movimentação é necessário fazer a atualização dos controlos, para que seja facilmente perceptível que endereços podem ser ocupados por novos materiais.

“Sabe-se que a maior parte do trabalho executado num armazém consiste na movimentação de materiais. É nessa área que as soluções para os problemas devem ser procuradas. O modo pelo qual os materiais são localizados, armazenados e movimentados, tem uma influência decisiva sobre como é efetivamente utilizado o espaço.” (Reinaldo e José 1997)

É portanto através do fluxo de materiais, movimentação física do inventário, que transparece a eficiência e a eficácia do armazém, a forma como este está organizado e o modo como o espaço disponível é aproveitado. Quanto mais organizado e *lean* for o armazém, mais rápidas serão as movimentações de cargas.

### 2.2.1 Rotação dos produtos

Para avaliar a organização dos produtos em armazém é importante conhecer a procura total de cada artigo, mas este não é, isolado, o melhor critério de avaliação. Importante a considerar em paralelo com o volume é a frequência com que os produtos são recebidos e expedidos. A análise conjunta destes indicadores reproduz uma técnica valiosa, a análise ABC que possibilita o realce dos segmentos mais importantes da procura. Com a análise ABC dos produtos em inventário consegue-se evidenciar quais as técnicas e sistemas a empregar, além de que ajuda a direcionar o emprego efetivo do tempo e esforço aplicados no trabalho de análise. De forma mais prática, a análise ABC permite avaliar quais os produtos/ famílias de produtos que são mais críticos e importantes para a função de armazenamento e assim concentram-se os esforços nesses produtos, já que são eles que mais condicionam a atividade dessa secção da empresa.

A análise anteriormente referida tem por base a lei de Pareto, que afirma que os artigos significativos num certo agrupamento constituem uma pequena fração do todo. É também conhecida como regra dos 80/20. De um modo geral, a regra diz que 80% dos efeitos são devidos a 20% das causas. Esta lei é usada com frequência na gestão de inventário para analisar os volumes/ valores da procura.

Resume-se de seguida a aplicação desta lei:

1. Relacionar os artigos com a procura e frequência
2. Multiplicar a procura pela frequência para obtenção do peso ponderado
3. Ordenar os artigos por ordem crescente de peso ponderado
4. Calcular os totais para cada artigo
5. Selecionar pontos de referência (limitações das categorias) e calcular a percentagem a cada ponto de referência

A análise ABC é uma das formas mais usuais de avaliar o inventário. Esta análise agrupa os produtos ou mercados com características similares, com objetivo de facilitar a sua gestão. Os fatores nos quais a classificação se baseia são, por norma, as vendas, contribuição para o lucro, valor do próprio produto, rotação ou por natureza do produto.

Numa classificação ABC, por exemplo, de vendas, os produtos são classificados e relacionados em ordem decrescente, por volume de vendas, de maneira a que os produtos de maior volume de vendas sejam conhecidos antes dos produtos de baixo volume de vendas. A aplicação desta análise permite ver que uma pequena percentagem dos artigos é responsável por uma grande percentagem de volume de vendas. A Tabela 2 resume os significados atribuídos às classes criadas pela análise ABC.

<b>Classe</b>	<b>Significado</b>	<b>Parcela de produtos</b>
<b>Classe A</b>	Produtos com elevada procura	20%
<b>Classe B</b>	Produtos com procura intermédia	30%
<b>Classe C</b>	Produtos com pouca procura	50%

Tabela 2- Significado das classes criadas por uma análise ABC

Tal como refere a Tabela 2, os produtos classificados como A têm procura elevada e representam 20% do total de produtos considerados na análise. Embora se reconheça que tais percentagens possam variar, é importante observar que o princípio ABC diz que uma pequena percentagem de produtos é responsável por uma grande percentagem do valor da procura ou consumo.

A análise ABC pode ajudar na localização dos produtos dentro do armazém. Produtos de maior rotação (Classe A) ficam armazenados junto das zonas de expedição e produtos de baixa rotação em zonas mais distantes.

### 2.2.2 Organização do espaço de armazém

Depois de analisada a rotação e traçado o “perfil” dos vários produtos, segue-se para a análise ao *layout*.



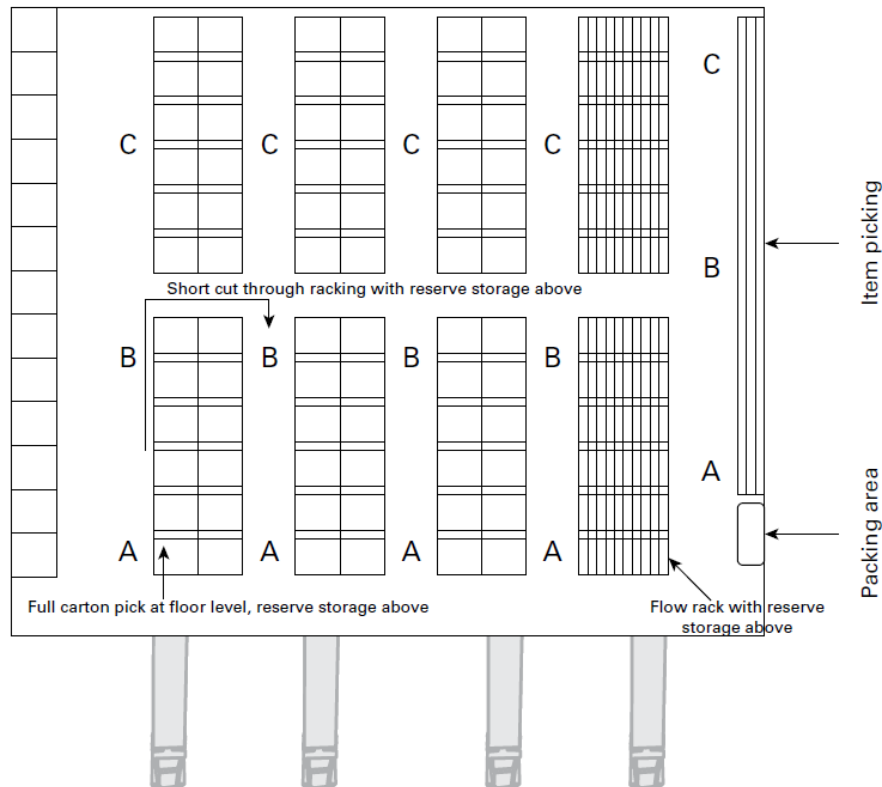


Figura 8-Layout inspirado numa análise ABC (retirado de Gwynne Richards, 2011)

A Figura 8 apresenta um *layout*, baseado numa análise ABC aos produtos. Num passo seguinte o objetivo é minimizar as viagens feitas nas operações de *picking*.

O percurso feito pelo *picker* aquando da preparação de uma ordem deve ter em conta os seguintes aspetos:

- A instrução de *picking* deve referir os produtos pela mesma ordem que devem ser recolhidos para que a rota a efetuar para os recolher seja o mais eficiente, começado perto do cais de expedição;
- Os itens mais pesados devem ser recolhidos primeiro;
- O *picker* deve ser capaz de fazer recolhas de ambos os lados à medida que vai percorrendo os corredores;
- O sistema deve programar de forma a haver uma minimização dos percursos;
- O processo de *picking* deve acabar o mais próximo possível da zona de expedição;
- Devem ser atribuídas várias localizações para produtos de elevada rotação para evitar congestionamentos na área de expedição.

No planeamento do *layout* do armazém é necessário ter em conta as necessidades de espaço para posicionar outras atividades como etiquetagem, embalamento. Estas zonas devem ser localizadas próximas da zona de despacho e da área de *picking*.

Como o *picking* é uma atividade que exige mão-de-obra intensiva, é importante ter em consideração o bem-estar dos operadores quando se escolhe o método de *picking* a utilizar.

Tal como sugere Gwynne Richards (2011), a informação importante a analisar para determinar os sistemas de *picking* mais adequados encontra-se enumerada de seguida:

- Dimensões e peso do produto;
- Grupo de produto (perigoso, sensível à temperatura, de elevado valor);
- Total de SKUs por categoria (ABC);
- Quantidade total de ordem num dado período;
- Número total de entregas;

- Número médio de diferentes produtos por ordem;
- Número médio de unidades por linha;
- Número de recolhas por SKU (nº. de vezes que é visitado por um *picker*);
- Itens tipicamente vendidos juntos.

Toda esta informação deve estar disponível aquando da definição do *layout* do armazém. Com estes dados é possível escolher, de forma mais eficiente, o sistema de *picking* a adotar.

Com o objetivo de aumentar a produtividade do armazém, é necessário reduzir o tempo despendido em deslocações, ao mesmo tempo que se maximiza a utilização do espaço. O desenho ou redesenho de um armazém é uma tarefa delicada que requer bastante atenção em detalhes e necessita de um grande conjunto de dados e informação relevante.

Aquando do desenho de um armazém, há uma série de fatores que devem ser tidos em conta, tal como o crescimento da empresa nos próximos anos, possibilidade de alteração do perfil dos produtos, volumes de vendas nesse período e os próprios canais de venda utilizados (Richards 2011).

Um estudo da universidade de Cranfield (Baker e Perotti, UK Warehouse Benchmarking Report 2008) aponta que 52% do chão de armazém é usado para área de armazenamento, 17% está dedicado a operações de *picking*, 16% para a área de receção e expedição, 7% para atividades de valor acrescentado e os restantes 7% para zonas de carregamento de baterias, paletes vazias e outras atividades residuais.

Embora as várias áreas a incluir num armazém dependam do tipo de função que este desempenha, de um modo geral pode dizer-se que são necessárias as seguintes secções:

- Área de receção;
- Área reservada para armazenamento;
- Área para colocação de cartão;
- Área de *picking* unitário;
- Área de embalamento;
- Área de expedição;
- Área de cross-dock;
- Zona para colocação de paletes vazias;
- Zona para carregar baterias dos equipamentos;
- Escritórios de armazém;
- Balneários.

O objetivo deste trabalho é incidir essencialmente nas zonas de armazenamento e *picking*, portanto ao longo deste capítulo irão ser analisadas com maior detalhe.

A informação que se usa, normalmente, para dimensionar o armazém tem por base dados históricos e como tal, é necessário ter em consideração os valores esperados e possíveis alterações que se venham a implementar no futuro. Além disso, trabalhar com médias pode ser enganador e é importante saber qual deve ser o plano de ação da empresa em alturas atípicas de picos.

A questão é saber como dimensionar o espaço, se contar que é necessário responder em épocas de pico, se responder a situações de atividade média ou algum compromisso entre estas duas hipóteses.

De acordo com Edward Frazelle (Frazelle 2002) se a duração de período de pico é curta e o rácio entre o pico e a média é alto, então deve considerar-se a subcontratação ou arranjar soluções que permitam arranjar espaço e mão-de-obra excepcional para estas circunstâncias pontuais. Se os picos ocorrerem por períodos mais prolongados e o rácio entre o pico e a média for baixo, o armazém e a mão-de-obra devem ser dimensionados de forma a cobrir essas épocas.

## 2.3 Cálculo de espaços no armazém

De seguida serão apresentados alguns métodos que permitem, de forma aproximada ter uma ideia geral das fórmulas de cálculo das várias áreas de um armazém. A informação aqui apresentada é da autoria de Gwynne Richards em “*Warehouse Management: A complete guide for improving efficiency and minimizing costs in modern warehouse*”.

Aquando do dimensionamento do *layout* e das operações num armazém há alguns princípios a ter em linha de conta:

- Usar a unidade de carga mais adequada;
- Usar o espaço da melhor forma;
- Minimizar as movimentações;
- Controlo de movimento e localizações;
- Assegurar condições de segurança pessoal e ambiental;
- Manter as operações ao menor custo possível.

No caso particular deste projeto, trata-se de uma empresa cujo objetivo é aumentar a capacidade do armazém de forma a acomodar mais produtos e tornar as suas operações mais eficientes. Nestes casos existem várias opções: expandir o armazém, construindo novas instalações ou aumentando as existentes; subcontratar o serviço de armazenamento a uma empresa logística; e por último, a opção que se analisa neste projeto, utilizar o espaço do armazém existente, analisá-lo e tentar aumentar a percentagem de espaço útil.

### 2.3.1 Zona de receção e expedição

A fórmula de cálculo a seguir apresentada dá uma sugestão do espaço necessário para a zona de receção e expedição de mercadorias de um armazém.

$$\text{espaço} = \frac{n^{\circ} \text{ de cargas} \times \text{tempo de descarga}}{\text{duração do turno}} \times (n^{\circ} \text{ de paletes} \times \text{área por palete}) \quad (2.1)$$

Além deste espaço, é ainda conveniente acrescentar uma área de trabalho e de deslocação em torno das paletes. Essa área depende do tipo de empilhador utilizado para carregar e descarregar os veículos.

### 2.3.2 Zona de armazenamento

Esta é a zona principal do armazém, aquela que ocupa mais espaço em muitas das situações e a que tem que ser melhor gerida do ponto de vista de eficiência e eficácia. O espaço necessário a dedicar a esta zona depende de vários fatores. Cada unidade SKU deve ser avaliado individualmente e deve ser criada uma tabela com as diferentes propriedades de cada artigo.

1. Calcular o total de itens armazenados por linha de produto e converter as quantidades em palete (unidade de armazenamento). Desta forma consegue-se saber o total de paletes que o armazém deve conseguir armazenar por linha de produto.
2. Produzir um gráfico detalhando o nº de localizações de paletes necessárias e os requisitos de altura para cada caso. Cada palete poderá exigir alturas diferentes, de acordo com propriedades do próprio produto, como fragilidade, peso, etc.
3. A próxima decisão é acerca do tipo de armazenamento a utilizar (em bloco, estantes, armazém automático ou uma combinação destas várias opções). É importante recolher o máximo de informação acerca dos produtos para que a forma de armazenamento escolhida seja o mais próxima possível das necessidades reais.

Existem, no entanto, vários fatores a considerar quando o objetivo é escolher o melhor armazém para determinada empresa ou negócio, alguns dos quais se encontram de seguida especificados.

- Planeamento da utilização do armazém. Segundo Gwynne Richards (Richards 2011) existe consenso quando se afirma que uma utilização acima de 85% do espaço de armazém faz decrescer os índices de segurança e produtividade;
- Existência e localização de colunas ou pilares na área;
- Localização de extintores e sistemas antifogo;
- Altura de elevação dos empilhadores;
- Orientação das paletes;
- Restrições acerca de corredores e saídas de emergência;
- Tipo de prateleiras/estantes.

Todos os fatores e restrições anteriormente referidos entram em consideração na altura de dimensionar a área de armazenamento. Dependendo do tipo de negócio da empresa, das características dos produtos a armazenar, será necessário dar mais ou menos atenção a algumas das questões referidas.

### 2.3.3 Dimensionamento dos corredores

Uma importante parcela de qualquer armazém é a área dedicada a corredores. Dado a importância dos fluxos dentro deste espaço, é importante que as zonas de deslocação sejam amplas e estejam bem localizadas (corredores bem dimensionados). O corredor é definido pelo espaço existente entre duas estantes adjacentes (Figura 9).

A largura do corredor é definida pelo círculo desenhado por um empilhador carregado. Diferentes empilhadores irão necessitar corredores mais ou menos largos. A informação acerca da largura ideal para os corredores do armazém é muitas vezes dada pelos fornecedores de empilhadores.

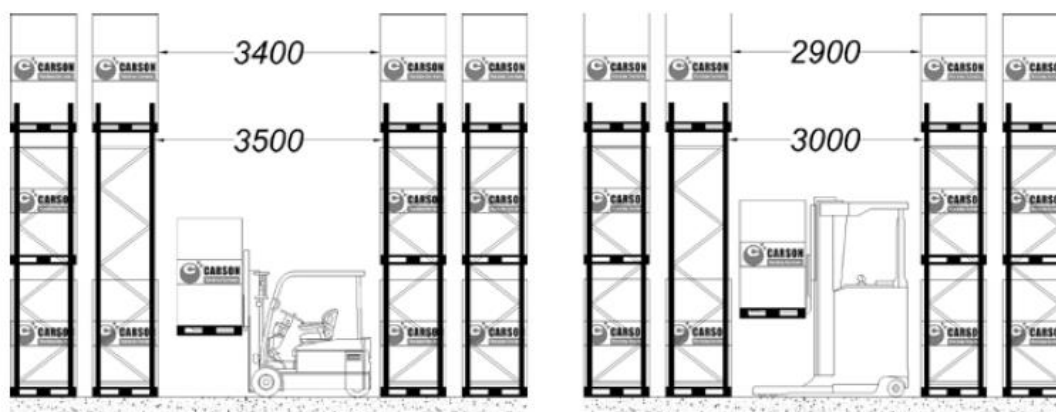


Figura 9- largura dos corredores (retirado de Gwynne Richards, 2011)

Por questões de segurança, tem de existir uma folga mínima de 100mm para cada lado que permita a movimentação do empilhador quando carrega/descarrega a paleta da prateleira. Outra dimensão a entrar em consideração é a largura do próprio empilhador quando este se desloca ao longo do corredor.

O dimensionamento dos corredores do armazém é uma tarefa de elevada importância no armazenamento e movimentação dos materiais. O espaço é o recurso mais importante no armazém, daí que o seu aproveitamento seja uma tarefa crítica para o seu funcionamento. A decisão acerca da largura dos corredores deve contemplar a melhor combinação dos fatores produtividade, utilização de espaço, flexibilidade, segurança e custo dos equipamentos para uma determinada aplicação (Piasecki s.d.).

*Exemplo de layout de um armazém com fluxo linear*

Um armazém de fluxo linear é aquele onde a zona de entrada de produtos está localizada numa zona oposta à zona da expedição, de tal forma que os movimentos de produtos ocorrem de uma forma quase linear entre a entrada e a saída. Tendo atenção à rotação dos produtos, a zona mais central, por onde se dá a passagem direta entre a entrada e saída, irá alocar produtos de alta rotação. À medida que há um afastamento deste corredor central vão sendo alocados produtos de menor rotação. Desta forma os produtos de maior rotação estarão posicionados em zonas onde os fluxos são mais favorecidos, onde há maior acessibilidade. Na Figura 10 pode ver-se um exemplo explicativo deste tipo armazém.

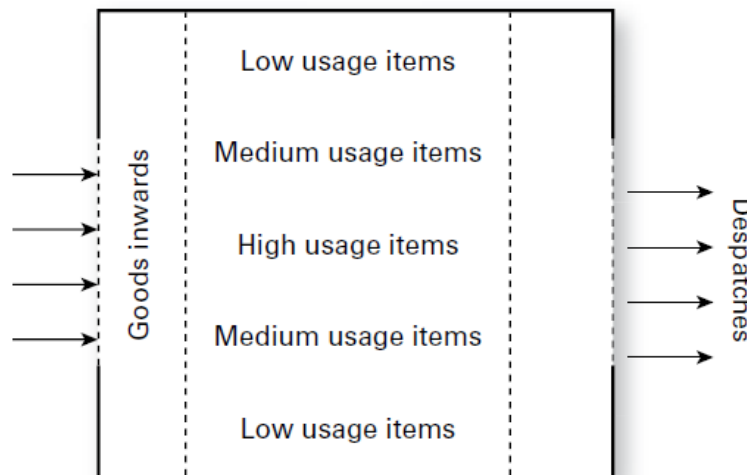


Figura 10- *Layout* de armazém com fluxo linear com entrada e saída de materiais em zonas opostas (Richards 2011)

Uma forte desvantagem deste tipo de *layout* está relacionado com o facto de os produtos terem que percorrer todo o comprimento do armazém para serem expedidos. Pelo facto de haver acessos por dois lados do edifício é uma solução bastante limitada a nível de uma possível futura expansão da área.

No entanto, esta opção de *layout* diminui possíveis confusões que possam existir na distinção de produtos para rececionar e expedir. É também uma opção bastante comum em armazéns ligados fisicamente às áreas produtivas (Frazelle 2002).

## 2.4 Opções de armazenamento

Mesmo com um leque alargado de problemas e restrições, um armazém pode contemplar várias opções de armazenamento. A correta avaliação e escolha dos sistemas de armazenamento está dependente do conhecimento geral do funcionamento das operações de armazenagem e da performance geral do sistema (Hompele e Schmidt 2007). Na Tabela 3 são resumidas algumas das principais características dos diferentes sistemas de armazenamento

Tabela 3- Diferenciação dos sistemas de armazenamento (adaptado (Hompele e Schmidt 2007))

Característica	Tipo de armazenamento	Descrição	Objetivo
Tecnologia	Em chão	Produtos são colocados diretamente no chão e empilhados se necessário	Opção pouco dispendiosa para largas quantidades e pouca variedade
	Em estante	Produtos são colocados em cima de prateleiras	Acesso direto a vários produtos Elevada utilização do espaço
Tipo	Em bloco	Produtos são colocados diretamente uns em cima dos outros e lado a lado	Elevada utilização do espaço e baixas distâncias percorridas na operação
	Em linha	Produtos são colocados uns sobre os outros, lado a lado. Existem corredores entre linhas	Acesso direto a um grande número de artigos
Localização	Estático	Produtos assumem a mesma posição até serem removidos de <i>stock</i>	Solução económica
	Dinâmico	Produtos são movidos durante o armazenamento (não se refere aqui a realocação dos produtos)	Distâncias de operação curtas. Acesso direto apesar do elevado volume de utilização

Os parâmetros primários para escolha dos sistemas de armazenamento são de seguida apresentados (Hompele e Schmidt 2007):

- Quantidade de artigos diferentes
- Dimensões e peso dos produtos
- Quantidades de cada artigo
- Capacidade necessária de armazenamento
- Restrições do espaço
- Estratégia da cadeia de abastecimento

De seguida são apresentados com mais algum detalhe os sistemas de armazenamento que se apresentam como mais interessantes do ponto de vista deste projeto.

#### 2.4.1 Armazenamento em chão

Neste tipo de armazenamento os produtos são colocados diretamente no chão do armazém e são empilhados uns sobre os outros. A altura máxima que se pode atingir neste empilhamento deve depender das características do próprio produto, dos equipamentos a que se recorre para efetuar esse empilhamento e da altura das instalações.

Esta é uma opção que representa um investimento baixo e é bastante flexível e adaptável ao espaço e ao tipo de infraestruturas existentes. Quando existe uma área vasta e altura suficiente, é uma solução bastante viável para vários tipos de negócio. No entanto, este sistema de armazenamento opera essencialmente de forma manual.

*Armazenamento em bloco*

No armazenamento em bloco os produtos são colocados no chão uns por cima dos outros e lado a lado, constituindo um bloco compacto. A utilização do espaço é maximizada mas o acesso aos produtos é dificultado. Este sistema de armazenamento é ideal para a estratégia de inventário LIFO (last in, first out), ou seja, os últimos produtos a serem armazenados são aqueles que primeiro serão expedidos pois são aqueles que têm acesso direto.

*Armazenamento em linha*

O armazenamento em linha é semelhante ao descrito anteriormente, no entanto o bloco de produtos formados no empilhamento não é tão compacto. São criados corredores entre as linhas de produtos para que o acesso dos empilhadores seja facilitado, existindo maiores pontos de contacto para movimentar os materiais. Apesar de nesta solução se reduzir o índice de utilização do espaço, consegue-se uma melhoria muito significativa dos fluxos e movimentações das cargas.

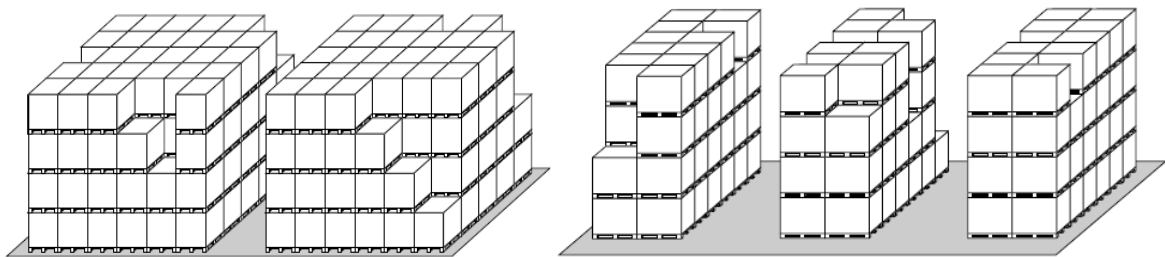


Figura 11- Armazenamento em chão: à esquerda – armazenamento em bloco; à direita – armazenamento em linha (Hompel e Schmidt 2007)

*Fluxo de materiais*

Uma das grandes desvantagens deste tipo de armazenamento é o difícil controlo do fluxo de materiais. Uma vez que apenas é referenciada a posição do chão (uma linha ou um bloco), não se sabe concretamente qual a posição que determinada paleta está a ocupar, ou seja, não é possível atribuir uma localização exata por paleta/ material.

A evolução dos sistemas de gestão de armazém tem arranjado forma de colmatar este problema. Atualmente já existem armazéns que utilizam AGVs que aloca as paletes em posições específicas dentro de um bloco tendo por base a localização GPS (Hompel e Schmidt 2007).

**2.4.2 Armazenamento estático em estantes**

O armazenamento em estantes é essencialmente utilizado para um maior aproveitamento da altura das instalações de armazém. Os materiais são colocados em “compartimentos” da estante, separados. A cada compartimento está associada uma localização específica, sendo esta uma grande vantagem desta alternativa. A altura total do armazenamento é variável, pode compreender alturas entre os 2 metros, quando o material é manobrado manualmente, e os 50 metros, havendo a necessidade de equipamentos mais robustos (Hompel e Schmidt 2007).

*Estantes em linha*

O tipo de estante escolhido varia de acordo com fatores como o peso, volume e tipo de material que se quer armazenar. Depende também dos equipamentos que se pretendem utilizar no manuseamento, da performance esperada e das condições da própria construção.

Quanto à organização das próprias estruturas que constituem os apoios das prateleiras, esta é fruto da forma como se pretende executar o *picking*.

Nestes casos, normalmente, diferentes tipos de produto requerem prateleiras diferentes, devido às próprias características do SKU, como já referido anteriormente. É comum usar-se num armazém vários tipos de prateleiras, configurados à medida das necessidades da empresa.

Uma forma de fazer melhor aproveitamento do espaço passa por reduzir o espaço entre os corredores, ou seja, a distância entre estantes adjacentes, como referido no capítulo 2.3.3.

*Drive-in*

Os sistemas drive-in possibilitam um armazenamento seguro e eficiente semelhante ao armazenamento em bloco, na vertente do aproveitamento do espaço. As estantes possuem umas calhas que suportam as paletes subjacentes, não havendo o tradicional empilhamento, paleta sobre paleta. Os empilhadores conseguem deslocar-se entre as calhas e entrar no interior do bloco até alcançarem a paleta necessária. Existe ainda o requisito de as unidades de carga serem de dimensões semelhantes, isto é, as paletes do mesmo bloco devem ter o mesmo tamanho. Neste sistema não é necessário haver corredor e portanto o espaço tem um aproveitamento elevado.

O empilhador pode ter acesso dos dois lados, podendo aplicar-se um sistema de inventário FIFO (first-in-first-out). É uma opção viável para *pickings* ao nível da paleta (Richards 2011).



Figura 12- Armazenamento estático com estantes em linha (Innovic s.d.)

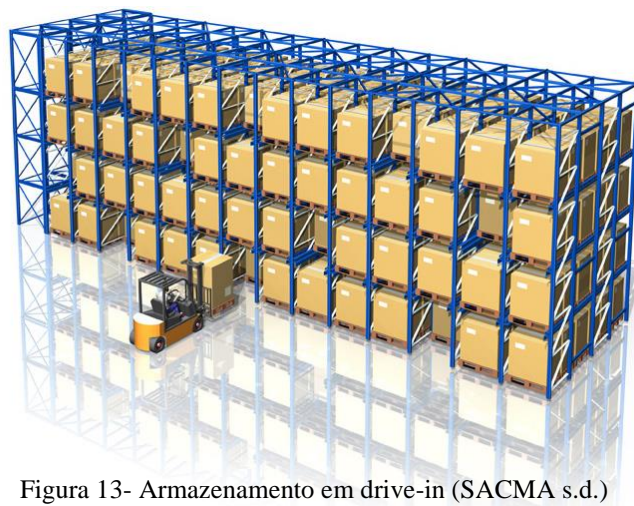


Figura 13- Armazenamento em drive-in (SACMA s.d.)



### 2.4.3 Armazenamento dinâmico

O armazenamento dinâmico é caracterizado por possibilitar o movimento dos produtos em *stock* durante a sua estadia em armazém. As vantagens associadas a este tipo de armazenamento são essencialmente o facto de se conseguirem encurtar distâncias de *picking*, melhorando assim a performance global do armazém. É ao mesmo tempo possível fazer uma boa utilização do espaço de armazém.

#### *Estantes móveis*

Quando o espaço é um recurso muito crítico no armazém, pelo seu custo, um armazém tem que ser o mais compacto possível, isto é, a percentagem de utilização do espaço deve ser muito elevada. Para responder a este problema, existem sistemas de armazenamento com estantes móveis. O armazenamento é feito em bloco mas aquando do *picking* as estantes movem-se formando corredores entre estas para que os produtos sejam alcançados com facilidade. É, no entanto, uma solução de armazenamento mais cara já que as estruturas necessárias são mais complexas (Richards 2011). A movimentação das estantes impede que o *picking* seja feito em várias posições em simultâneo, tornando esta operação demorada. É uma solução viável apenas para produtos de baixa rotação.



Figura 14- Armazenamento dinâmico em estantes móveis (Jungheinrich s.d.)

#### *Armazéns automáticos*

A aposta das empresas tem-se voltado para o investimento em armazém completamente automáticos. No cenário industrial português foram várias as empresas que nos últimos anos investiram neste tipo de soluções de armazenamento.

O armazenamento automático permite a *stockagem* de bens de forma automática, em paletes e caixas. É uma opção ideal para empresas com elevada taxa de transferência de produtos, isto é muitas entradas e saídas de produtos. É indicado para a armazenagem de produtos de alta rotação. Com esta solução a empresa consegue otimizar o espaço e reduzir vários custos operacionais. É também possível uma drástica redução da mão-de-obra. É uma opção que permite a manutenção de baixos níveis de *stock* uma vez que se aumenta a precisão da informação acerca do mesmo (egemin s.d.).

## 2.5 Equipamentos de transporte de materiais

Os curtos *lead times*, o custo da mão-de-obra e a necessidade de inexistência de falhas são fatores que têm feito a gestão de armazém procurar sistemas cada vez mais eficientes e fiáveis para fazer o transporte das matérias ao longo do armazém. Há uma crescente procura de sistemas automáticos de transporte, onde a mão humana é quase inexistente e vem sendo substituída por robôs.

Os sistemas de transporte podem ser divididos em dois grupos, *conveyors* e *transportadores*. A escolha dos equipamentos de transporte num armazém depende de vários fatores que devem ser ponderados. O tipo de armazenamento, a própria operação, as dimensões e peso das cargas a transportar, a área de trabalho e o próprio ambiente do armazém são algumas das variáveis em análise aquando da escolha do equipamento de transporte (Richards 2011).

### 2.5.1 Conveyores

Trabalham continuamente e são na maioria dos casos estacionários. A sua performance é elevada pois geram um fluxo quase contínuo de materiais. De um modo geral, este grupo é representado por passadeiras ou tapetes que transportam os materiais.

### 2.5.2 Transportadores

Existem equipamentos singulares que transportam consigo os materiais, viajando entre posições com eles. São indicados no transporte de cargas quando há um grande número de movimentos entre pontos diferentes, para cargas pesadas e distâncias superiores (Hompele e Schmidt 2007).

#### AGVs

O recurso a veículos guiados automaticamente está a aumentar entre empresas, devido à necessidade em reduzir custos associados a mão-de-obra. Os AGVs são pequenos veículos que não precisam de um condutor quando se movimentam ao longo do armazém para fazer movimentações horizontais de cargas. São guiados por laser ou magneticamente.

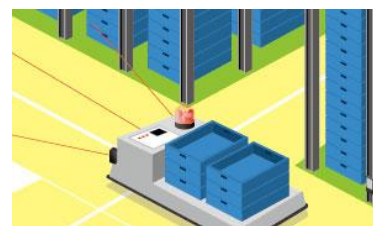


Figura 15- Exemplo de um equipamento de transporte guiado automaticamente

Esta solução representa, no entanto, um investimento significativo para as empresas, já que as instalações têm que ser alteradas para acomodar estes sistemas de transporte. No entanto, afirma Gwynne Richards que “combinando um sistema de *voice picking* com veículos guiados por laser, a produtividade aumenta até aos 80%, com um período médio de 2 anos para haver retorno do investimento” (Richards 2011).

#### Empilhador *stacker*

Os *stackers* são pequenos empilhadores usados no transporte de paletes dentro do armazém que podem atingir alturas até 5 metros. Existem vários tipos de *stacker*, onde o operador pode ir sentado no veículo, de pé ou até acompanhar o movimento deste ao seu lado.



Figura 16- Empilhador *stacker* (Forkforce s.d.)

#### Empilhadores de contra-peso ou *standard*

Na grande maioria dos armazéns os empilhadores de contra-peso são os mais comuns. São rápidos, flexíveis e versáteis. A sua maior desvantagem é o espaço que precisam para manobras. Para carregar a paleta têm de se posicionar de tal forma que os garfos encaixem na paleta com um ângulo reto. O espaço que precisam para virar determina o espaço mínimo necessário para um corredor.



Figura 17- Empilhador de contrapeso

Podem ser movidos a combustível ou bateria e podem circular dentro e fora do armazém. Conseguem elevar as paletes a uma altura de até 7 metros. Requerem uma largura de corredor de aproximadamente 3 metros. São, no entanto, um dos equipamentos mais usados desde há bastantes anos em armazéns devido à sua flexibilidade e robustez.

### Empilhadores articulados

O aparecimento de empilhadores articulados no mercado veio responder a vários problemas que se associavam aos empilhadores tradicionais. Não são equipamentos tão intuitivos, sendo necessária alguma prática para os manobrar. Os corredores necessários são, no entanto, de largura inferior, na ordem dos 2 metros, conseguindo-se um melhor aproveitamento do espaço disponível.



Figura 18- Empilhador articulado

## 2.6 Atribuição de recursos ao armazém

Depois de se terem mostrado algumas opções de equipamentos e formas de organização, é importante saber a quantidade de recursos que serão necessários para o armazém operar com eficiência. A quantidade de recursos será dependente do nível de atividade no armazém, da densidade e das operações de armazenamento.

Um elemento chave na orçamentação de recursos de um armazém é a taxa de produtividade. A taxa de produtividade é calculada com base em vários fatores. Quando existem alterações no armazém ou se considera a construção de um novo estes fatores podem ter pesos completamente diferentes dos anteriores e torna-se, como tal, difícil estabelecer taxas de produtividade precisas. É recorrente fazerem-se estudos na tentativa de prever taxas de produtividade; outra opção mais acessível é o recurso a dados históricos. Existem opções como simulações da situação futura, para se conseguir fazer uma previsão o mais próxima possível da realidade.

A variabilidade da procura é uma condicionante importante em muitos negócios. É importante perceber como varia a procura no sentido de se alocarem recursos para cobrir as necessidades da empresa. Começa por se escolher um período representativo da atividade da empresa e é analisada a atividade média ao longo dessa janela temporal.

## 2.7 Tecnologia de gestão de armazéns

Nos dias que correm, as empresas tentam operar com o menor nível de inventário possível, acompanhando as filosofias *lean*. Os clientes, por outro lado, procuram tempos de resposta o mais curtos possível, aumentando nos fornecedores a pressão pela garantia de agilidade nos centros de distribuição, já que a janela temporal entre o pedido e a resposta deve ser o mais curta possível. A rapidez é, na maioria dos casos, uma importante vantagem competitiva. O mercado tem-se tornado muito competitivo e exigente, e os fornecedores têm que encontrar mecanismos de resposta a esses *inputs* externos que condicionam os modelos de negócio.

No esquema da Figura 19 estão resumidas algumas das principais exigências do mercado atual e as consequentes reações por parte dos fornecedores e distribuidores.

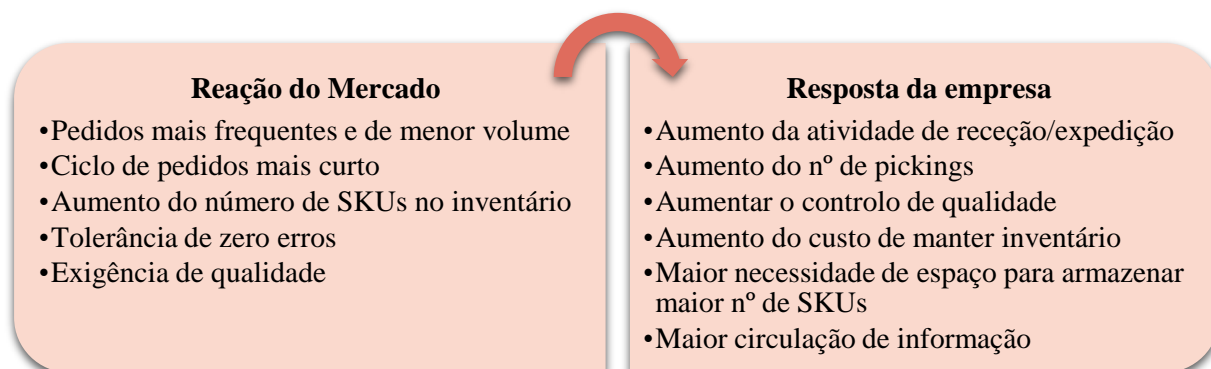


Figura 19- Reações e consequências do aumento da exigência do mercado

Com estes desafios, as empresas têm que garantir instalações e processos de armazenamento que consigam sustentar modelos de negócio mais ágeis e flexíveis. Fica, assim, evidente que os armazéns tradicionais, com processos baseados em papel ou que foram projetados para maximizar a utilização do espaço e não a eficiência do fluxo físico, terão dificuldade em satisfazer estes novos requisitos.

### 2.7.1 WMS

Os sistemas automatizados de gestão de inventários, conhecidos na língua anglo-saxónica como WMS- *Warehouse Management Systems*, são responsáveis pela gestão das operações do dia-a-dia de um armazém, ajudando na tomada de decisões de carácter operacional. O WMS tem por objetivo final tornar o armazém uma estrutura ágil, otimizando a função de armazenamento dos materiais. Este sistema de gestão de armazém deve integrar-se nos sistemas de gestão de informações corporativos (ERP) e contribuir, desta forma, para a integração da sistematização e automação dos processos na empresa. A utilização deste sistema abre o caminho para a redução de erros. Consegue-se um melhor aproveitamento do inventário, maior produtividade, melhor utilização do espaço e melhor gestão da mão-de-obra.

O fluxo da informação é uma atividade que acrescenta cada vez mais valor ao serviço interno e por conseguinte, às operações logísticas. Entende-se por informação logística, todo o fluxo de dados acerca de encomendas, devoluções, gestão de inventário, movimentações de material e documentação de transporte. A troca e gestão eletrónica de informação proporciona uma redução de custos logísticos pela melhoria da estruturação da própria informação disponível (Bowersox e Closs 1996).

A importância de um bom fluxo da informação é justificada uma vez que produz dados perceptíveis para o cliente acerca do estado a sua encomenda. Além disso a disponibilidade e acessibilidade à informação pode reduzir as necessidades de inventário e recursos humanos (Nogueira 2009).

### 2.7.2 Código de barras

A utilização de código de barras na identificação dos produtos dentro de uma empresa é de elevada importância para as operações logísticas. Existem diversas vantagens associadas à utilização deste sistema, que permite uma redução dos ciclos de processamento, com aumento da precisão da informação gerada. É um sistema ergonómico, simples de utilizar e que consegue fazer uma rápida recolha de uma grande quantidade de dados.

Existem dois tipos de códigos de barras, o convencional apresenta um conjunto de barras pretas de diferentes dimensões. Atualmente têm-se assistido a um aumento da utilização de um código de barras bi-dimensional. A grande vantagem desta nova abordagem é a capacidade de armazenar uma maior quantidade de informação num espaço menor.



Figura 20- Códigos de barras bi-dimensional (à esquerda) e convencional (à direita)

### 2.7.3 Radiofrequência

A constante melhoria das ferramentas de trabalho levou à criação das etiquetas de radiofrequência, ou RFID (Radio Frequency Identification). Esta tecnologia permite a transmissão de dados em tempo real através da transmissão de ondas eletromagnéticas. É uma solução usada dentro de áreas relativamente pequenas. A RFID permite que os operadores de empilhadores tenham acesso a informação como a prioridades de recolha em tempo real (Richards 2011).

### 3 Situação Inicial

A Colep fechou o ano de 2015 com um valor de vendas consolidadas de 466 milhões de euros com perspectiva de crescimento nos próximos anos. No entanto, a empresa opera já há 50 anos e as suas instalações foram crescendo para se adaptarem às necessidades do mercado. O armazém de produto acabado foi construído em 1965 e desde então tem-se mantido com pequenas remodelações e ajustes. Não faz parte da estratégia da empresa expandir este armazém nos próximos anos uma vez que isso representa um investimento elevado e antes de ponderar essa opção, a empresa pretende avaliar a possibilidade de reestruturar e utilizar a área de armazém atual, sem penalizar o nível de serviço ao cliente.

Depois de alguns dias na Colep, estudando o processo produtivo e o conjunto de departamentos, a ideia acerca do armazém de produto acabado era unânime “o armazém está demasiado cheio, não há espaço para nada”. Efetivamente, o armazém de produto acabado, em específico, apresenta-se sempre bastante denso, desorganizado e cheio.

Para se compreender com maior detalhe o problema do armazenamento de produto acabado, começou por se analisar a situação em que se encontrava a empresa. Para isso foram feitos dois estudos.

Primeiro começou por se fazer uma análise detalhada aos *stocks* de produto acabado. Apesar de não ser objetivo deste trabalho alterar ou interferir na política de gestão de *stocks*, é importante perceber como funcionam os *stocks* no armazém de produto acabado; além disso, as análises realizadas contribuíram também para fornecer informação relevante aos membros da empresa responsáveis pela gestão de *stocks*.

Numa segunda fase foi feita uma análise ao armazém propriamente dito, espaço disponível e seu aproveitamento, equipamentos de transporte, opções de armazenamento e estratégias de gestão de inventário.

Antes de passar à análise de dados, é importante perceber parte do processo produtivo e suas restrições. O fabrico de um objeto tão simples, uma pequena lata, revelou-se mais complexo do que inicialmente esperado.

#### 3.1 Embalagens metálicas: da produção à expedição

A Colep negocia com fornecedores a folha-de-flandres, tentando comprar em quantidades e épocas favoráveis, ao menor custo possível. A folha é a matéria-prima principal representando 70% do produto final. É vendida ao peso, e existem folhas de espessura variadas e com diferente percentagem de componentes. Quando comprada, a folha é transportada para o armazém de matérias-primas onde permanece até ser utilizada. A compra da folha é feita tendo por base previsões de vendas que a empresa faz atempadamente, já que o *lead time* de entrega, por parte do fornecedor, é longo e não se pode correr o risco de ficar sem matéria-prima quando esta é necessária.



### 3.1.1 Produção

A primeira fase de transformação da folha-de-flandres é conhecida por corte primário. A matéria-prima é armazenada em rolos; nesta primeira fase esses rolos são cortados em folhas, já de acordo com o fim que irão servir.

De seguida a folha cortada segue para a litografia. Esta é uma das áreas mais críticas da empresa devido ao facto da capacidade de produção estar toda ocupada, já que o processo é bastante demorado e as encomendas dos clientes têm crescido em quantidade e complexidade. A litografia é o processo em que a folha-de-flandres é revestida por vernizes que permitem o contacto da folha com produtos químicos evitando a corrosão das embalagens. É também na litografia que são feitas as impressões gráficas, escolhidas pelo cliente, que ficam no exterior da embalagem. Existe um grande *buffer* depois da litografia, já que este processo limita todo o processo produtivo.



Figura 21- Corte secundário de corpos para embalagens de aerossóis

Após litografada, a folha é novamente cortada. Conhecido por corte secundário, este processo divide os vários elementos que são impressos numa folha, isto porque numa folha saída da litografia estão presentes corpos para várias embalagens. É aqui que os corpos são separados (Figura 21).

O próximo passo é o processo de estampagem onde os vários componentes ganham forma e relevo. Depois segue-se para a montagem, de onde finalmente sai uma embalagem concluída. No fim da linha de montagem são acumulados vários produtos que formam uma paleta, pronta para ser enviada para a embaladora (ver Figura 22) e seguir para o armazém de produto acabado.

A empresa durante o planeamento da produção tenta acumular ordens do mesmo produto para conseguir reduzir *set ups* e aumentar assim a capacidade da litografia. Por essa razão existe uma maior acumulação de produto no armazém de produto acabado. Além disso, faz parte do próprio acordo com alguns clientes, a manutenção de determinado *stock* de segurança para alguns produtos. Muitos dos clientes mais importantes da Colep têm com a empresa este tipo de acordos, justificando-se assim a existência de uma boa quantidade de *stock* nas instalações de armazenamento.



Figura 22- Paletes à saída da embaladora

Foi com base no histórico dos dados do ano de 2015 que todas as análises aqui apresentadas ganharam forma. Optou-se analisar apenas o ano anterior uma vez que o negócio tem vindo a mudar significativamente e usar dados mais antigos poderia não ser suficientemente representativo. Uma vez que se vão analisar produtos, as alterações de mercado são constantes, e usando dados anteriores analisavam-se produtos que entretanto já foram retirados de produção. Apesar de o mesmo se passar com alguns produtos comercializados em 2015, não se comete um erro tão grande.

O primeiro passo deste projeto passou por compreender como funciona o armazém, no terreno e junto das pessoas que lá operam. Com base na informação recolhida junto dos colaboradores da empresa, resume-se o fluxo da informação e dos materiais na Figura 1, do Anexo A.

### 3.1.2 Armazenamento

Assim que é concluída a produção, a paleta de produto acabado é etiquetada e transportada para a embaladora que envolve a paleta com um filme plástico para que as embalagens metálicas fiquem protegidas e para que a paleta se mantenha nas condições desejadas. Depois de embalada, a paleta aguarda ser transportada por um empilhador para o armazém. Quando o colaborador que conduz o empilhador inicia o processo junto da embaladora, recolhe a primeira paleta da fila de espera e lê o código de barras da etiqueta que anteriormente lhe foi colada na linha de montagem. Nessa etiqueta (Figura 23) o colaborador verifica a posição onde deve colocar a paleta no armazém e com um leitor de código de barras (Figura 24) aponta para o código de barras da etiqueta para dar entrada dessa paleta em armazém. Depois faz o transporte da paleta até ao local onde fica armazenada (posição P058, no caso da imagem). A forma como é escolhida esta localização da paleta é uma importante parte deste projeto e será apresentada com maior pormenor mais à frente.



Figura 24- Etiqueta de uma paleta de produto acabado



Figura 23- Leitor de códigos de barras

O armazenamento no armazém A4 de produto acabado é feito em linha. As paletes são colocadas diretamente no chão, umas sobre as outras constituindo linhas, não havendo corredores entre as várias linhas. A estratégia de gestão de inventário usada atualmente é o FIFO. Em altura são colocados até 4 níveis de paletes. Por uma falta de espaço, existem exceções, tal como se pode ver na Figura 25, onde uma das linhas tem 5 níveis de altura.



Figura 25- Armazenamento em linha

as paletes são colocadas dentro do camião e quando os materiais são confirmados dão saída de armazém no sistema informático. São impressos os documentos referentes ao transporte e o camião pode seguir viagem rumo ao cliente.

A saída dos materiais só acontece quando os materiais são confirmados após ser feita a carga no camião uma vez que assim é mais fácil emendar qualquer falha que possa ocorrer durante o

### 3.1.3 Expedição

Diariamente são geradas pelo sistema informático as listas de *picking*. Numa lista de *picking* consta o conjunto de paletes que deve ser recolhido e colocado no cais de expedição. A lista de *picking* é impressa e colocada numa caixa de nivelamento. Para preparar a carga o colaborador do empilhador desloca-se até à caixa de nivelamento, recolhe uma folha, isto é, uma lista de *picking* e desloca-se no empilhador pelo armazém recolhendo as paletes que são enumeradas na lista. Depois de ter essa lista completa, volta novamente junto da caixa de nivelamento e repete o procedimento.

Quando um camião dá entrada junto do cais da expedição a carga já deverá estar pronta no cais;

*picking*. Normalmente há erros que são detetados na altura da entrada das cargas no camião e portanto nesta fase ainda é possível fazer alterações sem interferir no sistema.

### 3.2 Gestão de armazém

Quando termina a produção de uma paleta, o operador da linha de montagem correspondente coloca na paleta terminada uma etiqueta com a informação do material, quantidade, lote, data de produção, cliente e posição no depósito. O depósito, na Colep representa uma posição virtual que corresponde, de uma forma simplificada, à fase do processo produtivo em que o produto se encontra. Isto significa que a matéria-prima corresponde a um depósito que é diferente do depósito de folha litografada e diferente do depósito de produto acabado.

Quando a etiqueta da paleta é impressa, o sistema atribui-lhe a localização no depósito de produto acabado. Essa posição é dada por conjunto de caracteres que corresponde a uma posição real no armazém. Como se pode ver na Figura 26, a paleta está no depósito 510 na localização F050. A informação da localização é lida na etiqueta e no chão da célula em que esta deve ser posicionada quando é colocada em armazém.



Figura 26- Localização das paletes em armazém de produto acabado

Esta informação é toda gerida e tratada pelo ERP da empresa. Atualmente a Colep utiliza o SAP. É esta a ferramenta que gere a informação associada aos *stocks* em armazém de produto acabado. É também o SAP que atribui as paletes aos depósitos e às localizações. É importante, no contexto deste trabalho, perceber como é que esta gestão é feita e entender como é que as paletes são colocadas nas localizações em armazém de produto acabado.

#### 3.2.1 Atribuição de localizações em armazém

Quando entra uma ordem de produção no sistema, este sabe que se irá gerar determinado número de paletes de produto acabado. Nesta fase o SAP analisa as várias localizações de produto acabado e reserva um espaço livre onde essas paletes caibam. Mais tarde, quando é impressa a etiqueta que é colocada nas paletes, a localização é assinalada de acordo com as reservas feitas anteriormente pelo SAP.

Existem regras de atribuição de localizações às paletes de produto acabado. Essas regras foram construídas quando o SAP foi implementado na Colep em 1998. Na altura, o armazém de produto acabado tinha capacidade suficiente para armazenar tudo aquilo que era necessário.

Para a criação de regras na alocação dos produtos, foram geradas famílias de produtos. A maioria das famílias é constituída com base no cliente responsável por aqueles SKUs. Para cada família foram definidas um conjunto de posições que estas ocupariam, com vários níveis de preferência. Com isto evitava-se misturar na mesma área de armazém vários clientes e assim quando fossem feitas as cargas dos camiões os colaboradores não teriam tanta dificuldade a encontrar as paletes da lista de *picking*, pois estariam todas na mesma zona.



Na Colep são usados 2 tipos de paletes de madeira para suportar os produtos, a paleta *standard* (1200x800) e a paleta americana (1200x1000). As linhas de armazenamento têm uma largura de 1200mm e portanto as paletes são sempre colocadas com o lado maior perpendicular à linha, tal como se pode ver o esquema da Figura 27.

Esta informação é importante neste contexto já que uma das regras definidas na alocação das paletes implica precisamente a dimensão das paletes usadas como base do produto. As famílias de produto foram constituídas como forma de evitar que paletes de dimensões diferentes fossem colocadas numa mesma linha, já que não é conveniente empilhar paletes com áreas de base diferentes.

A lotação das linhas de armazenamento é feita com a atribuição de um valor de capacidade máxima a cada linha. Cada linha tem determinada capacidade e cada tipo de paleta ocupa um valor dessa mesma capacidade. A linha é preenchida até que a soma dos valores das várias paletes ali colocadas atinja o valor de capacidade limite da linha.

Retratando esta questão de uma forma mais prática segue-se o exemplo seguinte:

Uma linha tem uma capacidade de 20. A paleta *standard* ocupa 4 e a paleta americana ocupa 5. Então, tal como se pode ver na Figura 28, na mesma linha consegue armazenar-se 5 paletes *standard* ou 4 paletes americanas. À medida que é colocada uma paleta na linha, é subtraído o seu valor à capacidade remanescente nessa linha, até que esta fique lotada.

Um algoritmo deste género está programado no ERP da Colep, para que a capacidade nas várias linhas do armazém sejam maximizadas.

No entanto, e como já foi referido anteriormente, estas regras foram criadas na altura em que o armazém passou a ser gerido pelo SAP.

Entretanto, devido ao aumento do volume de negócio da empresa, a necessidade de espaço no armazém foi aumentando e foram feitos alguns ajustes que tornaram o armazém mais flexível.

### 3.2.2 Consequências do crescimento do negócio

Alguns anos após a introdução do SAP na gestão do armazém, o responsável por este espaço constatou que a forma como as paletes eram arrumadas no mesmo não era suficientemente flexível para cobrir as necessidades da empresa. Nesta altura foram feitas algumas atualizações às regras de alocação.

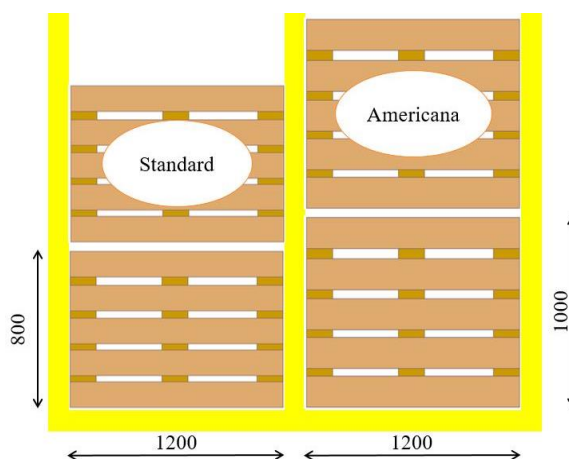


Figura 27- Esquema ilustrativo da forma como as paletes são colocadas nas linhas em armazém e as suas dimensões

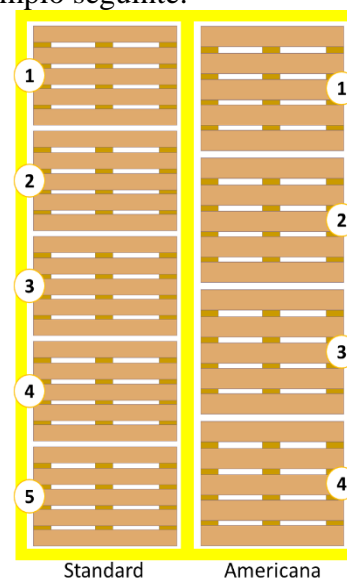


Figura 28- Configuração das paletes nas linhas do armazém

Devido à matriz de preferência das famílias por determinadas localizações, haviam zonas do armazém que estavam sempre mais lotadas que outras e isto causava um desequilíbrio. Havia situações em que as paletes saíam da produção sem uma localização porque as zonas preferenciais estavam cheias; no entanto, havia espaços vazios noutras áreas, só que aquela paleta não tinha afinidade com essa localização.

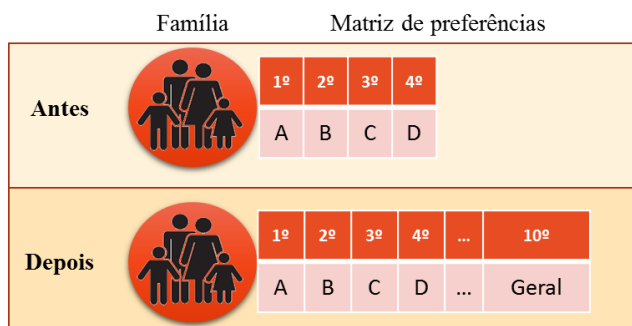


Figura 29- Matriz de preferências de localização dos produtos por família

Para contornar esta dificuldade, foi acrescentada à matriz de preferências de todas as famílias uma localização geral como última preferência de localização. Esta opção “geral” engloba todo o conjunto de localizações do armazém. Com esta nova preferência, quando uma paleta tem as suas localizações preferidas todas cheias é colocada num outro sítio onde haja uma folga.

Esta alteração tornou o armazém muito mais flexível e dinâmico. As localizações deixaram de ser exclusivas para determinado conjunto de SKUs. No entanto, esta foi uma solução de curto prazo para o problema. Com o aumento constante do negócio da Colep começaram a surgir novamente problemas.

Atualmente o armazém A4 está lotado. As localizações encontram-se todas cheias e continuam a sair paletes da produção que precisam de espaço em armazém. Além disso, os fluxos de materiais são dificultados pelo excesso de cargas e porque os produtos são alocados a zonas de armazém sem qualquer padrão. Isto obriga os condutores de empilhador a circular pelo armazém em busca de paletes do mesmo lote colocadas em zonas por vezes distintas. Como as primeiras preferências das famílias estão sempre cheias, acabam por ser alocadas à localização geral e deixa de haver qualquer *standard* de arrumação no armazém. Como consequência, os

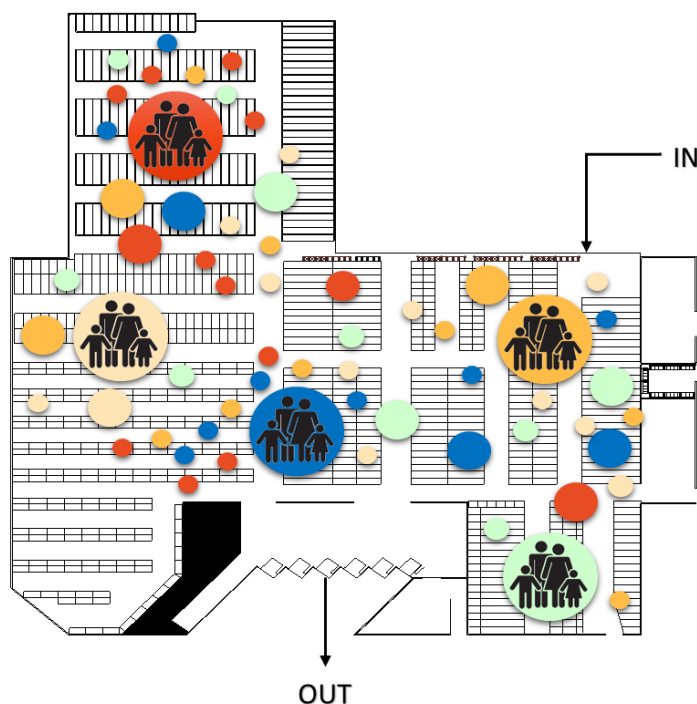


Figura 30- Exemplo de distribuição das famílias no armazém

fluxos ficam cada vez mais difíceis e o *picking* torna-se cada vez mais demorado com mais suscetibilidade para falhas e erros.

Se existissem 5 famílias de produtos diferentes em armazém e cada uma fosse representada por uma cor, aquilo que aconteceria em armazém está representado no esquema da Figura 30. De facto, cada família tem um conjunto de posições preferidas, representado pelo círculo maior; no entanto, com um armazém lotado as paletes acabam por assumir uma posição geral e caem numa qualquer zona. Deixa de haver um padrão e com o passar do tempo a confusão vai aumentando.

A falta de espaço tem várias implicações e levanta vários problemas para a empresa.

A produção não para, trabalha 24 horas por dia, todos os dias da semana. Quer isto dizer que diariamente dão entrada dezenas de paletes em armazém. Muitas vezes as posições estão todas cheias e não é possível alocar determinada paleta a nenhuma localização. A resposta do sistema, nestas situações, é atribuir uma localização virtual, de capacidade infinita às paletes que não têm espaço. Assim a produção continua sem qualquer interferência.

As paletes que são alocadas a posições que não existem fisicamente têm, no entanto, de ser posicionadas em algum local do armazém. Nestes casos, aquilo que os condutores de empilhador fazem é colocar estas paletes em zonas de corredor onde a interferência nas deslocações seja mínima, como se pode ver na Figura 31.

Existem várias zonas do armazém A4 impróprias para armazenamento onde atualmente são colocadas paletes, precisamente porque há falta de capacidade. Como essas paletes se encontram todas numa mesma localização irreal, quando determinado material nessa situação surge numa lista de *picking* gera-se um grande problema: encontrar aquela paleta.

Todas estas questões criaram a necessidade de analisar os *stocks*, para se perceber quanto espaço se precisa e de que forma organizá-lo para que as operações logísticas sejam mais eficazes e eficientes.



Figura 31- Paleta colocada no corredor

### 3.3 Análise de dados

O objetivo principal deste trabalho é definido no nome desta tese, “Eficácia das operações logísticas em armazém de produto acabado”. É portanto no armazém de produto acabado que se foca todo o problema da empresa que aqui se tenta perceber.

Ao longo deste subcapítulo são apresentados alguns dos resultados obtidos acerca dos estudos feitos aos *stocks* de produto acabado. Os *stocks* foram analisados porque o armazém serve precisamente para suportar o inventário de produto acabado. Como tal, revelou-se importante perceber como se comporta o produto acabado em armazém, analisando a cobertura associada a cada SKU.

O primeiro passo foi definir a unidade logística. Todos dados de *stock* retirados do SAP estão em unidades de SKU, no entanto, em armazém essa unidade não é representativa, já que os produtos são guardados em paleta. Foi então necessário analisar junto da área técnica da Colep a forma como são feitos os embalamentos dos vários produtos.

#### 3.3.1 Embalamentos

Os produtos finais da divisão de *packaging*, fábrica de embalagens metálicas produz embalagens para aerossóis, produtos industriais e produtos alimentares. A forma como estas embalagens são paletizadas depende do seu formato. A forma como os materiais são colocados na paleta tem em vista a maximização da carga transportada por cada paleta. No entanto, existe uma restrição de altura de paleta para que mais tarde se consiga fazer o transporte no camião com 2 níveis de paletes em altura.

*Paleta de embalagens para aerossóis*

Os aerossóis são caracterizados pela sua altura e diâmetro. Dependendo desses valores, são embalados colocados em maior ou menor quantidade numa paleta. No entanto, o esquema de embalagem é semelhante para os vários formatos de aerossóis.

São colocadas várias camadas divididas por um cartão (ver Figura 32). No final, os cantos da paleta são revestidos com um cartão e é colocado um outro cartão no topo para proteger as embalagens.

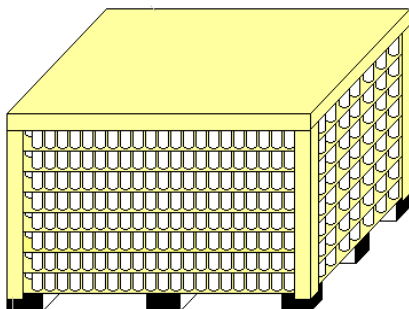


Figura 33- Esquema de embalagem de aerossóis

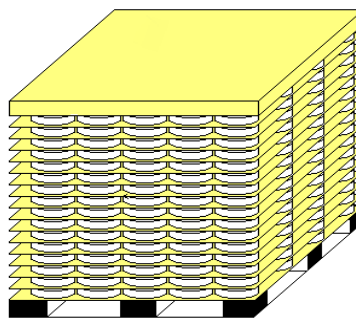


Figura 33- Esquema de embalagem de alimentares

*Paleta de embalagens para alimentares*

As embalagens de produtos alimentares têm um esquema de embalagem semelhante ao dos aerossóis, mas como têm altura inferior conseguem colocar-se mais camadas (ver Figura 33).

*Paleta de embalagens para produtos industriais*

Existem vários formatos de embalagens para produtos industriais. Algumas têm formatos semelhantes a caixas ou pequenas latas cilíndricas para tintas e vernizes. No entanto, uma grande parte das embalagens para produtos industriais são baldes. A forma como os baldes são colocados em paletes é ligeiramente diferente, já que estes são empilhados e encaixados uns nos outros, tal como mostra a Figura 34.

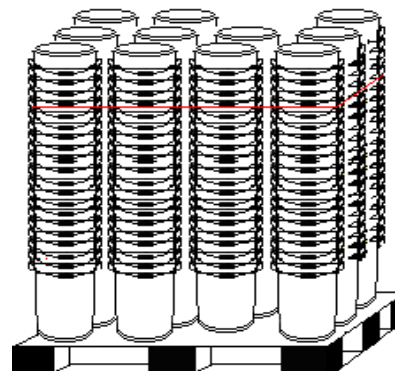


Figura 34- Esquema de embalagem de industriais

### Quantidade vendidas em 2015

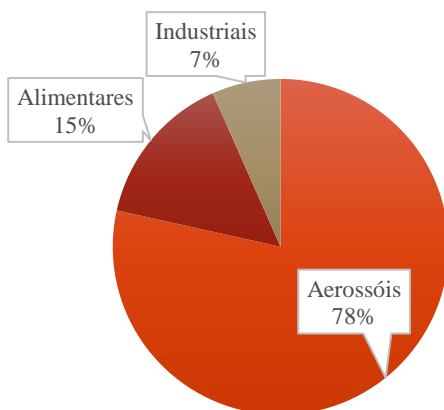


Figura 35- Relação das unidades vendidas por setor em 2015

### 3.3.2 Vendas

No ano de 2015 foram vendidas pela Colep Portugal 305 milhões de unidades de embalagens. 78% dessas vendas foram de embalagens para aerossóis. Os aerossóis representam a maior parcela do volume de vendas da empresa, como se pode ver no gráfico da Figura 35.

Foi também analisada a distribuição das vendas pelos países, ou seja, estudados os principais destinos dos materiais produzidos na Colep.

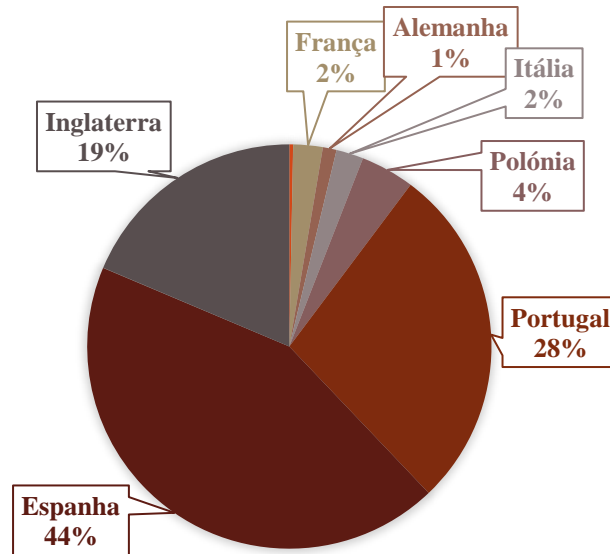


Figura 36- Distribuição das vendas por países (dados de 2015)

Com base na Figura 36 constata-se que o maior cliente da Colep é Espanha, comprando o total de 44% das embalagens produzidas na empresa de Vale de Cambra no ano de 2015. Depois aparece Portugal com um total de 28%. Para Portugal e Espanha os transportes de materiais fazem-se essencialmente através de camião.

O terceiro maior comprador é a Inglaterra, que comprou em 2015 19% das embalagens vendidas pela Colep. Para este país os transportes são maioritariamente feitos através de contentores transportados por navio.

A Colep lida com clientes com uma forte presença no mercado, clientes exigentes que não podem falhar num mercado tão competitivo, e como tal a pressão aumenta sobre o fornecedor das embalagens para os demais produtos. É por esta razão que alguns dos contratos que a Colep tem com os seus clientes asseguram a existência de *stocks* de segurança de produto acabado. Assim as empresas conseguem cobrir qualquer pico de consumo com encomendas de última hora. Neste seguimento foi produzida uma análise à cobertura dos vários SKUs, para se perceber se os níveis de *stock* mantidos em armazém são justificados.

### 3.3.3 Stocks

Com base no ano de 2015, foram recolhidos os valores médios do *stock* em armazém de produto em cada mês. Os relatórios referentes a estes valores encontram-se em unidades. No entanto, no contexto deste trabalho faz mais sentido analisar os *stocks* em unidades logísticas, isto é, em paletes. Com recurso a folhas de cálculo foram feitos os devidos estudos e foram analisados os *stocks* de produto acabado.

Era importante ter uma noção geral do número de paletes em armazém. Para tal foram somadas as paletes de todos os materiais em cada mês e foi produzido o gráfico da Figura 37.

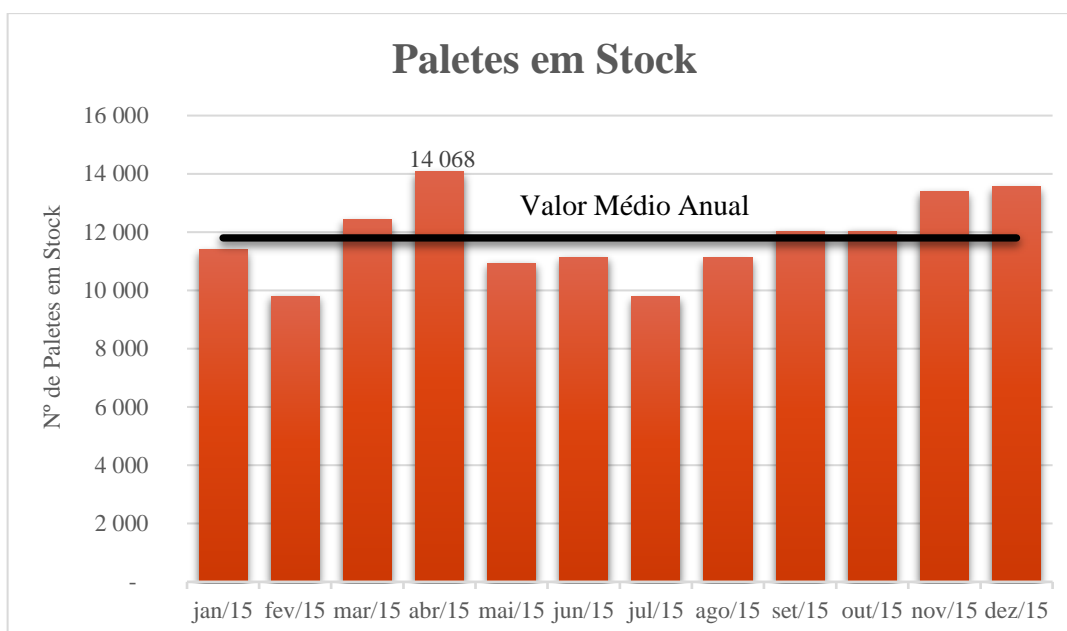


Figura 37- Número de paletes de produto acabado em *stock* no fim de cada mês do ano de 2015

Como se pode analisar, o valor médio de paletes em armazém ronda os 12.000. Existe um pico de *stock* no mês de Abril. Daqui se pode concluir que serão necessárias um mínimo de 12.000 localizações para se conseguir satisfazer as necessidades de armazenamento da empresa se a política de gestão de *stocks* se mantiver a funcionar da mesma forma.

Com base nos mesmos dados, foi analisada ainda a forma como os *stocks* se comportam de acordo com o país a que se destinam.

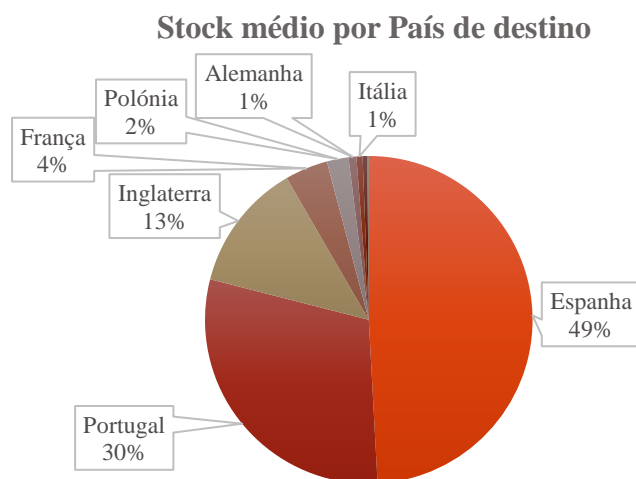


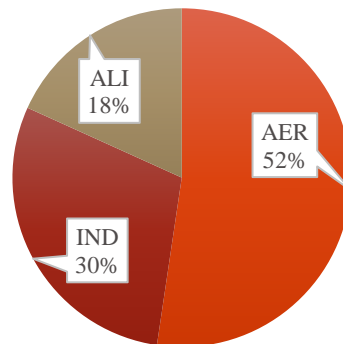
Figura 38- Relação percentual do *stock* por país destino dos produtos

Com base no gráfico da Figura 38, é possível concluir que, tal como esperado, os países com maiores percentagens de compra são também aqueles que estão associados a um maior *stock* em armazém de produto acabado.

Espanha aparece com um valor de *stock* médio ligeiramente superior à percentagem de vendas dada no gráfico da Figura 36. Existem contratos comerciais com vários clientes de Espanha que exigem a manutenção de *stock* de segurança

Relativamente à relação do *stock* com o tipo de produtos, segue-se o gráfico da Figura 39, onde é possível analisar que parte do *stock* em armazém corresponde a embalagens para aerossóis, para produtos alimentares ou industriais.



**Stock médio por setor de produto**Figura 39- *Stock* de produto acabado por setor de produto (dados de 2015)

Novamente, e por comparação com o gráfico das vendas por setor da Figura 35, existe uma diferença percentual significativa. Os *lead times* de entrega curtos e a complexidade das encomendas para embalagens alimentares e industriais é maior. Este tipo de embalagens têm uma grande variabilidade de formas e tamanhos e as encomendas são em menores quantidades. Para reduzir o número de *set ups*, o planeamento da produção é feito por forma a compactar várias encomendas. Consequentemente, os *stocks* são mais elevados.

Apesar de a informação de *stocks* já dar alguma ideia de como funciona o armazém e da capacidade que é necessária, foi necessário avaliar a cobertura associada a cada produto para se perceber se a quantidade de *stock* associada a cada referência é aceitável.

**3.3.4 Cobertura dos consumos**

A cobertura de um produto é dada pelo rácio entre o *stock* e o consumo. Uma cobertura de 15 dias significa que para aquele produto, se a produção parasse naquele momento havia existências para cobrir as necessidades durante 15 dias. Representa precisamente o inverso do índice de rotação.

$$\text{Índice de Cobertura} = \frac{\text{Stock Médio}}{\text{Consumos}} \quad (3.1)$$

No contexto deste projeto faz mais sentido avaliar este índice do ponto de vista das quantidades, isto é, trabalhando com dados de valores de *stock* em termos de unidades armazenadas e de consumos também em termos unitários. Como os consumos do armazém são dados pelas saídas de produto, pode simplificar-se usando os dados das vendas de materiais.

Para esta análise de cobertura foram recolhidos os *stocks* médios mensais de produto acabado e as vendas totais de cada mês. No entanto, não fazia sentido, para a empresa avaliar as coberturas mensais, já que a variação dos consumos das várias referências é abrupta ao longo do ano. Foi então calculado o valor médio da cobertura anual, adequando a equação (3.1), calculando o valor médio do índice da cobertura.

$$\text{Índice de Cobertura médio anual} = \text{Média} \left( \frac{\text{Stock Médio Mensal}}{\text{Vendas Mensais}} \right) \quad (3.2)$$

Foram então recolhidos os dados referentes às vendas unitárias de cada referência durante o ano de 2015. Aplicando a equação (3.2) foram calculadas as coberturas médias de cada SKU para o ano de 2015. O cálculo de cobertura permite relacionar os tópicos referidos anteriormente, vendas e *stock*.

Com recurso a tabelas de cálculo foram calculadas as coberturas médias por referência (SKUs) e a informação obtida resume-se no gráfico da Figura 40.

Não faz sentido neste contexto falar em *outliers* (valores extremos), já que é necessário avaliar todos os produtos em armazém, mesmo aqueles que têm comportamentos muito atípicos. É precisamente nesses SKUs que a empresa pretende colocar ênfase e perceber quais as causas que estão na raiz do seu aparecimento e atuar contra elas.

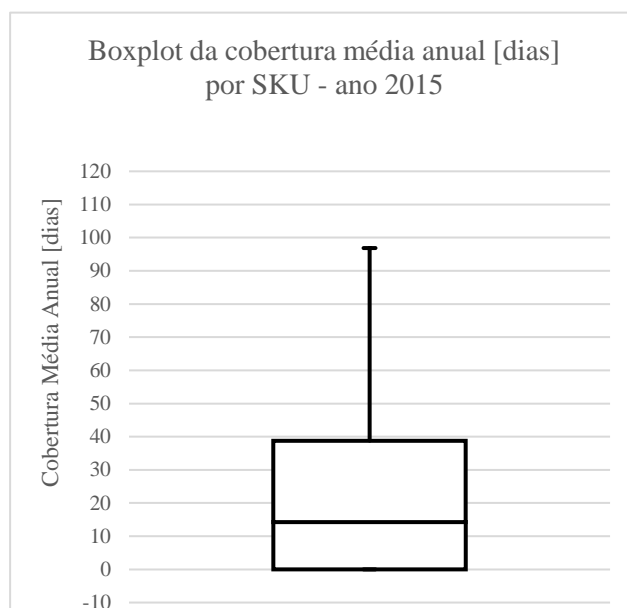


Figura 40- Boxplot da cobertura média anual dos vários SKUs – dados de 2015

Com base no boxplot da Figura 40 conclui-se que metade das referências analisadas apresentam cobertura inferior a 14 dias; 25% dos SKUs transacionados em 2015 apresentam uma cobertura superior a 40 dias, mais de um mês. A cobertura média das várias referências é de 40 dias com um desvio padrão de 108 dias.

A informação da Tabela 4 resume alguns dos principais pontos a analisar, pois mostra a percentagem de referências que apresenta uma cobertura superior a 1 mês.

Tabela 4- Resumo da análise de cobertura - dados de 2015

Cobertura	% de referências
Superior a 1 ano	0,8% das referências
Superior a 6 meses	4,2% das referências
Superior a 4 meses	7,0% das referências
Superior a 1 mês	30,9% das referências

### 3.3.5 Paletes sem localização

Para se ter uma ideia mais clara do número de paletes sem localização, foram recolhidos durante uma semana, dados de *stocks* em armazém de PA. Desses dados foram extraídos os valores referentes a paletes que durante aquela semana se encontravam em armazém sem localizações (devido à falta de espaço o sistema atribuiu-lhes uma posição irreal). Os dados dessa análise encontram-se na Tabela 5.



Tabela 5- Paletes de produto acabado sem localização

Parâmetros	Nº de referências diferentes (SKUs)	Nº de paletes	Nº de artigos [unidades]	Área ocupada [m <sup>2</sup> ]
Média	24	298	479 942	292
Desvio padrão	3	30	220 384	41.16

Pode então constatar-se que diariamente existem cerca de 298 paletes em armazém, que por falta de espaço são colocadas em corredores. São cerca de 24 referências de produtos diferentes.

Significa, portanto, que durante o período de análise, a Colep precisaria, no mínimo de mais cerca de 300 posições para conseguir alocar todas as paletes de produto acabado.

### 3.4 Análise do armazém

Depois de se fazer uma análise intensa aos *stocks* e à rotação dos vários produtos, passou-se para análise do armazém propriamente dito. Numa primeira fase foram analisados os tipos de equipamentos que são utilizados para fazer o armazenamento dos produtos e depois fez-se uma análise quantitativa do espaço disponível em armazém.



O armazenamento de produto acabado atualmente é maioritariamente feito em chão, onde se encontram delineadas as linhas de armazenamento com a respetiva numeração. Existe, no entanto, uma área de armazém onde são utilizadas estantes, para colocação das paletes que contêm componentes como tampos de baldes e latas.

O armazém tem cerca de 5 a 6 metros de pé direito. O armazenamento é feito a 4 níveis, ou seja, são empilhadas até um máximo de 4 paletes (aproximadamente 4,80 metros de altura).

#### 3.4.1 Equipamentos e recursos utilizados

A frota de equipamentos de transporte do armazém A4 é constituída por 10 empilhadores elétricos. Alguns destes equipamentos têm um contrato de *leasing* e outros foram adquiridos pela empresa. Na Tabela 6 está a lista dos empilhadores atualmente em uso no armazém de produto acabado com a respetiva quantidade.

Tabela 6- Imagens dos empilhadores usados e suas quantidades

Tipo de empilhador	Empilhador frontal	Empilhador lateral
Imagem exemplo		
Quantidade	6x	4x
Regime de aquisição	<i>Leasing</i>	Comprado

Os 10 empilhadores são utilizados 24 horas por dia, durante os 3 turnos, sendo necessário um total de 13 colaboradores distribuídos pelos vários horários.

### 3.4.2 Quantificação da área disponível

Após algumas medições no armazém de produto acabado foi possível obter de forma aproximada a quantificação da área disponível para armazenamento. Os resultados destes estudos são apresentados de seguida.

Tabela 7- Áreas de estudo em armazém

Quantificação	Área [m <sup>2</sup> ]	Definição
<b>Espaço Total</b>	8.579,03	Área total de chão no armazém A4
<b>Espaço Útil</b>	3.005,00	Área de chão ocupado pelas células de armazenamento de paletes. Somatório da área de todas as células dedicadas à alocação de paletes de produto acabado
<b>Espaço de 4 níveis</b>	12.985,06	Produto da área útil por 4, porque são empilhadas as paletes em 4 níveis de altura. Representa toda área onde podem ser colocadas paletes, contabilizando a área dos 4 níveis que estas podem assumir
<b>Outros</b>	477,47	Dentro do espaço total calculado, esta parte é ocupada por produto intermédio
<b>Corredores</b>	5.096,56	

### Utilização da área de chão

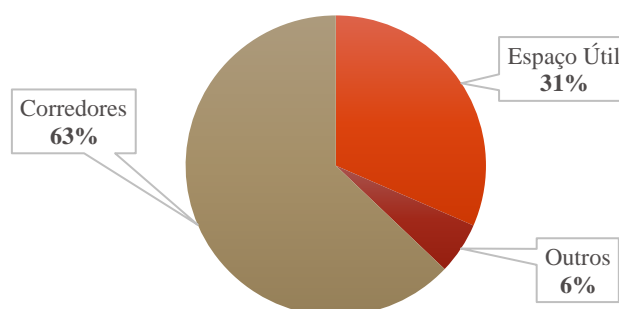


Figura 41- Relação da utilização da área total do armazém

A área total do armazém de produto acabado tem um total de cerca de 8.500 m<sup>2</sup>. Dessa área 31% é parte da área onde são colocadas paletes, ou seja, espaço útil, uma pequena parte, 6% está dedicada ao armazenamento de produto em curso e portanto é zona que não pertence ao armazém em estudo. Tal como se pode ver no gráfico da Figura 41 uma grande parte do armazém é área de corredores.

A percentagem elevada de corredor é devida ao facto de os empilhadores utilizados neste armazém precisarem de corredores bastante largos, com cerca de 3,5 metros de largura. Além disso, os corredores facilitam o acesso aos produtos.

Tabela 8- Cálculo das localizações disponíveis em armazém

Quantificação	Nº de posições	Definição
<b>Nº de localizações</b>	11.626	Calculado tendo em conta que uma paleta pode assumir 4 níveis dentro da área destinada ao armazenamento

## 4 Proposta de Melhorias

Ao longo deste capítulo serão referidas um conjunto de possíveis melhorias a implementar no armazém de produto acabado que serão úteis no sentido de melhorar a eficácia e a eficiência das operações logísticas neste departamento da Colep.

Este é, no entanto, um projeto que não termina. O armazém é uma área que deve ser dinâmica o suficiente para responder rápida e eficazmente às necessidades da empresa, consequência das alterações do próprio mercado. É, portanto, importante que sejam feitos estudos e análises com frequência, para se detetarem problemas e falhas na sua raiz. Quanto mais cedo é detetado um problema, mais fácil se torna desenvolver ações que levem à sua resolução.

Com este projeto pretende-se aumentar a eficiência e a eficácia das operações no armazém.

- **Eficiência:** Aumentar a rapidez das operações de *picking* por parte dos empilhadores.
  - Aumentar a acessibilidade aos produtos com maior procura
- **Eficácia:** Reduzir os erros cometidos por colocação de paletes nos sítios errados
  - Aumentar o espaço disponível para paletes de produto acabado

Com base nestes objetivos foram definidos indicadores, que têm a finalidade de medir o sucesso da aplicação deste projeto na área a que se destina. Com o controlo destes KPIs a empresa futuramente poderá gerir melhor as operações logísticas no armazém de produto acabado, assim como a evolução da aplicação das melhorias que aqui se propõem.

- **% Espaço útil no armazém:** quantificar a utilidade da área de armazém, isto é, a densidade do armazenamento;
- **Nº de paletes fora de localização:** analisar o número de localizações que estão em falta através do cálculo do número de paletes colocadas em corredores quando há falta de espaço;
- **Custo do armazenamento do stock:** quantificar a eficácia da arrumação dos produtos em *stock*;
- **Tempo de preparação de cargas:** analisar a eficiência das operações de *picking* já que são aquelas que mais diretamente afetam o serviço ao cliente.

Apresenta-se, de seguida um conjunto de sugestões que tem por base melhorar a análise que é feita ao *stock* de produto acabado, melhorar o aproveitamento do armazém e com isto melhorar as operações nesta área da empresa.

### 4.1 Gestão do armazém

O inventário de produto acabado da Colep é controlado pelo ERP da empresa. Não existe, no entanto, uma visão em tempo real do nível de inventário no armazém. Isto significa que a empresa só sabe a quantidade de *stock* que tem em armazém quando retira relatórios do sistema e os analisa. Não existe uma forma visualmente ergonómica de perceber se o inventário existente está em níveis controlados.

Desta forma, é importante que exista um controlo constante, onde haja um hábito de regularmente se fazer uma análise detalhada ao *stock*. Nesse sentido foram pensadas algumas

soluções para a gestão de armazém que ajudassem os colaboradores da empresa a fazer esta gestão de *stock* de uma forma simplificada.

Outra questão que foi estudada em conjunto foi a arrumação dos produtos no armazém. Como foi explicado no capítulo 3.2.1, atualmente a alocação dos produtos às localizações faz-se de uma forma pouco eficiente do ponto de vista dos fluxos. Com base na bibliografia consultada considera-se que alocar os produtos de acordo com a sua rotação será uma solução que facilitará os fluxos no armazém.

## 4.2 Localização dos produtos em armazém

Para se colocar a possibilidade de alocar os produtos em armazém de acordo com a sua rotação é necessário que primeiro se perceba que produtos são de alta e de baixa rotação. A análise de cobertura referida no capítulo 3.3.4 serviu como ponto de partida para criar categorias para os vários SKUs.

Foi com os dados recolhidos de *stocks* e vendas de 2015 que se criaram regras para categorizar as várias referências por rotação tendo como base uma análise típica ABC.

### 4.2.1 Análise ABC

Com base na análise da cobertura de *stock* fez-se uma análise ABC. Tendo como ponto de partida a cobertura das várias referências estas são categorizadas; na categoria A são incluídas referências com baixa cobertura, na categoria B cobertura intermédia e na categoria C produtos com coberturas elevadas. Foi ainda criada uma quarta categoria para incluir produtos com coberturas anormalmente elevadas e que muitas vezes ficam bloqueados em armazém por questões incontornáveis. A forma como as referências foram incluídas nas categorias ABC encontra-se apresentada na Tabela 9.

Tabela 9- Limites de cobertura das categorias de *stock*

Categorias de Rotação		
	maior que	menor que
A	0 dias	15 dias
B	15 dias	30 dias
C	30 dias	90 dias
D	90 dias	...

Voltando aos dados recolhidos de 2015 é aplicada esta classificação. Incluem-se as referências com uma média de menos de 15 dias em *stock* na categoria A e assim sucessivamente, tal como listado na Tabela 9.

Dos produtos movimentados durante o ano de 2015 é importante perceber que parcela é de alta, média e baixa rotação.

Relação das referências e sua rotação

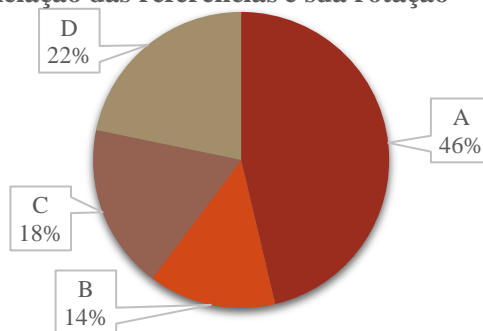


Figura 42- Quantidade de referencias nas categorias de rotação

Tal como se pode ver no Figura 42, 46% das referências analisadas são de alta rotação, ou seja, apresentam uma cobertura inferior a 15 dias. Existe, contudo, uma percentagem bastante significativa de produtos com cobertura anormalmente elevada, superior a 3 meses. Essas referências de produtos foram listadas e encontram-se em análise junto do departamento do *Customer Service*, para se perceber que razões justificam a baixa rotatividade destes produtos. Desta forma a empresa pode reunir um conjunto de ações que minimizem a produção de produtos que tenham este tipo de comportamento no armazém. O inventário representa uma parte do ativo da empresa que não está em utilização. É do interesse da Colep aumentar a percentagem de produtos de alta rotação e reduzir ao máximo situações que levem ao aparecimento de produtos de categoria D.

Continuando com a implementação da análise ABC, mais interessante do que perceber que referências são de alta rotação é perceber quantas paletes, diariamente colocadas no armazém são de alta rotação. Esta análise permite identificar quantas localizações deverão ser criadas para alocar produtos para cada categoria.

Nos gráficos abaixo, a Figura 43 apresenta o número de paletes de cada categoria que estavam em armazém numa média mensal. A Figura 44 mostra a média anual do ano 2015, isto é, quantas paletes estiveram em média no armazém com alta, média e baixa rotação.

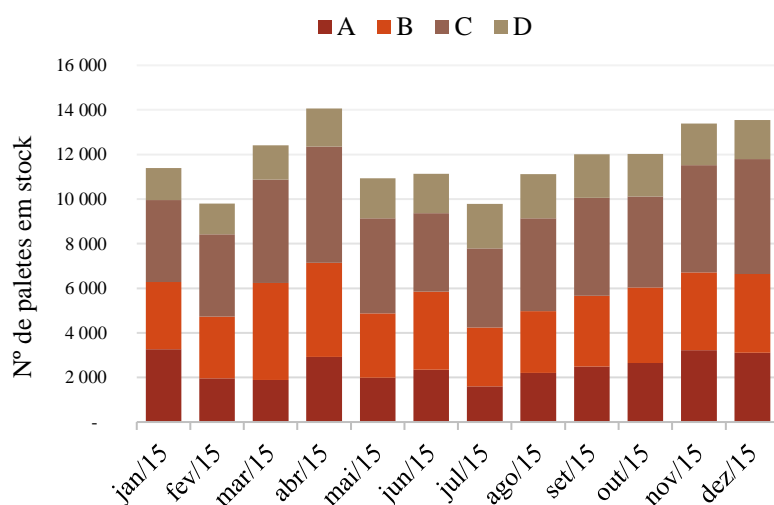


Figura 43- Número de paletes por categorias ABCD em armazém

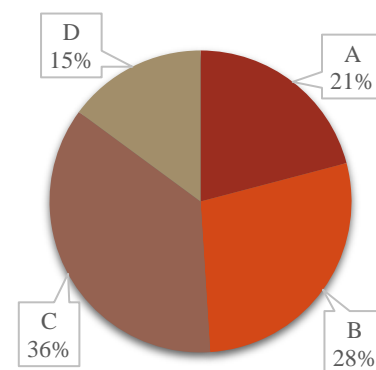


Figura 44- Média anual do número de paletes por categoria em armazém

Uma grande quantidade de paletes (36%, como se pode ver na Figura 44) são de baixa rotação, ou seja, o *stock* existente conseguia cobrir as necessidades de 3 meses de vendas. As paletes de

categoria D representam uma média de 15% do total em armazém, um valor bastante significativo que a empresa quer perceber e resolver.

No entanto, é necessário estudar uma nova organização para o espaço do armazém. Com a informação conseguida é agora possível partir para uma reestruturação do *layout* com base na rotação dos produtos.

A ideia que surgiu, passa por organizar o armazém tendo em conta os fluxos, aumentando assim a eficiência das operações logísticas neste local, nomeadamente as movimentações de materiais que aqui acontecem. Surgiu como opção criar uma organização dos produtos com base na sua rotação, isto é, com o tempo que estes permanecem em *stock*. Sendo assim, produtos com elevada rotação, aqueles que estão pouco tempo armazenados, são produtos que devem ter uma localização mais privilegiada no armazém, estando localizados em zonas de melhor acessibilidade.

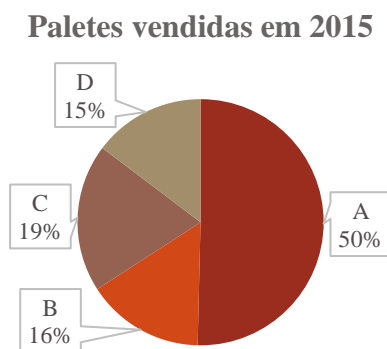


Figura 45- Percentagem de paletes vendidas em 2015 de cada categoria ABCD

De acordo com a informação recolhida, os produtos de mais alta rotação são a maior percentagem de SKUs expedidos pela Colep. Como tal, representam a maior parcela de deslocações dentro do armazém. De acordo com o gráfico da Figura 45, 50% das paletes vendidas em 2015 eram produtos de alta rotação. É, por isso, importante prestar uma especial atenção à alocação destes materiais, já que representam a maior parcela de movimentação de cargas dentro do armazém. Melhorando o acesso destes produtos consegue-se uma melhoria significativa nas movimentações diárias de produto acabado.

#### *Classificar novas referências*

Fruto da necessidade do consumidor de ver renovadas as embalagens dos seus produtos e de um marketing forte, a Colep está sujeita a uma constante alteração dos produtos. Qualquer pequena alteração na litografia das embalagens desencadeia a formação de um novo produto, com uma nova referência, um novo SKU. É necessário, no entanto, que os novos produtos sejam alocados ao armazém, e de acordo com as regras aqui propostas, fica um fator em falta: uma referência nova não tem histórico e como tal não tem uma cobertura histórica associada.

Nestes casos, a alternativa que se propõe depende do motivo que levou à criação da nova referência:

- **Embalagem nova, para um produto final novo, de um novo cliente:** neste caso, não há qualquer histórico associado a este SKU, portanto, parte-se do princípio que será uma referência de alta rotação e é colocado na categoria A. À medida que se vai criando um histórico, é atualizada a informação e a referência é reposicionada, se necessário;
- **Embalagem nova, para um produto final novo (cliente conhecido):** classifica-se esta nova referência de acordo com produtos deste cliente que pertençam ao mesmo setor. Se este cliente tiver produtos deste setor que estejam maioritariamente classificados na categoria B, então é atribuída essa categoria à nova referência. Deve ser feito o ajuste necessário à medida que o produto cria um histórico;
- **Embalagem nova, para um produto já comercializado noutra embalagem:** em casos como este, a nova embalagem vem substituir uma antiga. Como tal espera-se que o comportamento das duas referências seja semelhante, e atribui-se à nova embalagem a categoria da embalagem que esta vem substituir.

Reforça-se a importância de uma permanente reavaliação da categorização das referências de materiais, pois é expectável que os padrões se alterem ao longo do tempo.

#### 4.2.2 Criar zonas no armazém

Associada à rotação dos produtos surge a necessidade de criar zonas no armazém que se destinem ao armazenamento dos produtos de acordo com a sua rotação. Com a informação tratada nos gráficos da Figura 43 e Figura 44 sabe-se quantas localizações deverão ser associadas a cada uma das categorias.

As posições mais críticas serão as criadas para os produtos das categorias A e B. A Tabela 10 refere o número de posições que serão necessárias tendo como base as necessidades médias e máximas do ano 2015.

Tabela 10- Valor médio e máximo de paletes em armazém por categoria de rotação

	<b>Nº Médio de Paletes</b>	<b>Nº Máximo de Paletes</b>
<b>A</b>	2 468	3 267
<b>B</b>	3 313	4 354
<b>C</b>	4 263	5 219
<b>D</b>	1 759	2 003
<b>Total</b>	<b>11 802</b>	<b>14 068</b>

É, portanto, necessário organizar o *layout* para que a alocação das paletes passe a ser feita por rotação. Cerca de 20% das localizações serão para produtos de rotação alta, 30% para produtos de rotação média, 40% das localizações serão para produtos de baixa rotação e as restantes 10% das localizações serão para produtos de muito baixa rotação.

A Figura 46 mostra uma sugestão para a divisão do armazém em zonas. Começa por se delinear aquele a que se chama de corredor principal, que é a zona que liga a entrada à saída das paletes. É ao longo deste corredor que ocorrem as maiores movimentações de cargas e de empilhadores. A partir deste corredor central formam-se as várias zonas, tentando sempre que os produtos tenham tanto maior acessibilidade quanto rotação.

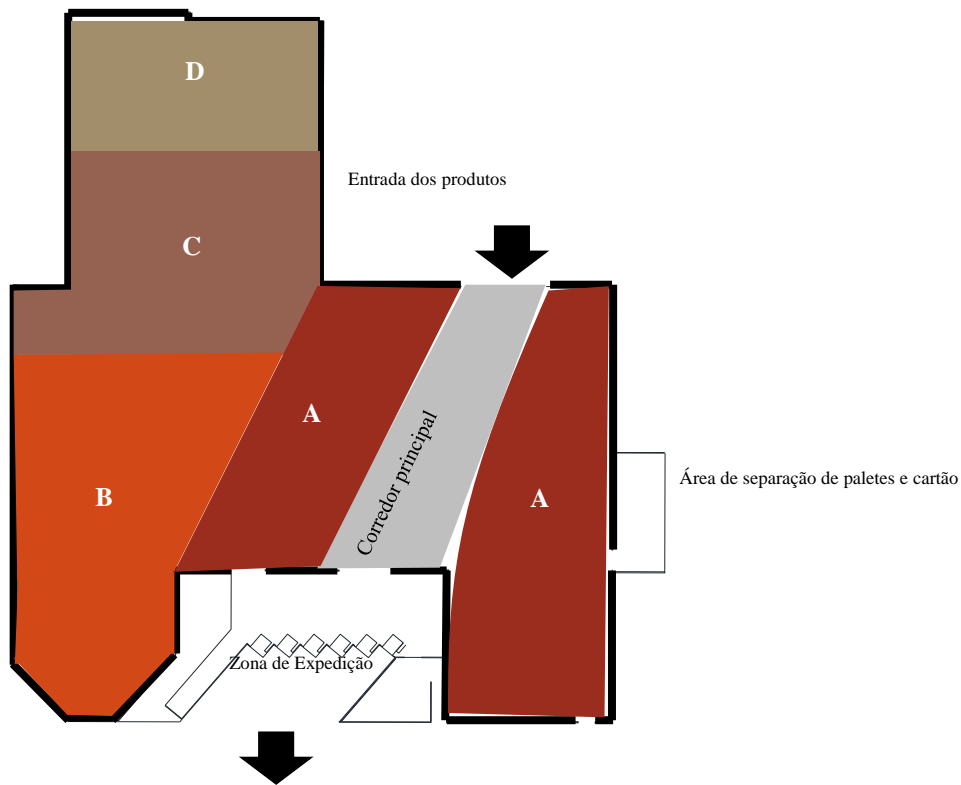


Figura 46- Divisão do *layout* do armazém em quatro áreas

A zona assinalada a vermelho é aquela que mais perto se encontra da zona da expedição e da entrada das paletes vindas da produção. É nesta zona do armazém onde os acessos são mais fáceis e na preparação de cargas é importante que os produtos mais procurados (A) sejam aqueles que estão mais perto. Assim diminuem-se distâncias percorridas e tempos de deslocamento, o que representa uma poupança de custos associados.

#### *Tipos de armazenamento*

Idealmente, para facilitar as movimentações mais críticas, ou seja, a movimentação dos produtos de alta rotação (A), pensou-se em criar zonas com estantes para colocar estas paletes. Opções como estantes com inclinação para facilitar a prática do FIFO seriam propostas melhor analisadas caso houvesse espaço. No entanto, a maior dificuldade do armazém é a falta de espaço. Armazenamento com estantes é uma opção que favorece bastante o fluxo de materiais e seria uma alternativa se o recurso crítico no armazém não fosse a área disponível.

Com esta restrição, deverá manter-se o armazenamento em chão, com linhas de armazenamento para que o espaço seja rentabilizado ao máximo.

### **4.2.3 Custeio do armazenamento**

Outra questão que se colocou desde o início deste trabalho foi o facto de atualmente não existir na Colep em Vale de Cambra uma função que calcule os custos associados ao armazenamento de acordo com as localizações. Quer isto dizer que não se utiliza o custo associado ao facto de a empresa armazenar uma palete. Esta é uma das melhorias que aqui se propõe, criar um custo para a função armazenamento.

Associada a esta questão surgiu a ideia de associar um custo diferente para as quatro áreas. As zonas A do armazém teriam um custo superior, as zonas B um custo intermédio e as zonas C e D um custo mais baixo.



O custo seria atribuído dependendo da acessibilidade à área do armazém. Desta forma, as localizações D teriam um custo mais baixo porque estão numa zona do armazém onde os acessos são difíceis. Surgiu assim a função armazenamento.

$$F_{\text{armazenamento}} = \sum n^{\circ} \text{ dias} \times \text{custo da localização} \quad (4.1)$$

Criando custos para as várias localizações consegue-se calcular quanto custou ter cada paleta na sua localização durante os dias em que permaneceu em *stock*.

De uma forma mais prática, o armazém passa a funcionar como uma pequena cidade, onde o corredor principal é a zona central da cidade. Alojamentos na zona central ficam mais caros que alojamentos nos subúrbios. Como tal, para estadias pequenas compensa ficar numa zona mais central, perto do centro, embora o preço por dia seja mais elevado. Para estadias mais prolongadas, o custo diário já influencia um pouco mais a decisão.

A função armazenamento calcula o custo de ter uma paleta em armazém, durante o tempo que lá permanece. Uma localização com um custo de X€ onde é colocada uma paleta por 4 dias representa um custo total de 4X€.

O objetivo final é minimizar esta função custo de armazenamento. Assim, produtos com baixa rotação e que passam mais tempo em armazém serão alocados a zonas onde os custos diários são inferiores, zonas C e D; paletes que com rotação alta com estadias curtas em armazém serão alocadas a zonas mais nobres do armazém (localizações A).

Esta função permitiria ainda gerar alertas, isto é, quando por algum acaso uma paleta de uma referência considerada de alta rotação está a estabilizar numa zona tipo A e não é expedida no prazo de 15 dias, o sistema gera um alerta de custo, já que aquela paleta está a gerar um custo absurdo por estar naquela localização. Nesse caso desencadeia-se uma ação de reposicionamento daquela paleta numa zona B ou C, onde os custos por dia são mais moderados.

Como alternativa a esta opção, que se apresenta de difícil implementação do ponto de vista da programação do sistema, é definindo um valor máximo de dias que as paletes podem permanecer em cada uma das áreas ABC. A área D fica com o remanescente, produtos com rotação mais baixa que não ficam contemplados nas localizações C. Nesta situação não haveria necessidade de fazer a distinção de custos pelas áreas. Existiria um custo geral, igual para todas as localizações.

#### 4.2.4 Escolha de equipamentos

Na análise efetuada ao armazém de produto acabado chegou-se a uma percentagem de aproximadamente 60% de área para corredores. A próxima melhoria apontada é a diminuição desta percentagem, aumentando assim a área dedicada ao armazenamento. Os corredores do armazém de produto acabado da Colep têm a largura adequada para o tipo de empilhadores utilizados. No entanto, existem outras opções que permitem uma redução significativa da largura dos corredores. Com a redução dos corredores consegue criar-se mais posições para paletes, aumentando assim o espaço útil.



Figura 47- Empilhador retrátil

Foi neste contexto que se convidou um conhecido fornecedor de empilhadores a visitar as instalações da Colep no sentido de sugerir que equipamentos poderiam ser mais adequados para a empresa. Desta visita foi concluído que seria possível fazer uma redução a todos os corredores do armazém com uma remodelação de parte da frota de empilhadores.

A sugestão dada pela empresa passa pela adoção de empilhadores retráteis laterais. Estes equipamentos necessitam de menos espaço para a movimentação de cargas.

Com uma nova frota consegue-se uma redução de cerca de 1 metro na largura dos corredores usados atualmente.

Com base na informação dada pelo fornecedor foi estudada a possível alteração no espaço atualmente disponível.

##### *Redução dos corredores do armazém*

Com recurso ao *software* AutoCAD foi atualizada a planta do armazém A4, e foram desenhadas as possíveis alterações mantendo o *layout* atual do armazém. Posteriormente, os ganhos de número de localizações foram contabilizados. No Anexo B encontra-se a Figura 1Figura onde se pode ver o *layout* atual do armazém de produto acabado da Colep.

A Figura 2 do Anexo B apresenta o *layout* do armazém após uma redução no espaço dos corredores. Estão assinaladas, no armazém, as localizações conseguidas com a redução dos corredores. Foi possível com esta alteração aumentar 12,8% o espaço para paletes. Com este aumento de espaço de armazenamento é possível armazenar mais 1.492 paletes de produto acabado.

Tabela 11- Número de localizações para paletes no armazém A4

	<i>Layout</i> atual	<i>Layout</i> sugerido	Aumento
<b>Nº de paletes</b>	11.626	13.118	1.492 (12.8%)

Na Tabela 11 estão os valores calculados do número máximo de paletes que se consegue armazenar no armazém de PA no caso da situação atual e após a aplicação da melhoria sugerida anteriormente.

A alternativa analisada para o *layout* permite o menor investimento em alterações de infraestruturas de armazém. As localizações atualmente existentes marcadas no chão do espaço permaneciam constante e eram apenas acrescentadas localizações paralelas a essas. Outras linhas seriam estendidas.

No entanto, é sugerida uma análise mais elaborada à organização do *layout*, nomeadamente a disposição das linhas de produto e a orientação das estantes.

### 4.3 Alteração do layout

Está em estudo a alteração do *layout* do armazém com a proposta sugerida de organizar os produtos por categorias de rotação. Por forma a cumprir com esta alteração, foi desenhada a planta do armazém após as alterações da largura dos corredores. Na Figura 48 estão assinaladas as zonas que se propõem para as várias categorias de rotação (ABCD). Com esta distribuição, será possível armazenar diariamente as várias paletes de produto acabado de uma forma mais eficiente. O número de localizações atribuído a cada categoria tem em conta a informação apresentada na Tabela 10.



Figura 48- *Layout* do armazém de PA dividido nas categorias de rotação

Através da implementação das alterações propostas, a empresa poderá avaliar a eficiência das melhorias sugeridas. As modificações até este ponto serão moderadas e implicam um baixo investimento. No entanto, serão suficientes para que através do controlo dos KPIs sugeridos se consiga avaliar o progresso das operações logísticas no armazém de produto acabado.

Existe uma perspetiva de melhoria associada aos fluxos com a nova organização das paletes de produto. O aumento da área útil permitirá também uma melhor organização do espaço disponível.

## 5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

As alterações do mercado atual ditam as tendências no consumo e por sua vez o rumo da indústria. No setor de *metal packaging*, a tensão tem-se sentido. O aparecimento de soluções de embalagem alternativas à convencional embalagem em folha-de-flandres veio determinar o aumento da competitividade entre o pouco número de empresas que se arriscam neste mercado.

A Colep é uma empresa Portuguesa que compete contra gigantes como a Crown. No entanto, a Colep tem-se munido de todas as suas forças para estar ao melhor nível, entre todos os concorrentes. A produção de embalagens metálicas em folha-de-flandres é muito influenciada pelo acesso às matérias-primas.

A empresa portuguesa assiste atualmente a um forte aumento do volume de negócio conseguido pela qualidade dos seus produtos e um elevado nível de serviço ao cliente. Este fator tem vindo a criar uma preocupação pelo aumento do volume de produção e melhoria dos níveis de qualidade, como fator diferenciador.

O armazém de produto acabado, de que é alvo este projeto, é um espaço da empresa que tem sido alvo de especial atenção por parte das equipas de gestão, porque está atualmente com elevadas taxas de lotação e necessita de se transformar de modo a acolher as necessidades futuras do mercado em que se insere a Colep. As atenções voltam-se para o armazém de produto acabado porque falhas neste setor afetam diretamente a satisfação do cliente. Atrasos nas entregas ou aviamentos de encomendas incompletas são alguns dos graves problemas que a empresa não pretende tolerar.

Existe uma crescente preocupação por manter o armazém organizado, eficaz e eficiente. Este estudo permitiu criar um conjunto de informação acerca do armazém de produto acabado e técnicas de análise dessa mesma informação, que serão utilizadas hoje e no futuro pela empresa. O objetivo principal foi fazer uma identificação pormenorizada dos problemas existentes no armazém e na sua operação e perceber qual a causa desses problemas. Com base nas questões apontadas, foi feita uma análise exaustiva e está a ser desenvolvido pela Colep um conjunto de medidas que tem como objetivo a mitigação desses problemas.

O conjunto de melhorias aqui proposto serve de ponto de partida para um projeto a tempo inteiro. O armazém da empresa não pode parar enquanto o mercado se altera e os padrões de consumo tomam diferentes rumos. O armazém deve estar preparado para responder à empresa, para que a empresa responda ao cliente.

Com este projeto foi possível avaliar de uma forma exaustiva o armazém de produto acabado. Começou por se fazer um estudo dos *stocks* de produto acabado e de seguida foi feita a recolha de dados de equipamentos utilizados e medição da área de armazenamento.

Os dados recolhidos serviram de ponto de partida para a identificação dos problemas no armazém. Existe uma elevada percentagem de produtos com baixa rotação localizados em zonas de elevada acessibilidade. Não sendo alvo deste projeto o controlo do nível de inventário, foi necessário contornar a situação com a realocação dos produtos de baixa rotação. Tendo em

vista a melhoria do fluxo de matérias durante o *picking* foi sugerida uma alocação dos produtos ao armazém com base na rotação dos mesmos.

Com o auxílio de uma empresa especializada foi possível provar que a utilização de novos empilhadores permitirá uma redução significativa da área não útil do armazém. A hipótese foi testada com o desenho do *layout* alternativo do armazém da empresa. Conseguiu-se, deste modo, um aumento do número de localizações para paletes de produto acabado. Com este acréscimo de disponibilidade a Colep passaria a conseguir localizar as paletes de produto acabado para um cenário de volume de negócio médio. É, no entanto, esperado que as análises ao *stock* produzam algum efeito e que sejam desenvolvidas acções de retirada de paletes que se encontrem em situações anómalas.

Outro objetivo deste trabalho é a criação de hábitos de controlo do nível de inventário e da idade das paletes em armazém. As melhorias propostas apontam para um sistema que produza alertas associados aos custos gerados por paletes em armazém. Com a implementação destas melhorias, o controlo dos *stocks* torna-se mais visível e fácil de analisar pelos vários departamentos da empresa que poderão ter ação direta sobre os níveis de inventário.

Uma outra melhoria que tem um grande impacto esperado é o custeio do armazenamento de uma paleta. Atribuindo um custo à existência de *stock* de produto acabado, espera-se um maior comprometimento e atenção por parte das equipas responsáveis pelo controlo do *stock*. A existência de indicadores (KPIs) que medem a eficiência das várias operações possibilitará também que o departamento da expedição tenha um papel mais ativo e interventivo junto dos restantes departamentos do *Supply Chain*. Passará a ser mais visível a influência das produções em grandes lotes para o global da empresa. Reduzir *set ups* tem sido o objetivo da produção, mas isso condiciona fortemente as operações logísticas da empresa, e consequentemente o custo do armazenamento.

O problema de falta de espaço na Colep sente-se noutros armazéns. Existem, atualmente, zonas do armazém de produto acabado que estão a ser ocupadas por paletes que não pertenciam, inicialmente, àquela área de armazenamento. A aposta em estudos semelhantes ao aqui apresentado, permitirá à empresa reconsiderar a reorganização dos restantes armazéns no sentido de conseguir aumentar a área útil de armazenamento. Alcançadas melhorias nos armazéns de produto intermédio, seria possível dedicar todo o armazém ao produto acabado. Desta forma há um acréscimo do número de localizações e consequente redução da taxa de ocupação.

Para a empresa continuar a operar com um nível de serviço tão elevado e com os mesmos recursos na produção, precisa de manter níveis de *stock* de segurança elevados. Esses *stocks* de segurança para a quantidade de SKUs necessários dita uma grande necessidade de área de armazenamento. Alternativamente, a empresa está a trabalhar no sentido de aumentar a agilidade da sua produção. O objetivo é que a unidade produtiva consiga responder mais rapidamente a alterações de encomendas e consiga reduzir *lead times* de entrega. A agilidade da produção tem em vista precisamente a redução do inventário, uma vez que é preciso ser-se ágil para alternar produções entre várias referências de materiais para encomendas de baixo volume.

O armazém na Colep representa uma parte significativa da área total da empresa. No entanto, as taxas de ocupação rondam os 100%. O *trade off* entre a ocupação e a movimentação é uma forte preocupação da empresa. Com a ocupação do armazém a exceder os 100% em alguns períodos, torna-se crítica a movimentação das cargas durante o *picking*. Muitas vezes, os corredores do armazém ficam de tal modo congestionados que os empilhadores têm de percorrer distâncias maiores de forma a evitar obstáculos.

Algumas das soluções utilizadas e referidas no capítulo 2 são opções que a empresa poderá avaliar para alternativas de armazenamento no longo prazo, já que representam investimentos

avultados e alterações disruptivas para toda a logística da empresa. A adoção de armazéns automáticos tem sido uma aposta de várias empresas ao longo dos últimos anos. Esta opção não é, ainda, viável para a Colep uma vez que o custo por metro quadrado da área onde o armazém se encontra localizado não justifica, para já, esse investimento.

As maiores dificuldades deste projeto centraram-se na obtenção de dados. Um dos passos mais significativos deste projeto foi a aprendizagem de métodos de trabalho da empresa, nomeadamente a utilização da base de dados. Após este passo foi possível recolher a informação relevante para o tratamento dos dados necessários para este projeto. No entanto, a quantidade de informação e de aspetos a tratar é tão variada que foi necessário reduzir o objeto de trabalho inicialmente proposto pela Colep. A logística de uma empresa desta dimensão é de tal modo complexa que a janela temporal disponível não seria suficiente para cumprir objetivos mais ambiciosos.

Outro grande entrave à iniciação deste projeto foi a compreensão da impossibilidade de distinguir os produtos que eram produzidos para uma ordem e produtos que eram produzidos para constituição de *stock*. Durante o planeamento da produção são aglomeradas as necessidades de produto para *stock* e para encomenda. No ERP da empresa deixa de constar informação do tipo de necessidade que gerou aquela ordem, quando as quantidades necessárias são convertidas em ordens de produção. Como tal, as paletes de produto acabado saem da produção e entram em armazém sem forma de serem distinguidas se foram geradas para constituir *stock* ou para satisfazer uma ordem.

Poderão existir estudos nesta área que ajudarão a melhorar os processos no armazém. Será interessante fazer uma análise às cargas destinadas às fábricas da Colep em Espanha e na Polónia.

Um dos tópicos mais relevantes para a empresa será a aplicação das melhorias propostas na alocação das paletes ao armazém de acordo com a rotação dos produtos. Está em curso o desenvolvimento de um modelo de simulação que permitirá avaliar os ganhos previstos nas distâncias percorridas pelos empilhadores. Com a simulação da nova organização do armazém será possível avaliar a eficácia da alternativa no quotidiano da empresa. Com a simulação de *pickings* poderá ser contabilizada a evolução das distâncias percorridas pelos empilhadores.

Todas estas melhorias e alterações são ações que requerem uma forte mobilização de todos os envolvidos. A aplicação de algumas das sugestões mais simples aqui propostas requerem bastante trabalho que não acrescenta valor ao produto vendido ao cliente. São, contudo, modificações que se irão repercutir nas operações do armazém de produto acabado. No entanto, é importante pensar a longo prazo e fazer da melhoria contínua uma constante no dia-a-dia de toda a empresa.

## Referências

- Altekar, V. Rahul. 2012. *Supply Chain Management: Concepts and Cases*. India: PHI Learning.
- Baker, Peter. 2010. *The Role and Design of Warehouse in Modern Supply Chains*. Bedford: Nova Science Publishers.
- Baker, Peter, e Sara Perotti. 2008. *UK Warehouse Benchmarking Report*. Cranfield : Cranfield School of Management.
- Bowersox, Donald J., e David J. Closs. 2001. *Logística Empresarial*.
- Bowersox, J. Donald, e J. David Closs. 1996. *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. Mc Graw-Hill.
- Coimbra, Euclides A. s.d. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. Mc Graw Hill Education.
- egemin. s.d. *Egemin Automation*. Acedido em 06 de 2016. [http://www.egemin-automation.com/en/automation/material-handling-automation\\_ha-solutions\\_automated-warehouse-systems\\_wds-concepts/automated-storage](http://www.egemin-automation.com/en/automation/material-handling-automation_ha-solutions_automated-warehouse-systems_wds-concepts/automated-storage).
- Forkforce. s.d. *Enforcer*. Acedido em 11 de 06 de 2016. <http://www.enforcerforklifts.com.au/walkie-stackers-pallet-lifters/>.
- Frazelle, Edward H. 2002. *World Class Warehousing and Material Handling*. McGraw-Hill.
- Glockner, Holger, Kai Jannek, Johannes Mahn, e Bjorn Theis. 2014. *Augmented Reality in Logistics*. DHL Customer Solutions and Innovation.
- Guedes, Alcibíades Paulo. 2012. *Armazéns e Movimentação de Materiais*. Suporte de Aulas, FEUP.
- Hompel, Michael, e Thorsten Schmidt. 2007. *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Berlin: Springer Science.
- Innovic. s.d. *INNOVIC 24\*7*. Acedido em 09 de 06 de 2016. <http://innovic247.com/supply-chain-management/inventory-control-and-management/>.
- Jungheinrich. s.d. *Jungheinrich*. Acedido em 10 de 06 de 2016. <http://www.jungheinrich.com/en/storage-systems/mobile-racking-system/>.
- Kückelhaus, Dr. Markus, Katrin Zeiler, Veronika Söntgerath, Dr. Nedialka Bubner, e Dr. Nikolaus Bubner. 2013. *Logistics Trend Radar*. Trolsdorf: DHL Customer Solutions and Innovation.
- Nogueira, Amarildo. 2009. *O Gerente*. 05. Acedido em 06 de 2016. [http://www.ogerente.com.br/novo/colunas\\_ler.php?canal=11&canallocal=41&canalsub2=132&id=2398](http://www.ogerente.com.br/novo/colunas_ler.php?canal=11&canallocal=41&canalsub2=132&id=2398).
- Piasecki, Dave. s.d. *Inventoryops*. Acedido em 06 de Junho de 2016. <http://www.inventoryops.com/Aisle%20Width.htm>.

- Reinaldo, A. Moura, e Maurício Banzato José. 1997. *Embalagem, Utilização e Containerização*. INAM.
- s.d. “Relatório e Contas 2015.” *Grupo RAR*. Acedido em 06 de 2016. [http://www.rar.com/fotos/editor2/rc\\_2015\\_gruporar\\_f.pdf](http://www.rar.com/fotos/editor2/rc_2015_gruporar_f.pdf).
- Richards, Gwynne. 2011. *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. Kogan Page Publishers.
- SACMA. s.d. *SCMA Sistemi e Impianti di Magazzinaggio*. Acedido em 07 de 06 de 2016. <http://www.sacmaspa.com/prodotti.php?s=113>.
- Silver, Edward. 1981. “Operations Research in Inventory Management: A Review and Critique.” *Operations Research* 628-645.
- Winklbauer, Holger, Heike Humpf, Monika Schneider, e Moritz Sattler. 2009. *Delivering Tomorrow*. Bonn, Alemanha: Deutsche Post AG.



Anexo A

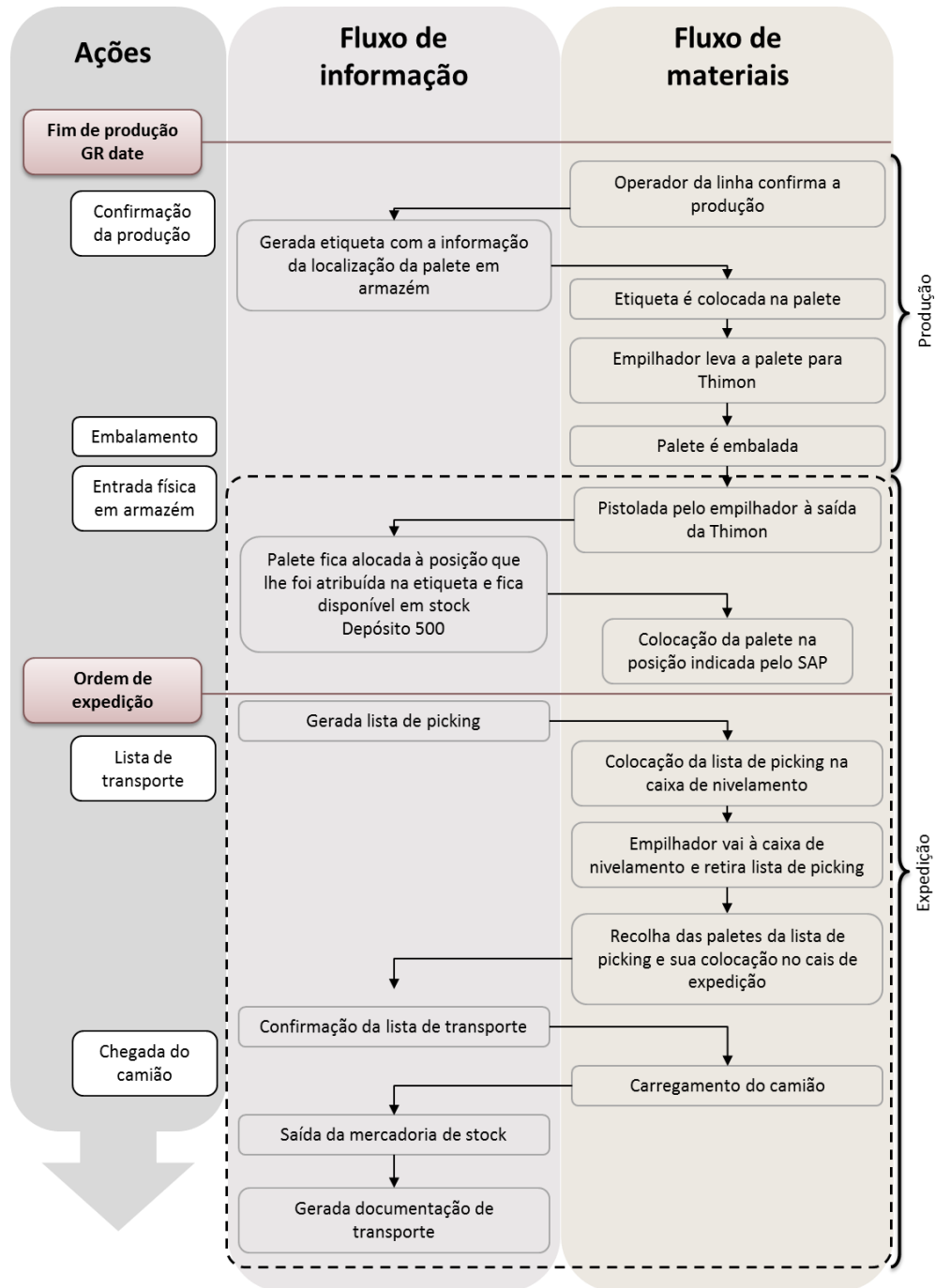


Figura 1- Mapa de fluxos de informação e de materiais desde o fim da produção até à saída do produto de armazém

## Anexo B

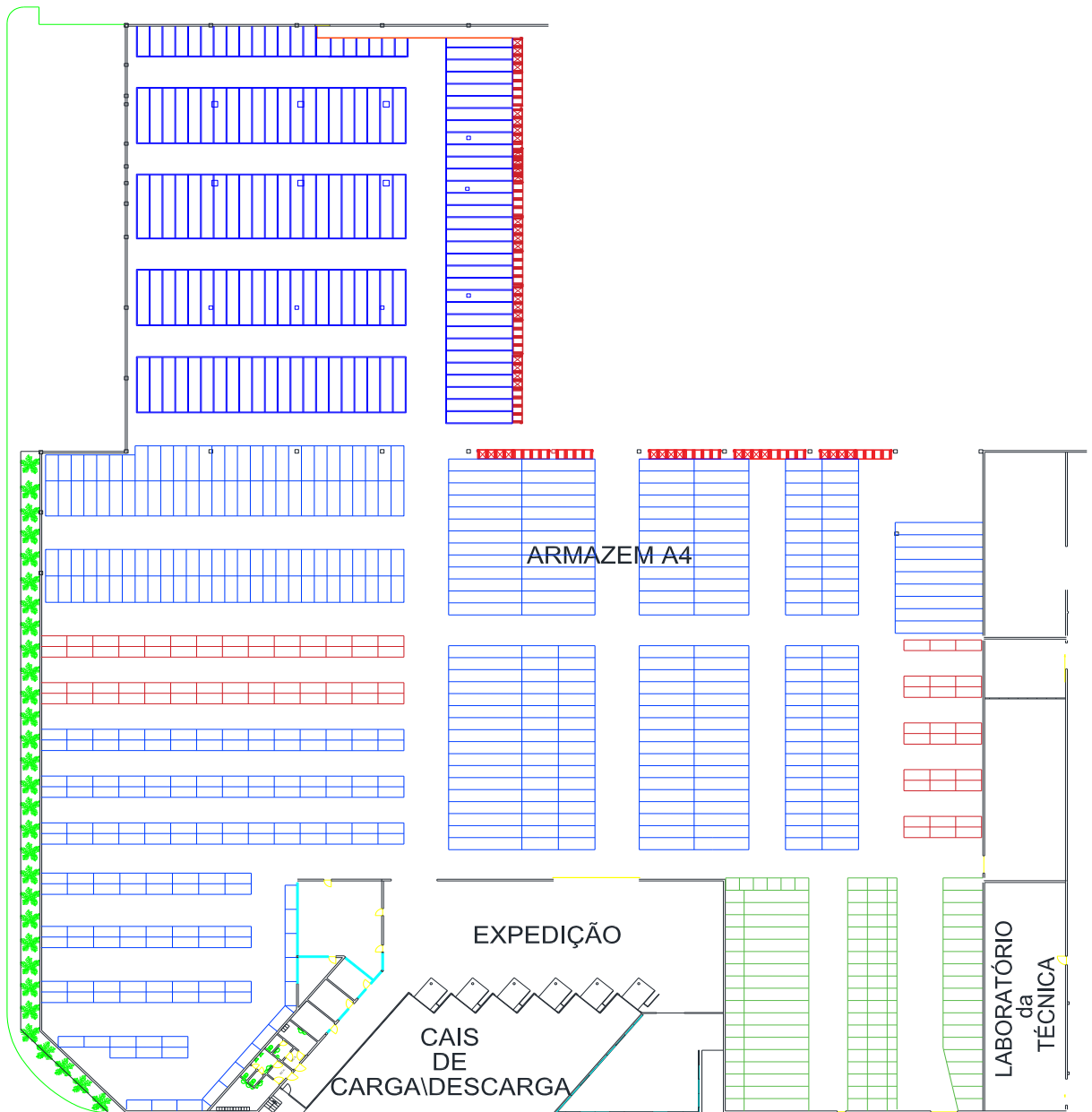


Figura 1- Planta do armazém A4 após atualização

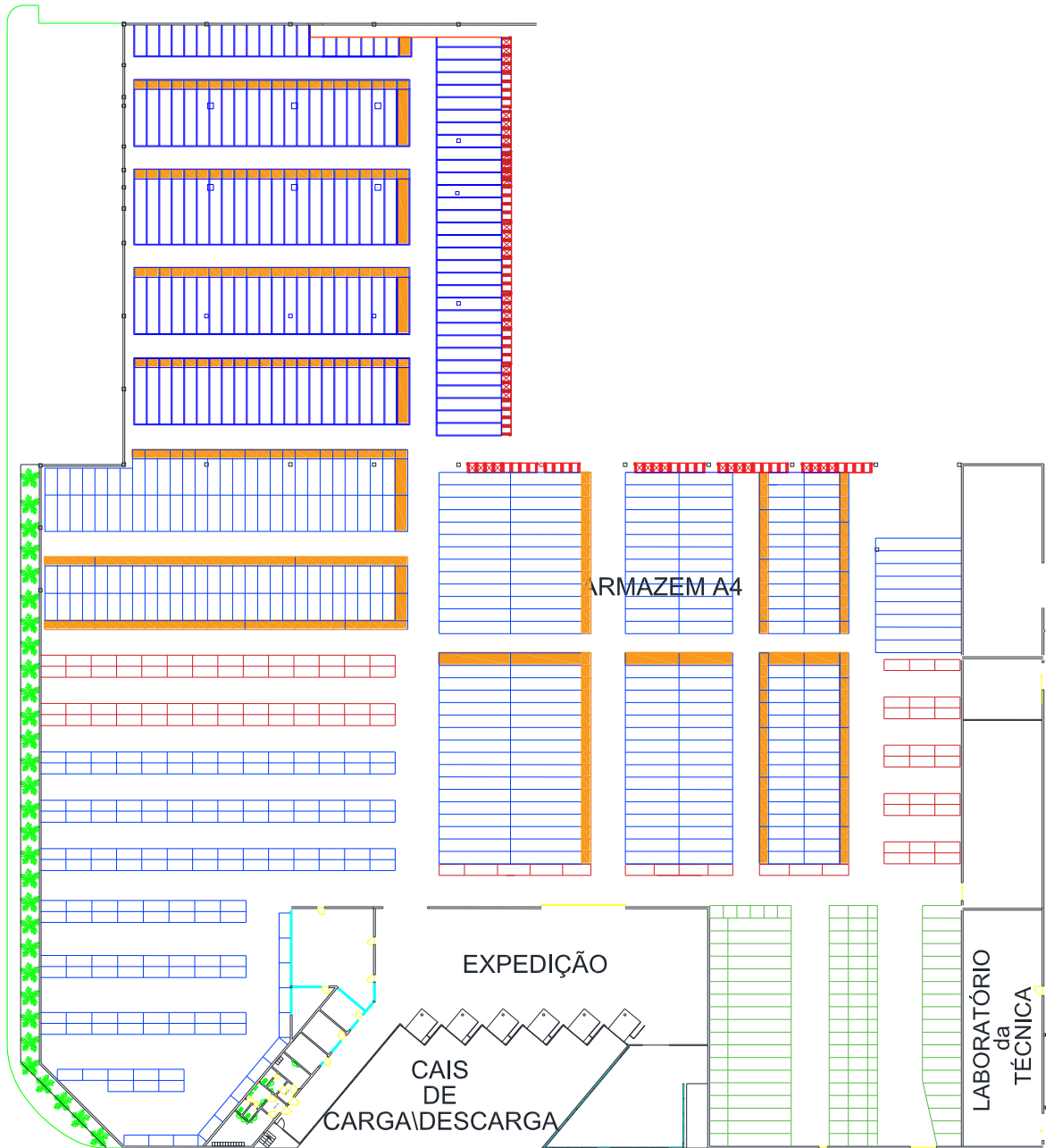


Figura 2- Planta do armazém após redução do espaço de corredores pelo aumento das células assinaladas