



Inês Sofia de Oliveira Pinto

# Gestão do armazenamento em empresa de produção de perfis de aço

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Julho/2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

## **Gestão do armazenamento em empresa de produção de perfis de aço**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

**Autor**

**Inês Sofia de Oliveira Pinto**

**Orientador**

**Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto**

**Co-Orientador**

**Engenheiro Henrique Carolino Monteiro**

**Júri**

**Presidente** Professor Doutor Cristóvão Silva  
Professor auxiliar da Universidade de Coimbra

**Vogais** Engenheiro Henrique Carolino Monteiro  
Diretor da Logística na empresa Böllinghaus Steel  
Engenheiro José António Gonçalves dos Santos  
Diretor da Produção na empresa Böllinghaus Steel

**Colaboração Institucional**

---



**Böllinghaus Steel S.A.**

**Coimbra, Julho, 2014**







## Agradecimentos

O projeto/dissertação que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de expressar o meu agradecimento:

Ao professor doutor Pedro Neto, pela disponibilidade prestada e pela ajuda na elaboração deste trabalho.

À empresa Böllinghaus pela oportunidade que me proporcionaram com a realização do estágio curricular.

Ao Engenheiro Henrique Monteiro, pela orientação, apoio e dedicação, sem ele este projeto não seria possível.

Ao Álvaro Pedrosa, Hugo Vicente e Paulo Oliveira, pela disponibilidade, a paciência e ajuda, mas acima de tudo por me acompanharem ao longo destes meses e contribuíram para esta maravilhosa experiência.

A todos os colaboradores da empresa por me terem recebido tão bem e que de uma forma ou outra ajudaram a que este projeto se concretiza-se.

Aos meus pais e amigos por todo apoio e compreensão demonstrada ao longo da realização deste projeto.

Por fim, ao Miguel Filloux, por toda a ajuda, compreensão e carinho que mostrou ao longo destes meses.



## Resumo

Face à crescente necessidade de as empresas responderem mais rápido às necessidades dos clientes, o armazenamento torna-se um fator importante e consequentemente alvo de uma racionalização cuidada.

O projeto analisado na presente dissertação tem como objetivo a otimização dos espaços de armazenamento numa empresa do sector metalúrgico, a Böllinghaus Steel, sendo o espaço com mais foco o armazém de produto acabado. Mediante isto e tendo em conta que o atual método de alocação do produto acabado no armazém implica desperdícios de tempos em manuseamentos desnecessários e riscos para a segurança dos operadores, foram selecionadas varias alternativas que permitissem o melhoramento do mesmo.

Estas alternativas apresentaram benefícios a nível dos tempos de *picking*, embora ficassem aquém das expectativas para a capacidade total do armazém.

Para os restantes locais de armazenamento, a empresa já disponha de duas soluções, pretendendo então, que fosse analisada qual a melhor opção.

**Palavras-chave:** Armazém, armazenamento, manuseamento, picking, segurança.





## Abstract

Given the increasing need for companies to respond more quickly to customer needs, storage becomes an important factor and therefore subject to a thorough rationalization.

The project analyzed in this dissertation aims to optimize the storage spaces in a company in the metallurgical sector, Böllinghaus Steel, the space being more focused in the finished product warehouse.

Through this and taking into account that the current method of allocating the finished product in the warehouse involves wasted time on unnecessary handling or risk to the safety of operators, several alternatives that allow the improvement of it were selected.

These alternatives showed benefits in terms of time picking, but stay short of expectations for total warehouse capacity.

For the remaining storage locations the company already had two solutions, then it was analyzed which option is best.

**Keywords** warehouse, storage, handling, picking, safety.



---

## Índice

Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Motivação .....	1
1.2. Estrutura da dissertação .....	1
1.3. A empresa .....	2
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	5
2.1. Armazém e armazenagem .....	5
2.1.1. Medidas para avaliar o desempenho de armazém .....	6
2.1.2. Métodos e equipamentos para o armazenamento .....	7
2.1.3. Estratégias de alocação do material .....	8
2.2. Tipos de <i>Layout</i> de armazéns .....	10
3. IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA .....	11
3.1. Abordagem ao problema .....	11
3.2. Armazém de produto acabado .....	11
3.2.1. Caracterização do local de armazenamento .....	11
3.2.2. Estudo das características dos produtos armazenados .....	17
3.2.3. Propostas para o armazém .....	21
3.2.4. Alocação do material .....	35
3.2.5. Benefícios .....	36
3.3. Restantes locais de armazenamento .....	40
3.3.1. Caracterização do local de armazenamento .....	40
3.3.2. Teste das estantes .....	41
4. CONCLUSÕES .....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
APÊNDICE A – Análise dos comprimentos dos atados .....	51
APÊNDICE B – Análise dos pesos dos atados .....	53
APÊNDICE C – Tempos de carregamento de atados em um caminhão e um contentor .....	55
APÊNDICE D – Análise das cargas de camiões e contentores .....	57



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Instalações da Böllinghaus Steel S.A. na Vieira de Leiria.....	2
Figura 1.2. Gama de produtos da Böllinghaus Steel. ....	3
Figura 2.1. Operações básicas de armazenamento. ....	5
Figura 2.2. Ilustração dos métodos de alocação a um armazém com 9 itens. ....	9
Figura 2.3. Ilustração dos tipos de <i>layout</i> de armazém. ....	10
Figura 3.1. Atado. ....	12
Figura 3.2. Bloco de atados. ....	12
Figura 3.3. Carregamento de um camião para a Europa. ....	14
Figura 3.4. Carregamento de um contentor. ....	14
Figura 3.5. Armazém do produto acabado. ....	15
Figura 3.6. <i>Layout</i> do armazém produto acabado. ....	16
Figura 3.7. Análise dos comprimentos dos atados. ....	18
Figura 3.8. Análise dos pesos dos atados. ....	19
Figura 3.9. Evolução semanal das quantidades armazenadas. ....	20
Figura 3.10. Estantes Cantilever. ....	22
Figura 3.11. Empilhador HUBTEX em funcionamento. ....	23
Figura 3.12. Empilhador COMBILIFT em corredor com guias. ....	24
Figura 3.13. <i>Layout</i> para a proposta A. ....	26
Figura 3.14. Estantes com gavetas. ....	27
Figura 3.15. <i>Layout</i> para a proposta B. ....	29
Figura 3.16. Estantes móveis com gavetas. ....	30
Figura 3.17. <i>Layout</i> para a proposta C. ....	31
Figura 3.18. Estantes automáticas. ....	32
Figura 3.19. <i>Layout</i> para a proposta D. ....	34
Figura 3.20. Tipos de matéria-prima utilizada. ....	40
Figura 3.21. Semiacabado. ....	40
Figura 3.22. Estante (a) da empresa “A”; (b) da empresa “B”. ....	41
Figura 3.23. Situação atual de armazenamento. ....	43
Figura 3.24. Manuseamento do atado (a) sem <i>spreader</i> ; (b) com <i>spreader</i> . ....	44

Figura 3.25. Sistema de ajuda visual ao operador no empilhador..... 45

---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Sistemas de armazenagem manuais (adaptado de Carvalho et al., 2012). ....	7
Tabela 2.2. Sistemas de armazenagem automáticos (adaptado de Carvalho et al., 2012). ...	8
Tabela 3.1. Quilogramas em armazém. ....	20
Tabela 3.2. Dimensões das estantes Cantilever. ....	24
Tabela 3.3. Capacidade de cada estante Cantilever. ....	25
Tabela 3.4. Custo de cada estante Cantilever. ....	25
Tabela 3.5. Custo por quilograma em cada estante Cantilever. ....	25
Tabela 3.6. Dimensões das estantes com gavetas. ....	27
Tabela 3.7. Capacidade e custo de cada estante com gavetas. ....	28
Tabela 3.8. Dimensões das estantes móveis. ....	30
Tabela 3.9. Custo de cada estante móvel. ....	31
Tabela 3.10. Dimensões das estantes automáticas. ....	33
Tabela 3.11. Custo de cada estante automática. ....	33
Tabela 3.12. Resumo das propostas indicadas. ....	34
Tabela 3.13. Tempos de retorno das propostas. ....	37
Tabela 3.14. Capacidade Total das propostas. ....	37
Tabela 3.15. Tempos de cargas/descargas das estantes. ....	42
Tabela 3.16. Tempos de cargas/descargas da situação atual. ....	43





# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. Motivação**

Inevitavelmente os produtos passam parte do seu tempo de ciclo de vida em locais de armazenamento, e embora esta seja uma atividade que não acrescente valor ao produto, contribui para que o sistema logístico cumpra com a proposta de valor, assim é natural que as empresas devam ter em consideração a maneira como os seus produtos são armazenados de modo a responder da melhor forma aos seus clientes.

O projeto em causa traduz isso mesmo, na necessidade de melhorar os locais de armazenamento da empresa Böllinghaus Steel, onde o seu maior problema prende-se com o método com que o seu produto é armazenado ao longo do seu ciclo de vida. Este método aparenta não ser o mais eficaz uma vez que existe manuseamento desnecessário dos materiais, tempo desperdiçado na procura do produto e riscos para a segurança dos colaboradores. Assim o grande objetivo para o presente projeto é otimizar esses espaços, propondo métodos de armazenamento mais eficazes e seguros.

Tendo a empresa vários locais de armazenamento que merecem atenção o local que teve mais foco para a presente dissertação foi o armazém de produto acabado sendo este o tema principal, os restantes locais também foram posteriormente analisados mas com menor foco.

## **1.2. Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontrasse dividida em quatro capítulos, sendo que o primeiro é um capítulo introdutório, visando a compreensão do problema, como foi abordado e conhecer um pouco a empresa acolhedora do projeto alvo da presente dissertação.

O segundo capítulo pretende elucidar acerca dos conteúdos teóricos necessários para abordar o problema da melhor forma.

O terceiro capítulo refere-se à implementação prática do projeto em si.

Por fim no último capítulo são apresentadas as conclusões do mesmo.

### 1.3. A empresa

A Böllinghaus Steel S.A. é uma empresa de laminagem de aço inoxidável situada na Vieira de Leiria, Figura 1.1.

Esta foi fundada em 1889 por Hermann Böllinghaus e Johann Ludwig Härtel na Alemanha, como unidade fabril direcionada para a produção de aços de ferramenta, só mais tarde, em 1980 é que esta iniciou a sua produção em aços inoxidáveis. Em 1996, esta deu um grande passo no seu desenvolvimento, ao comprar as atuais instalações, ficando assim a operar tanto na Alemanha como em Portugal. Em 2001 a unidade de produção na Alemanha foi fechada, permanecendo a sede e os escritórios administrativos, atualmente localizados em Hilden.

Atualmente em Portugal, esta conta com cerca de 190 colaboradores.



**Figura 1.1.** Instalações da Böllinghaus Steel S.A. na Vieira de Leiria.

---

Contando com 125 anos de experiência no processamento de aço, o seu grande objetivo é ser reconhecida como referência na satisfação das exigências do mercado, apostando sempre na satisfação dos clientes os produtos são realizados conforme a encomenda, sempre com a melhor qualidade, prazo e suporte técnico. Esta produz para os mais diversos clientes, estando esses localizados em diversos continentes. A sua gama de produtos varia entre perfis retangulares, quadrados, hexagonais e especiais, podendo ser laminado a quente ou estirados.

A Figura 1.2 exibe a gama de produto da empresa.



**Figura 1.2.** Gama de produtos da Böllinghaus Steel.



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1. Armazém e armazenagem

A função de um armazém é armazenar artigos por um período de tempo e permitir acesso a esses mesmos quando estes são solicitados (Groover, 2008). Esses artigos são normalmente matérias-primas, semiacabados e produtos acabados.

Segundo Carvalho et al. (2012) o processo de armazenagem engloba várias atividades desde a entrada dos produtos em armazém até à sua saída. No ato da chegada dos produtos ao armazém são necessárias três atividades, sendo estas a receção, a conferência e a arrumação, aquando a chegada de uma encomenda de um cliente é desencadeado mais três atividades, nomeadamente o *picking*, a preparação e a expedição.

A Figura 2.1 elucida essas mesmas, bem como a sua ordem de processamento.



**Figura 2.1.** Operações básicas de armazenamento.

Fonte: Carvalho et al., 2012

### 2.1.1. Medidas para avaliar o desempenho de armazém


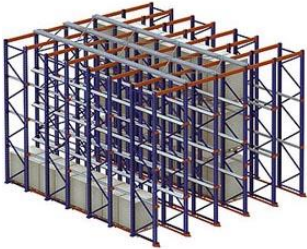


O desempenho de um armazém é fundamental para o sucesso da atividade, assim Groover (2008) defende que existem diversas medidas para avaliar o mesmo, sendo as mais importantes as seguintes:

- Capacidade de armazenamento: representa o número de unidades que podem ser armazenadas no sistema, ou seja o número total de compartimentos disponíveis para as referências a carregar, assim para um bom desempenho, o armazém tem de ser capaz de acolher a quantidade de referências antecipadas para este.
- Densidade de armazenamento: é o espaço volumétrico disponível para o armazenamento em relação ao total volumétrico do armazém. Esta medida torna-se útil em casos onde o volume de espaço que não está a ser utilizado para armazenar pode ser aproveitado, pois o ideal é atingir a densidade máxima possível.
- Acessibilidade: definida como a facilidade de acesso a qualquer item armazenado. Num armazém a rapidez com que o *picking* é processado é fundamental para minimizar o tempo entre a recolha e a entrega do produto ao cliente, logo os sistemas tem de permitir fácil acesso às referências.

### 2.1.2. Métodos e equipamentos para o armazenamento


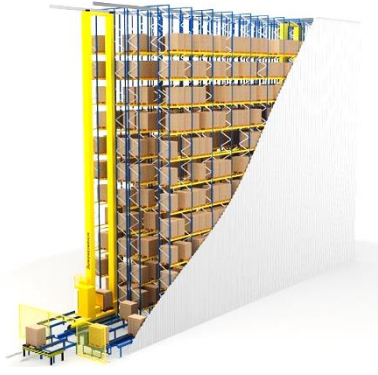
A escolha da melhor solução de armazenamento depende em muito do tipo de material que se pretende armazenar. Existem várias soluções de armazenamento disponíveis no mercado para os mais diversos tipos de materiais, assim é necessário conhecer essas de maneira a perceber quais as que melhor se adequam à situação. As soluções mais comuns podem ser divididas em sistemas de armazenamento manuais e automáticos (Carvalho et al., 2012). A Tabela 2.1 descreve os sistemas manuais e a Tabela 2.2 os sistemas automáticos.

**Tabela 2.1.** Sistemas de armazenagem manuais (adaptado de Carvalho et al., 2012).

Sistema de armazenagem	Descrição	Imagem
<b>Racks Convencionais</b>	Ideal para produtos paletizados com grande variedade de referências. Permite o acesso direto e unitário a todos os itens.	
<b>Racks Drive-In e Drive-Through</b>	Armazenagem de produtos paletizados, com rotação baixa e grande quantidade de paletes por referência. Não existe corredores entre as estantes permitindo grande otimização de espaço. <i>Drive-in</i> : um corredor de acesso. <i>Drive-through</i> : dois corredores de acesso.	
<b>Racks Cantilever</b>	Ideal para produtos volumosos e de grande dimensão, com formas difíceis de armazenar.	
<b>Racks Gravitacionais</b>	As estantes possuem uma ligeira inclinação que com a ajuda de uma plataforma com roletas, permitem o deslizamento das paletas até ao extremo oposto.	



**Tabela 2.2.** Sistemas de armazenagem automáticos (adaptado de Carvalho et al., 2012).

Sistema de armazenagem	Descrição	Imagem
<p><b>Carrosseis horizontais e verticais</b></p>	<p>São compostas por uma serie de prateleiras que rodam (no sentido horizontal ou vertical), entregando as referências num ponto de acesso.</p>	
<p><b>Autoportantes</b></p>	<p>O próprio sistema de armazenagem forma a estrutura do edifício, sendo que podem ter mais de 30 metros de altura. Estes utilizam transelevadores para armazenar automaticamente as referências.</p> <p>Os transelevadores são sistemas de armazenamento automático que funcionam através de um sistema de informação.</p>	

### 2.1.3. Estratégias de alocação do material

Groover (2008) e Carvalho et al. (2012) defendem que podem-se identificar dois métodos para a alocação das referências em armazém, sendo estes o de localização aleatória e o de localização fixa.

Num armazém em que o método de alocação é do tipo localização aleatória os produtos à medida que vão sendo rececionados vão sendo arrumados em espaços do armazém que estejam livres, isto permite uma maior ocupação do espaço em armazém. Para o bom funcionamento do mesmo é necessário um registo detalhado das localizações das referências.

Este é um método bastante flexível pois adapta-se às possíveis variações das quantidades de itens que possam surgir, sendo assim ideal para empresas que operem em função das encomendas dos clientes. Inconvenientemente este pode traduzir num maior tempo no processo de *picking*.

Quando o método aplicado é de localização fixa os produtos são armazenados em locais que já foram previamente reservados para esses, isto implica melhores tempos de *picking* e facilita a memorização da localização do produto, mas a sua grande desvantagem é que o espaço é subutilizado, estando a maior parte do tempo espaços livres sem necessidade.

Embora estes métodos sejam distintos estes podem ser combinados, de modo a tirar vantagem dos benefícios de ambos, resultando num método misto, assim na sua aplicação, o armazém estará dividido em zonas fixas em que nessas zonas os itens são alocados onde houver espaço livre.

A Figura 2.2 representa os três métodos de alocação aplicados a um armazém com 9 itens diferentes.



**Figura 2.2.** Ilustração dos métodos de alocação a um armazém com 9 itens.

Fonte: Carvalho et al., 2012

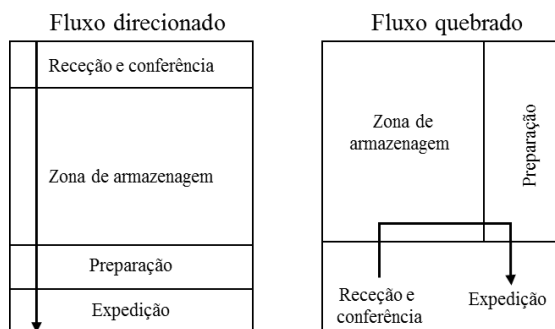
## 2.2. Tipos de *Layout* de armazéns

A escolha do melhor *layout* para aplicar no armazém revela ser uma questão que deve ser bem estudada, uma vez que um mau desenho pode acarretar custos desnecessários.

Quando estamos perante casos de novas instalações existe a oportunidade de criar um *layout* que otimize da melhor forma o fluxo de materiais, ao contrário do que possa acontecer em casos em que as instalações já estão construídas e se deve ter em conta o que se encontra nestas (Groover, 2008).

Na conceção do *layout*, Carvalho et al. (2012) defende que é necessário ter em conta que a infraestrutura de armazenagem é composta normalmente por quatro áreas distintas: a área de armazenagem do *stock* (sendo a área principal); a área para circulação e movimentação, a área de receção, preparação expedição e por fim a área para os setores administrativos.

Tendo em conta a maneira como o fluxo das referências se processa, Carvalho (2002) refere que podemos identificar dois tipos de *layout* de armazéns: fluxo direcionado (tipo *straight-through* ou *straight-line*) e fluxo em “U” ou quebrado. A Figura 2.3 identifica os dois tipos de fluxo.



**Figura 2.3.** Ilustração dos tipos de *layout* de armazém.

Fonte: Carvalho et al., 2012

Os armazéns com fluxo direcionado beneficiam de uma redução considerável dos tempos de deslocação, bem como de uma diminuição nos congestionamentos internos e externos. No caso de Armazéns com fluxo quebrado as principais vantagens são a nível da redução do espaço necessário para a receção / expedição, e da redução na distância média de viagem (Carvalho, 2002).

## **3. IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA**

### **3.1. Abordagem ao problema**

Como já foi referido anteriormente o foco da presente dissertação é o armazém de produto acabado da Böllinghaus Steel, este é uma zona de armazenamento crítica uma vez que dispõem de um espaço reduzido, a forma como o produto é armazenado implica manuseamento desnecessário do material e existe riscos para a segurança dos operadores.

Procedeu-se também à análise dos restantes locais de armazenamento, mas uma vez que estes locais já haviam sido estudados pela empresa e esta já disponha de dois sistemas de armazenamento que pretendia analisar, o objetivo para estes locais era decidir-se qual a melhor solução.

### **3.2. Armazém de produto acabado**

#### **3.2.1. Caracterização do local de armazenamento**

Tendo em conta as operações básicas de um armazém, e sendo que neste local as operações que mais influenciam são a arrumação do produto, o *picking*, a preparação das cargas e a expedição, é necessário explicar como estas se processam.

##### **3.2.1.1. Produto e o seu armazenamento**

O produto acabado é designado de atado, este é constituído por um agregado de barras com as mesmas especificações e comprimentos, as suas dimensões podem ir até aos 250 x 250 milímetros.

Dependendo dos requisitos dos clientes, estes podem ter diferentes tipos de acondicionamento, podendo estar envolvidos em plástico ou colocados em caixas de madeira; ter cintas colocadas, ou os topos pintados. Este processo é realizado no sector da embalagem.

A Figura 3.1 exemplifica um atado.



**Figura 3.1.** Atado.

Estando os atados em condições de armazenamento, estes são transportados através de uma ponte rolante para o chão do armazém, onde se processa um armazenamento em bloco. Como se pode ver pela Figura 3.2 os atados são sobrepostos uns sobre os outros com o auxílio de barrotes de madeira.



**Figura 3.2.** Bloco de atados.

Regra geral os operadores vão fazendo esses blocos de atados por cliente e por destino de maneira a facilitar a expedição, mas quando existe um grande volume de trabalho estes vão arrumando estes onde têm espaço. Isto implica que quando é necessário efetuar a preparação das cargas estes possam ter os atados desejados nos níveis inferiores, sendo necessário a remoção dos atados que os sobrepõem para proceder à sua extração, consequentemente este ato causa desperdícios de tempos.

### **3.2.1.2. *Picking*, preparação e expedição**

Como já foi referido anteriormente a Böllinghaus exporta para vários países, sendo que muito deles são países fora da europa, assim podem-se classificar dois tipos de carga:

- Cargas para a europa: uma vez que o transporte é feito por terra, são utilizados camiões convencionais para a expedição.
- Cargas para fora da europa: dado que uma parte do transporte é feita por mar, os atados têm de ser expedidos em contentores.

Posto isto, o modo como os atados são carregados é diferente, sendo que para os camiões é necessário o auxílio da ponte rolante, pois estes têm a possibilidade de abrir o teto do reboque, Figura 3.3, ao passo que nos contentores é necessário utilizar o empilhador visto que estes só permitem a entrada do produto pela retaguarda do mesmo. Há que referir que para o empilhador efetuar este tipo de carga necessita de um acessório aplicado nos seus garfos, como se pode visualizar na Figura 3.4.

Devido a estas características os camiões são carregados dentro do armazém, enquanto os contentores são no exterior do mesmo.



**Figura 3.3.** Carregamento de um camião para a Europa.



**Figura 3.4.** Carregamento de um contentor.

Também é importante referir que o transporte é subcontratado, implicando assim que a empresa esteja dependente de outra para expedir, o que pode dificultar o processo de *picking* e consequentemente a preparação da carga.

Nos contentores isto não é um problema uma vez que consegue-se fazer a sua reserva com antecedência e assim preparar as cargas.

Para os camiões isso não acontece, é a empresa subcontratada que gere quando pode fazer a dispensa dos mesmos e que atados correspondem a essa carga, isto deve-se ao facto dos elevados custos que acarreta reservar um camião direto para o destino, com este método esta traça rotas de forma a abastecer numa só rota os seus clientes cujos destinos são próximos. De referir que a mesma subcontrata o seu transporte.

### 3.2.1.3. *Layout do armazém*

Atualmente o armazém dispõem de uma área de 406 metros quadrados (35 metros por 11,6 metros, com uma altura disponível de 3 metros e meio, esta altura pode ser definida como a distância percorrida entre o chão do armazém e a estrutura da ponte. Na Figura 3.5 pode visualizar-se o armazém de produto acabado.



**Figura 3.5.** Armazém do produto acabado.



O armazém apresenta um fluxo do tipo direcionado e é constituído por três áreas:

- Área reservada ao carregamento do camião

- Área para as cargas dos contentores

Como já foi referido anteriormente, os contentores são carregados no exterior, assim para facilitar o acesso aos atados por parte do empilhador, esta área encontra-se localizada na extremidade do armazém mais perto da saída.

- Área de armazenamento

É a maior área do armazém, esta alberga os mais diversos clientes, não havendo localização fixa para os atados.

Há que referir que a meio do armazém, no sentido do fluxo, os operadores tentam manter um corredor para permitir a passagem, mas quando existe muitas unidades esse próprio é utilizado para armazenamento, fazendo com que os operadores necessitem de passar por cima dos atados, causando riscos para a sua segurança.

A Figura 3.6 representa o *layout* atual do armazém.

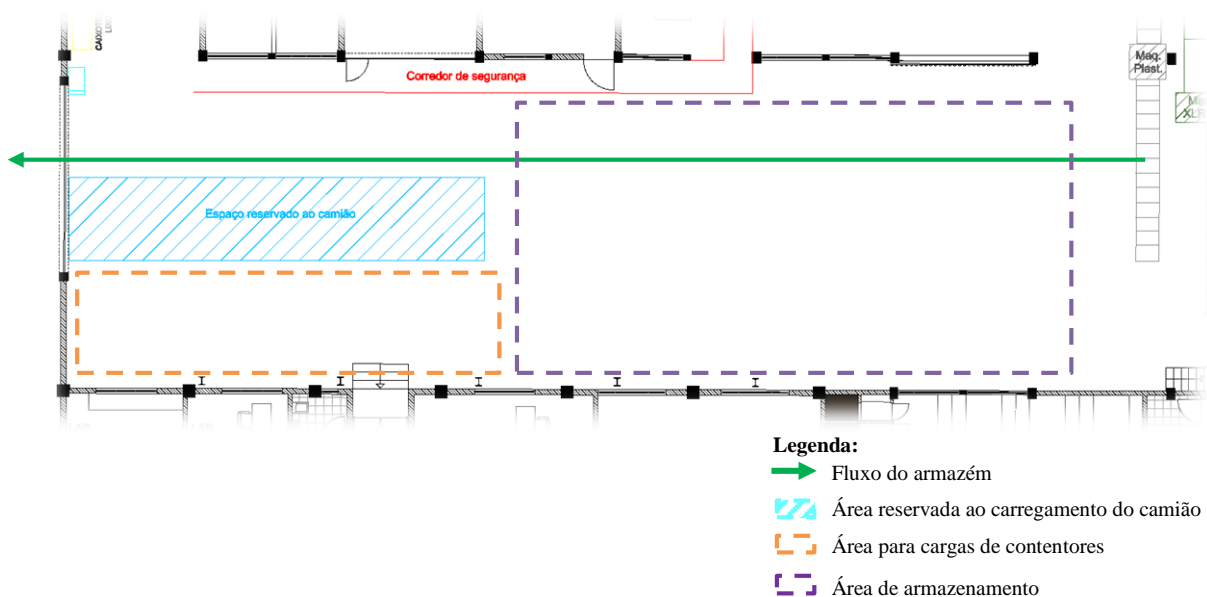


Figura 3.6. *Layout* do armazém produto acabado.

### **3.2.2. Estudo das características dos produtos armazenados**

Para definir a melhor solução de armazenamento é necessário ter em conta as características do produto, sendo que para o caso em estudo as características mais importantes são o peso, comprimento e dimensões.

Como já foi referido anteriormente o produto em questão é feito em função das especificações do cliente, implicando que os atados tenham diferentes pesos e diferentes comprimentos. Esta situação complica o dimensionamento das soluções de armazenamento, pois se estas forem dimensionadas para os valores máximos pode ocorrer o risco da maior parte do tempo a solução esteja a ser subutilizada.

Assim torna-se necessário compreender qual a variação dos pesos e dos comprimentos dos atados.

Outro aspeto a ter em conta para a otimização do armazém é a variação do *stock* ao longo do tempo.

Sabendo que um dos objetivos da Böllinghaus é duplicar a produção de 2012 para o dobro até 2020, tem que se ter em conta que a quantidade de material em armazém também vai aumentar, em contrapartida isso pode ser contrabalançado pois será necessário efetuar mais expedições por semana.

### 3.2.2.1. Variação do comprimento dos atados

Com base nos dados semanais relativos à expedição do ano de 2013, realizou-se o estudo da variação dos comprimentos dos atados, sabendo que estes sofrem variações entre os três e sete metros, procurou-se perceber quais as variações mais comuns. Assim dividiu-se os comprimentos em inferiores ou iguais a 4 metros, entre 4 e 6 metros e maiores que 6 metros. No APÊNDICE A pode evidenciar-se o estudo.

A Figura 3.7 representa a média semanal dos comprimentos, como se pode verificar 47% dos atados que passam pelo armazém têm comprimentos iguais ou inferiores a 4 metros, 34% apresentam comprimentos entre 4 e 6 metros e 19% dos comprimentos são superiores a 6 metros.

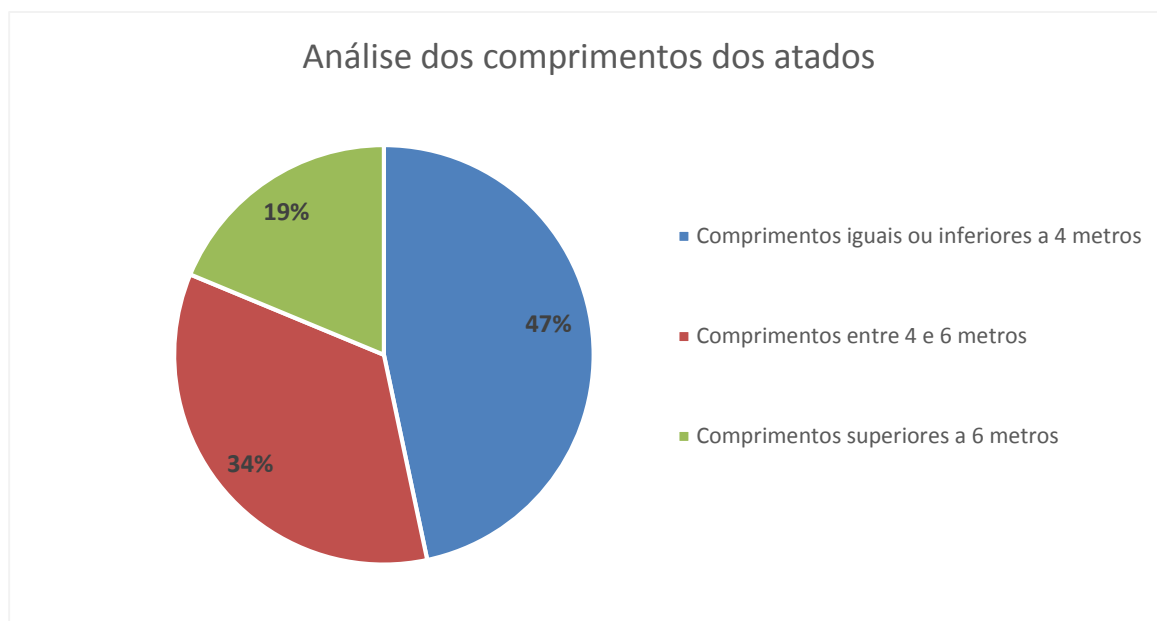


Figura 3.7. Análise dos comprimentos dos atados.

Pode-se então concluir que 81% dos atados que passam em armazém têm comprimentos inferiores ou iguais a 6 metros, assim considera-se o comprimento de 6 metros como referência para o dimensionamento das soluções de armazenamento.

### 3.2.2.2. Variação dos pesos dos atados

Como já foi referido anteriormente os atados podem ter diversos pesos, sendo que definido pela empresa, o peso máximo que um atado pode ter é de 1 500 quilogramas e o mínimo de 500, salve exceções.

Tendo como base no histórico do ano de 2013, foi avaliado a quantidade de atados que tinham pesos com valores inferiores ou iguais a 1 000 quilogramas e os com pesos superiores a 1 000 quilogramas. O estudo pode ser consultado no APÊNDICE B.

Como se pode verificar pela Figura 3.8, 14% dos atados apresentam valores superiores a 1 000 quilogramas, portanto o valor de referência utilizado para o peso dos atados é de 1 000 quilogramas.



Figura 3.8. Análise dos pesos dos atados.

### 3.2.2.3. Variação do stock ao longo do tempo

Devido ao produto ser feito por encomenda, as quantidades encomendadas vão variando ao longo do ano, logo seria expectável que as soluções de armazenamento tivessem capacidade para armazenar o valor máximo ocorrido, mas mais uma vez o problema da subutilização do espaço encontra-se presente. Assim é necessário perceber qual o valor mínimo aceitável que estas devem albergar.

Tendo sempre em consideração que o espaço é reduzido, o valor mínimo ideal para a capacidade do sistema seria entre a média e o máximo do *stock*. Analisando a Tabela 3.1 para o ano de 2012, esse seria entre as 191 e 331 toneladas, desta forma o valor de referência considerado é na ordem das 300 toneladas, ou seja cerca de 300 atados. Posto isto deve-se ter em conta que as propostas para serem viáveis a longo prazo têm de ter uma capacidade superior a esse.

A Figura 3.9 mostra a evolução ao longo das semanas da quantidade de quilogramas em armazém para os anos de 2012, 2013 e primeiro semestre de 2014.

Tabela 3.1. Quilogramas em armazém.

	2012	2013	2014
<b>Valor Máximo</b>	314.891	331.061	329.595
<b>Média</b>	121.451	191.491	255.550

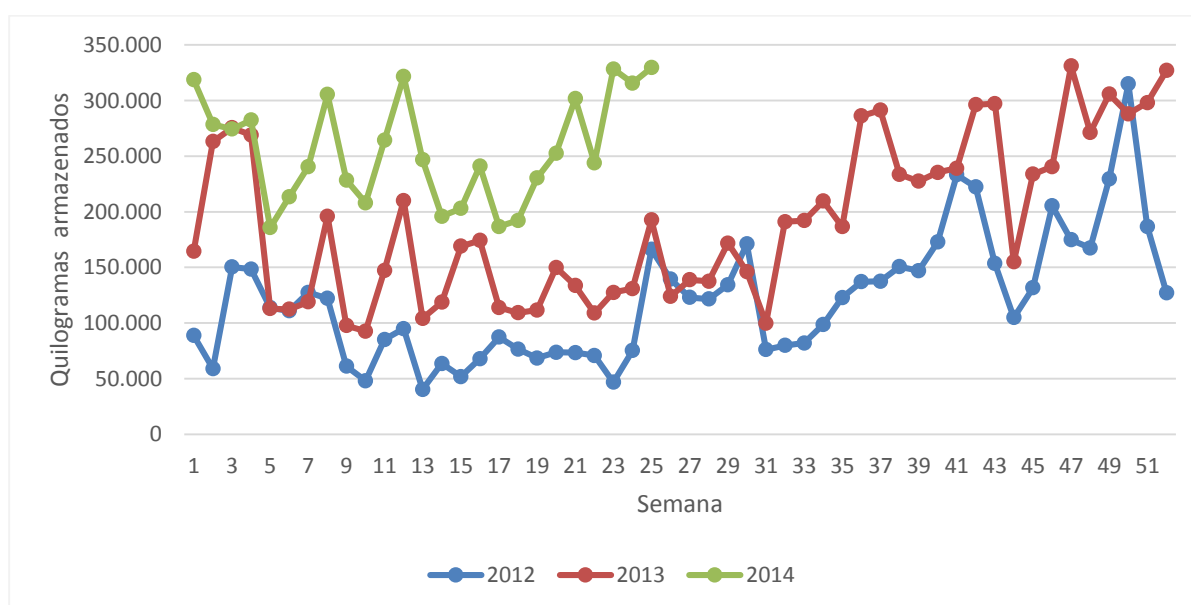


Figura 3.9. Evolução semanal das quantidades armazenadas.

### 3.2.3. Propostas para o armazém

A fim de encontrar a melhor forma de armazenar os atados foram contactadas empresas especializadas em soluções de armazenamento para que fossem fornecidas as dimensões corretas das propostas para realizar os *layouts*, bem como os seus custos.

De reforçar que as especificações fornecidas a essas empresas sobre os atados, foram as concluídas anteriormente, ou seja dimensões de 250 x 250 milímetros, com pesos de 1 tonelada e comprimentos de 6 metros.

Na definição dos *layouts* para as diferentes propostas teve-se em conta o facto de se estar perante um armazém existente e ser necessário respeitar as particularidades do local. O fluxo do mesmo foi mantido, pois dadas as características do sector envolvente este é o que melhor se adequa.

Os *layouts* que mais a frente serão apresentados são constituídos por:

- Duas zonas de preparação de cargas

Uma para as cargas de contentores e outra para as cargas de camião, cada uma permite a preparação de duas cargas cada. De notar que uma carga de contentor corresponde em média a 18 toneladas enquanto a de camião a 20 toneladas.

Dependo da solução, estas têm diferentes dimensões, de maneira a permitir uma melhor otimização do espaço.

Para facilitar e evitar movimentos desnecessários no momento do carregamento dos camiões ou contentores, os atados na zona de preparação para cargas de camião devem estar no sentido do fluxo, enquanto os na zona de preparação de cargas de contentores devem estar em perpendicular com o fluxo do armazém.

- Uma zona reservada para o carregamento do camião

Esta foi deslocada em relação ao *layout* atual por forma a aproveitar melhor o espaço, as suas dimensões são de 15 por 3 metros.

- Uma zona de armazenagem

Esta zona é constituída pelos sistemas de armazenamento selecionados.

De notar que nas zonas de preparação, a forma de armazenamento será semelhante à atual.

Posto isto, segue-se as propostas consideradas.

### **3.2.3.1. Proposta A - Estantes Cantilever**

Este tipo de estante é especialmente adequada para o tipo de produto em questão, é bastante flexível pois os seus braços são fáceis de desmontar, possibilitando o ajuste da altura dos diversos níveis. O próprio sistema permite oscilações nos braços para permitir uma maior segurança para o operador e evitar danificações de mercadorias. A empresa que as fornece é a OHRA. Na Figura 3.10 pode visualizar-se a estante.



**Figura 3.10.** Estantes Cantilever.

Devido ao modelo de estante, o manuseamento dos atados tem de ser processado por auxílio de um empilhador, para tal foi necessário selecionar um que reduzisse o comprimento dos corredores entre estantes de maneira a otimizar o espaço. O empilhador escolhido foi o modelo “COMBI-ST” da empresa COMBILIFT, este necessita de corredores com 1,950 metros pois trata-se de empilhador multidirecional que permite deslocamentos laterais. O seu preço é de 51 500 €.

Por parte da OHRA também foi sugerido um empilhador da empresa HUBTEX, modelo “MU 20 OP”, sendo também multidirecional, este permite que o operador suba ao nível que a torre do empilhador sobe, possibilitando assim que o operador veja melhor as cargas ou descargas que esteja a efetuar, facilitando o *picking* e tornando-se também vantajoso para os inventários. Com esta característica a distância necessária para os corredores é de 1,915 metros. Na Figura 3.11 pode ver-se este em prática. Até ao momento ainda não foi fornecido preço para este, mas estima-se que vá de encontro ao preço do empilhador da COMBILIFT.

De referir que existe sempre a possibilidade de encontrar empilhadores a preços mais baixos no mercado de usados.



**Figura 3.11.** Empilhador HUBTEX em funcionamento.



Para facilitar a deslocação entre estantes com o empilhador existe a possibilidade de colocar guias em torno destas, o empilhador também necessita de uns acessórios que permitem ao entrar no corredor que este não mude a rota. A Figura 3.12 exemplifica o empilhador da COMBILIFT num corredor em que as estantes tem guias.



**Figura 3.12.** Empilhador COMBILIFT em corredor com guias.

As estantes Cantilever podem ser adquiridas em duas versões, unilaterais e bilaterais. Foi ainda proposto estantes com quatro colunas e com doze colunas, sendo que a de doze corresponde a três de quatro e permite um armazenamento contínuo ao longo seu comprimento, as respetivas dimensões estão identificadas na Tabela 3.2, estas incluem as guias de empilhador.

**Tabela 3.2.** Dimensões das estantes Cantilever.

		<b>Unilateral</b>	<b>Bilateral</b>
<b>Altura [mm]</b>		3 540	3 540
<b>Largura [mm]</b>		8 60	1 490
<b>Comprimento [mm]</b>	Quatro colunas	9 000	9 000
	Doze colunas	21 600	21 600

De referir que com a altura em questão as estantes possuem oito níveis.

Quanto à capacidade de armazenamento destas, estas foram dimensionadas para albergar por nível dois atados. A capacidade de armazenamento do sistema é o número total de atados que cada estante leva.

A Tabela 3.3 apresenta a capacidade de cada estante e a Tabela 3.4 o respetivo custo.

**Tabela 3.3.** Capacidade de cada estante Cantilever.

		<b>Unilateral</b>	<b>Bilateral</b>
<b>Capacidade [atados]</b>	Quatro braços	16	32
	Doze braços	48	96

**Tabela 3.4.** Custo de cada estante Cantilever.

		<b>Unilateral</b>	<b>Bilateral</b>
<b>Custo [€]</b>	Quatro braços	2 257	5 095
	Doze braços	5 818	8 656

Por forma a perceber o custo que as estantes vão implicar foi calculado o custo por quilograma armazenado nestas. De reforçar que cada atado tem 1000 quilograma. Na Tabela 3.5 pode-se consultar os mesmo.

**Tabela 3.5.** Custo por quilograma em cada estante Cantilever.

		<b>Unilateral</b>	<b>Bilateral</b>
<b>Custo [€/kg]</b>	Quatro braços	0,14	0,16
	Doze braços	0,12	0,09

Posto isto, foi definido o *layout* para a proposta em causa, estando este representado na Figura 3.13.

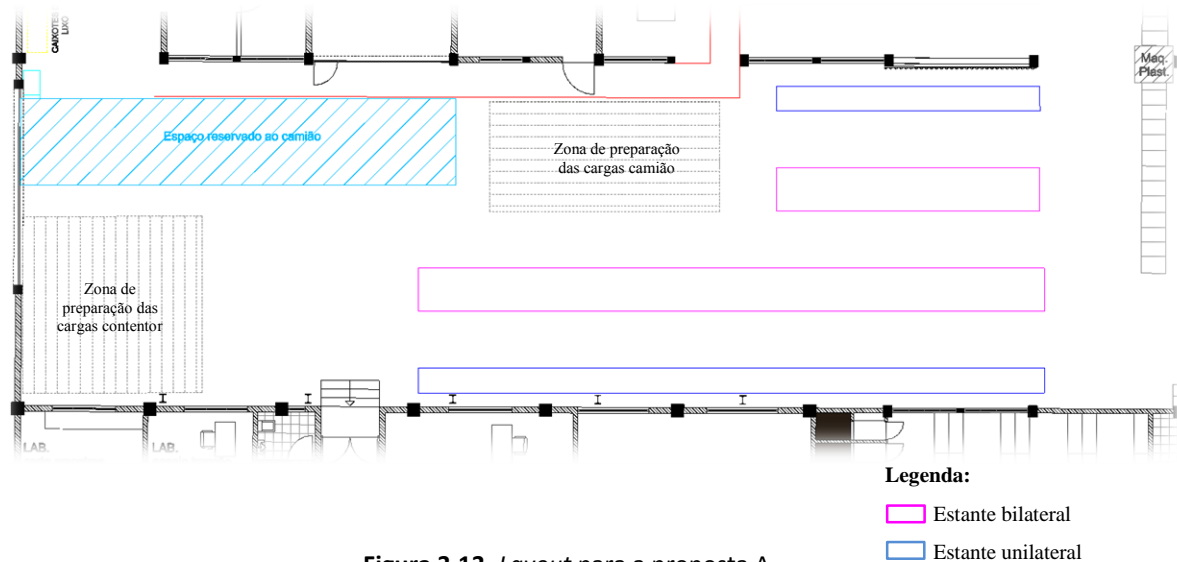


Figura 3.13. Layout para a proposta A.

Assim sendo a capacidade total do sistema de armazenamento é de 192 atados ou seja 192 toneladas. Tendo em conta as zonas de carga o armazém, esta proposta permitiria que o armazém albergasse um total de 268 toneladas, ou seja aproximadamente 268 atados.

O custo total desta proposta, tendo em conta o preço do empilhador mencionado anteriormente, será de 73 326 €.

### 3.2.3.2. Proposta B - Estantes com gavetas

A empresa consultada para este sistema foi a Slidelog, as características das estantes são muito semelhantes às estantes Cantilever mas a sua grande diferença é que permitem o manuseamento dos atados com a ponte rolante. Isso é possível pois cada nível da estante, exceto o último nível, que sendo fixo serve como plataforma de armazenagem, tem uma gaveta que se abre por auxílio de um manivela. A Figura 3.14 exemplifica o tipo de estante.



Figura 3.14. Estantes com gavetas.

Tal como na proposta A existe a versão unilateral e bilateral, sendo que as suas dimensões estão especificadas na Tabela 3.6.

Tabela 3.6. Dimensões das estantes com gavetas.

	<b>Unilateral</b>	<b>Bilateral</b>
<b>Altura [mm]</b>	2 158	2 158
<b>Largura [mm]</b>	1 220	1 850
<b>Comprimento [mm]</b>	6 200	6 200

Há que referir que o facto de o manuseamento se processar por ponte rolante este condiciona a altura que as estantes podem ter e conseqüentemente o número de níveis, isto deve-se há necessidade de colocar os atados nos últimos níveis das estantes. Deste modo a altura máxima que a estante pode ter é a altura até ao atado quando este está na ponte e esta está na sua altura máxima.

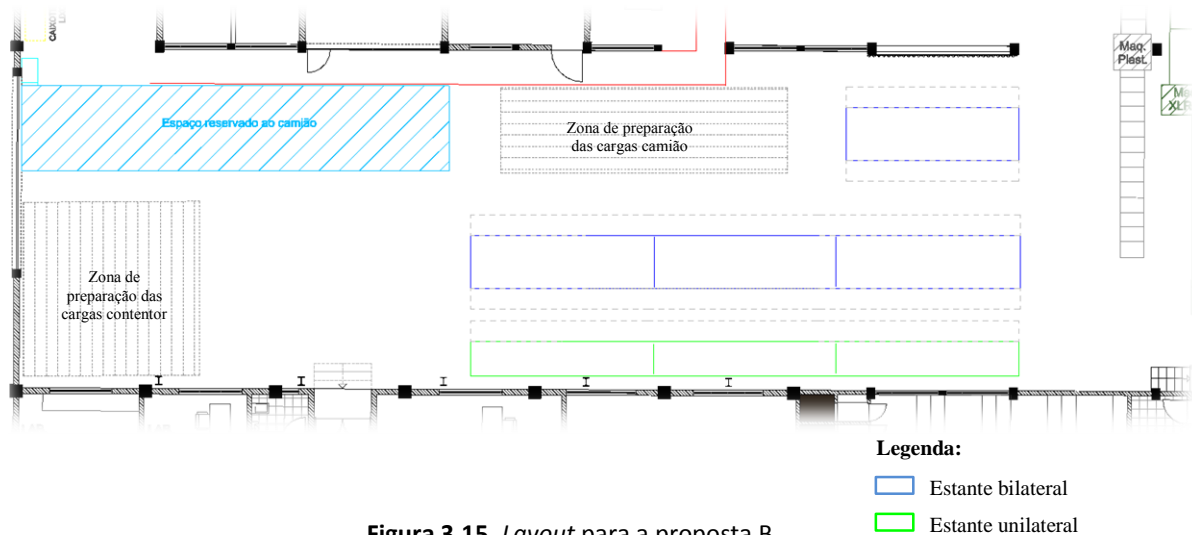
Posto isto e sabendo que essa altura é de 2,5 metros este tipo de estante só poderá ter três níveis de gaveta mais um nível fixo, ou seja quatro níveis.

Assim e à semelhança da proposta A, a capacidade e o custo de cada estante pode ser consultada na Tabela 3.7., o custo por quilograma também pode ser consultado nesta.

**Tabela 3.7.** Capacidade e custo de cada estante com gavetas.

	<b>Unilateral</b>	<b>Bilateral</b>
<b>Capacidade [atados]</b>	8	16
<b>Custo [€]</b>	6 295	9 701
<b>Custo [€/kg]</b>	0,79	0,61

O *layout* para esta proposta está ilustrado na Figura 3.15



De notar que embora a estante tenha sido dimensionada para um comprimento de 6,2 metros, por forma a permitir uma maior flexibilidade aquando a arrumação dos atados, estas podem ser do tipo armazenamento contínuo abrindo uma gaveta de 12 braços.

Posto isto a capacidade total do sistema é de 72 atados, ou seja cerca de 72 toneladas. Tendo em consideração as zonas de preparação de carga a capacidade total do armazém é de 148 toneladas ou seja aproximadamente 148 atados.

O investimento necessário para implementar esta proposta será de 57 689 €.

### 3.2.3.3. Proposta C - Estantes móveis com gavetas

Este tipo de estante é fornecida pela empresa OHRA, estas são iguais à solução apresentada na proposta B, a diferença é que estão apoiadas sobre bases móveis que com o auxílio de um sistema motorizado se deslocam sobre carris. Isto permite que só seja necessário um corredor, otimizando assim o espaço disponível.



**Figura 3.16.** Estantes móveis com gavetas.

Esta solução foi dimensionada para a versão bilateral, estando as suas dimensões apresentadas na Tabela 3.8. esta solução foi dimensionada para abrir gavetas com 12 braços.

**Tabela 3.8.** Dimensões das estantes móveis.

<b>Altura [mm]</b>	2 252
<b>Largura [mm]</b>	2 120
<b>Comprimento [mm]</b>	19 400

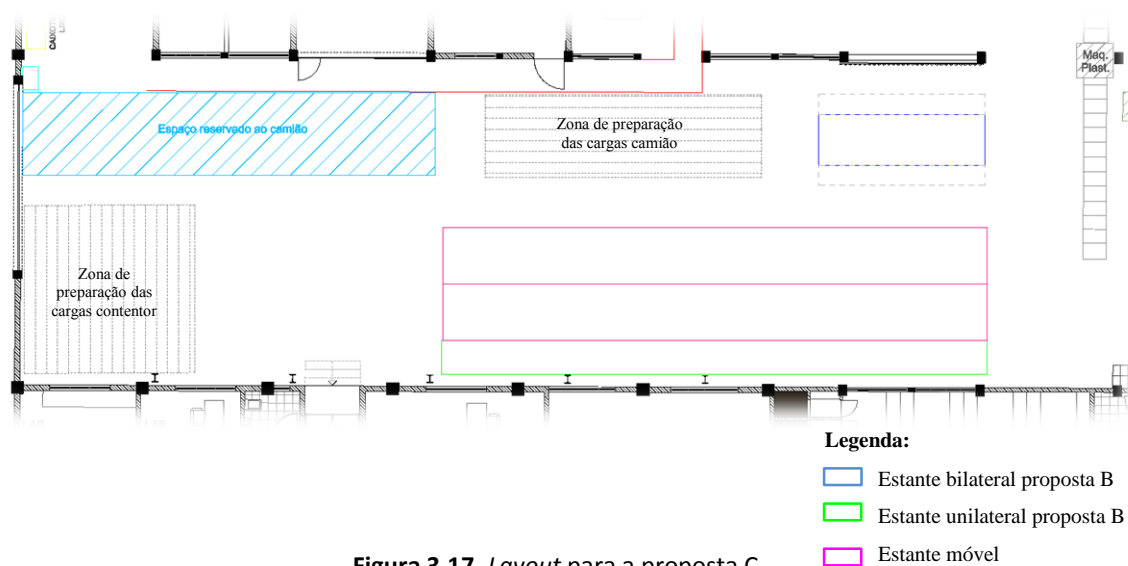
Sabendo que esta estante é equivalente a três da proposta B, a sua capacidade é de 48 atados, o respetivo custo pode ser consultado na Tabela 3.9.

**Tabela 3.9.** Custo de cada estante móvel.

<b>Custo [€]</b>	46 615
<b>Custo [€/kg]</b>	0,97

Há que referir que para a instalação deste tipo de estante a empresa fornecedora não é responsável por criar as condições necessários no armazém para as bases móveis, isso é inteira responsabilidade da Böllinghaus. Assim para além do custo deste sistema é necessário compreender que haverá um custo adicional na preparação do espaço.

Na Figura 3.17 encontra-se representado o *layout* para esta proposta.



**Figura 3.17.** *Layout* para a proposta C.

De notar, que para efeitos de otimização de espaço foram incluídas duas estantes da proposta B. Sendo assim, a capacidade total do sistema é de 120 atados, ou seja cerca de 120 toneladas. Tendo em conta as zonas de preparação, a capacidade total do armazém é de 196 toneladas ou seja aproximadamente 196 atados.

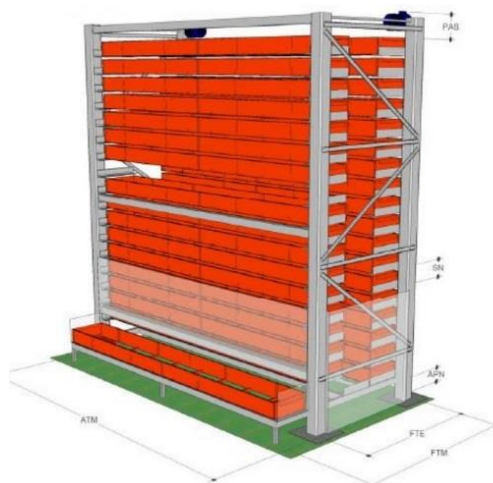
O investimento que esta proposta implicará será de 109 226 €.



### 3.2.3.4. Proposta D - Estantes automáticas

A empresa responsável por este sistema é a Slidelog, o princípio de funcionamento destas estantes é semelhante aos sistemas de carrosséis.

Neste caso a estante é constituída por cassetes dimensionadas para o produto em questão, quando é solicitado um determinado atado ou é necessário adicionar um, essas cassetes deslocam-se até chegar ao ponto de acesso que permite efetuar isso. A Figura 3.18, ilustra a estante em questão.



**Figura 3.18.** Estantes automáticas.

O ponto de acesso aos atados encontra-se posicionado só de um lado e este permite que os atados sejam manuseados com a ponte.

Ao contrário das soluções anteriores, esta solução não permite que os atados excedam o tamanho da cassete em que estão inseridos, assim de maneira a otimizar o espaço é necessário que existam estantes com comprimento diferentes, para esses comprimentos foram utilizados como referência atados até 4, 6 e 7 metros.

As dimensões do sistema podem ser consultadas na Tabela 3.10.

**Tabela 3.10.** Dimensões das estantes automáticas.

<b>Altura [mm]</b>	3 500
<b>Largura [mm]</b>	3 680
<b>Comprimento [mm]</b>	5 590
	6 590
	7 590

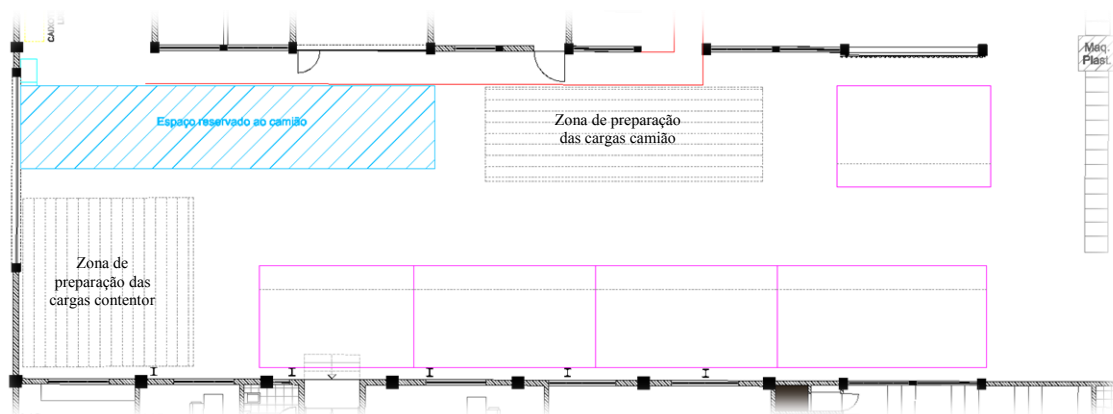
Devido à altura do armazém não ser consideravelmente alta, este sistema não se torna eficiente, pois devido à sua estrutura e funcionamento, necessita de cerca de um metro de espaço livre que consequentemente não pode ser utilizado com material a armazenar, assim este sistema só pode ter até 10 gavetas, perfazendo uma capacidade de 20 atados.

**Tabela 3.11.** Custo de cada estante automática.

<b>Custo [€]</b>	80 000
<b>Custo [€/kg]</b>	4

Embora as estantes tenham diferentes comprimentos a redução de custo não é muito significativa, sendo que no máximo seria de 2 000 €.

Na Figura 3.19 encontra-se ilustrado o *layout* para esta proposta.



**Figura 3.19.** *Layout* para a proposta D.

Neste, foi considerado a remoção das escadas uma vez que a porta que as sucede não tem muita utilização e esse espaço permitia a aplicação de mais uma estante.

Desta forma, a capacidade total do sistema é de 100 atados, ou seja cerca de 100 toneladas. Tendo em consideração as zonas de preparação de carga a capacidade total do armazém é de 194 toneladas ou seja aproximadamente 194 atados.

O investimento que esta proposta implicará será de 400 000 €

A Tabela 3.12 apresenta um resumo das propostas anteriormente mencionadas.

**Tabela 3.12.** Resumo das propostas indicadas.

	Capacidade [atados]	Capacidade [kg]	Custo [€]	Custo [€/kg]
<b>Proposta A</b>	268	268 000	73 326	0,27
<b>Proposta B</b>	148	148 000	57 689	0,39
<b>Proposta C</b>	196	196 000	109 226	0,56
<b>Proposta D</b>	194	194 000	400 000	2,06

### 3.2.4. Alocação do material

Como já referido anteriormente o produto é feito em função da encomenda do cliente, e tendo em conta que o mercado está em constante mudança não se consegue ter uma sazonalidade nos *stocks* armazenados, desta forma a melhor solução para alocar o material é do tipo localização aleatória.

Sempre que possível e quando o espaço permitir podem-se arrumar os atados de forma mista, tentando que as estantes mais perto da zona de preparação de cargas de contentores sejam para atados que serão expedidos nesses, as restantes serão para atados a ser expedidos em camiões. Com esta medida o processo de *picking* seria mais rápido.

Para facilitar o acesso também se aconselha que primeiro sejam preenchidos os níveis mais abaixo.

De referir que quando as cargas são preparadas, se existir algum tipo de ordem na colocação dos atados no meio de transporte, estas têm de ser organizadas por FIFO (*First In, First Out*).

#### 3.2.4.1. Sistema de gestão de armazéns

Tendo em conta o método de alocação das referências em armazém, é necessário ter um sistema de gestão que permita identificar onde se encontra o produto, atualmente a empresa dispõem do *software* SAP que está preparado para essa eventualidade.

O sistema, assim que implantado, funcionará da seguinte maneira, quando é dada a entrada do atado em armazém é também inserida a localização deste, quando este for solicitado a sua localização vai estar associada, permitindo ao operador saber rapidamente onde o atado se encontra, quando este sair de armazém para as zonas de preparação de carga tem de ser dada a sua saída para que possa atualizar os espaço que ficou livre.

### 3.2.5. Benefícios

Para além da segurança que as propostas dadas apresentam, o grande benefício que estas vão trazer centra-se a nível de otimizações de tempos, nomeadamente tempos de *picking*, pois como estas facilitam o acesso ao produto nelas armazenado não é necessário manusear estes múltiplas vezes, ao contrário do que acontece atualmente.

Para evidenciar esse feito, foi avaliado quando tempo é desperdiçado em manuseamentos desnecessários dos atados nas cargas de contentores e de camiões, para assim se perceber quando tempo as propostas vão poupar.

Posto isto, o tempo de carregar os atados foi dividido em dois tempos, o tempo útil, e o tempo de remanuseamento. O tempo útil foi definido como o tempo efetivo em que o atado está a ser transportado desde a sua localização até ao camião ou contentor. O tempo de remanuseamento foi definido como o tempo que o operador demora a retirar os atados que sobrepõem os atados que se pretende expedir.

De referir que existe deslocações onde os operadores conseguem transportar mais do que um atado.

Assim, pode-se concluir que o tempo desperdiçado em remanuseamento para as cargas de camião é cerca de 20 % e para as cargas de contentor cerca de 18 %. O APÊNDICE C evidencia um exemplo dos tempos retirados para um carregamento de um camião e de um contentor.

Com estas conclusões, e sabendo que em média semanalmente para o ano de 2013 foram efetuadas cinco cargas de camiões e contentores (APÊNDICE D), ao fim de uma semana o tempo desperdiçado dava para carregar mais um camião por semana e mais 90 % de uma carga de contentor. De referir que isto seria um ponto positivo num futuro onde será necessário efetuar mais expedições.

Se ao implementar uma das soluções for aproveitado o tempo ganho com esta para efetuar mais cargas, naturalmente haverá mais receitas, se essas forem utilizadas para pagar o investimento feito na proposta, é possível identificar o tempo necessário até que esta se torne rentável.

Para esse cálculo foi tido em consideração a carga de camião que se consegue fazer a mais por semana, e sabendo que uma carga de camião corresponde a cerca de 20 toneladas e que o rendimento líquido por quilograma que a Böllinghaus possui é de cerca de 1 euro, obteve-se os resultados apresentados na Tabela 3.13.

**Tabela 3.13.** Tempos de retorno das propostas.

	<b>Custo [€]</b>	<b>Payback [semanas]</b>
<b>Proposta A</b>	73 326	4
<b>Proposta B</b>	57 689	3
<b>Proposta C</b>	109 226	6
<b>Proposta D</b>	400 000	20

Embora as propostas tragam os benefícios já discutidos, nenhuma das destas consegue atingir o objetivo de capacidade de 300 toneladas, Tabela 3.14, isto deve-se ao facto de estas necessitarem de espaço extra que na situação atual não é necessário.

**Tabela 3.14.** Capacidade Total das propostas.

	<b>Capacidade [Toneladas]</b>
<b>Proposta A</b>	268
<b>Proposta B</b>	148
<b>Proposta C</b>	196
<b>Proposta D</b>	194

Se a empresa optar então, por implementar uma das propostas deve ter em conta que a capacidade limitada destas pode trazer problemas de sobrecarga no futuro, por isso pode-se sugerir algumas soluções que melhorem essa desvantagem.

As possíveis soluções são as seguintes:

- Subcontratação de armazéns de terceiros:

Para esta solução deve-se ter em conta a fiabilidade, experiência e qualidade dos serviços das instalações que se pretende alugar o espaço. Isto porque, existe sempre um risco associado a deixar o nosso produto nas mãos de outros pois estes podem manuseá-los sem os devidos cuidados e acabar por danificá-los.

- Construção ou aluguer de um armazém:

Existe sempre a possibilidade de contruir um novo armazém ou de alugar um que esteja livre, mas deve-se ter em conta que para tal será necessário transporte próprio ou subcontratado, seguranças, e operadores, o que pode levar a mais custos.

- Ampliação do espaço de armazenamento:

Existe a possibilidade de estender o armazém em altura, isto permite que as propostas seleccionadas possam otimizar mais o espaço verticalmente. Neste sentido as propostas A e D seriam muito mais eficientes.

Suponhamos o seguinte, se o armazém aumentasse a sua altura para o dobro, ficaríamos com uma altura disponível de 7 metros, isto permitia que a altura das estantes duplica-se e conseqüentemente a sua capacidade.

No caso das estantes com gavetas a sua altura também podia ser aumentada, mas deve-se ter em atenção que este tipo de sistema para alturas muitas altas pode dificultar o manuseamento dos atados. De notar que para ter acesso aos níveis mais altos os operadores teriam de subir a uma escada, o que pode ser perigoso.

- Efetuar mais cargas:

Outra solução seria fazer mais cargas por semana para além das que são necessárias para satisfazer as encomendas, esta solução pode ser viável, mas corre-se sempre o risco de não conseguir transporte a tempo do espaço ficar sobrelotado.

Em suma, se as hipóteses sugeridas forem analisadas a nível de custos a que se torna rentável mais rapidamente é a proposta B, mas como foi verificado esta não é o que tem mais capacidade de armazenamento, assim o sistema que aparenta ser o mais vantajoso a longo prazo é a aplicação de estantes Cantilever (proposta A), de notar que adicionando a esta opção a possibilidade de estender o armazém obter-se-ia muito mais rendimento, embora isso implica-se um custo extra.



### 3.3. Restantes locais de armazenamento

#### 3.3.1. Caracterização do local de armazenamento

Os restantes locais localizam-se no exterior das instalações físicas da empresa, sendo que estes são responsáveis pelo armazenamento de matérias-primas e de semiacabado.



**Figura 3.20.** Tipos de matéria-prima utilizada.



**Figura 3.21.** Semiacabado.

### 3.3.2. Teste das estantes

A Böllinghaus já tinha consultado empresas especializadas em soluções de armazenamento para estes locais, sendo que o sistema de armazenamento selecionado foi estantes Cantilever. Ambas as empresas facultaram uma estante modelo para que fosse avaliado a suas características. As empresas serão designadas de “A” e “B” para efeitos de confidencialidade.

Posto isto foi realizado testes a cada estante de maneira a perceber qual das duas era a opção mais vantajosa para o tipo de produto a armazenar. Nestes testes foi avaliado a forma como as estantes se comportavam com impactos e os benefícios das suas características, também foram recolhidos tempos de carga e descarga de cada nível das estantes por forma a perceber o tempo total necessário para carregar e descarregar uma estante completa, posteriormente esses tempos foram comparados com os tempos da situação atual. A Figura 3.22 mostra os dois modelos de estante.



**Figura 3.22.** Estante (a) da empresa “A”; (b) da empresa “B”.

De notar que o tempo de carga ou descarga dos atados corresponde ao tempo que demora os garfos na posição mais baixa a subir até ao nível a ser carregado ou descarregado e a voltar a essa mesma posição, o empilhador encontrava-se na mesma localização a cada carga e descarga. O nível 1 refere-se ao primeiro nível a contar de baixo da estante.

A Tabela 3.15 apresenta os resultados obtidos na recolha de tempos.

**Tabela 3.15.** Tempos de cargas/descargas das estantes.

	Tempo [s]	
	Carga	Descarga
<b>Nível 1</b>	30	28
<b>Nível 2</b>	32	29
<b>Nível 3</b>	46	45
<b>Nível 4</b>	61	53
<b>Nível 5</b>	85	63
<b>Nível 6</b>	66	66
<b>Tempo total</b>	320	284
<b>Tempo total [carga + descarga]</b>	604	

Conclui-se então que o tempo necessário para carregar e descarregar uma estante é de 604 segundos ou seja 10 minutos.

Também se evidenciou que a estante da empresa “A” apresentava melhor resistência aos impactos e conseqüentemente mais segurança para os trabalhadores isto devido aos seus braços permitem uma ligeira deslocação, esta também permite mais flexibilidade, pois os braços podem ser facilmente desmontados ou montados à distância que se pretende e as estantes na versão unilateral têm a possibilidade de vir preparadas para serem bilaterais.

A estante da empresa “B” como tem os braços fixos às colunas não apresenta tanta flexibilidade e resistência (pode-se observar alguns braços empenados). Esta também não tem a possibilidade de ser modificada para dupla, assim, caso seja necessário uma estante dupla esta tem de ser comprada.

Posto isto, pode-se concluir que a estante da empresa “A” aparenta ser a opção mais vantajosa para o armazenamento dos atados.

Quanto à situação atual a forma como os atados são armazenados é igual à descrita para o armazém de produto acabado. A Figura 3.23 exemplifica a situação atual de armazenamento.



**Figura 3.23.** Situação atual de armazenamento.

Os tempos recolhidos podem ser observados na Tabela 3.16.

De notar que o tempo de carga inclui o tempo de colocar ou reposicionar os barrotes de madeira para efetuar a mesma. Antes de carregar ou descarregar os atados os garfos do empilhador não começaram nem acabaram na posição mais baixa ao contrario do que aconteceu no testes das estantes. O nível 1 refere-se ao primeiro nível a contar de baixo do bloco.

**Tabela 3.16.** Tempos de cargas/descargas da situação atual.

	Tempo [s]	
	Carga	Descarga
<b>Nível 1</b>	49	18
<b>Nível 2</b>	41	17
<b>Nível 3</b>	57	17
<b>Nível 4</b>	53	17
<b>Nível 5</b>	54	18
<b>Nível 6</b>	49	18
<b>Tempo total</b>	302	105
<b>Tempo total [carga + descarga]</b>	406	

Comparando então a situação atual com as estante conclui-se que a situação atual apresenta um menor tempo total, cerca de 7 minutos, isto justifica-se pelo facto de estes blocos não permitirem atingir alturas elevadas, devido a questões de segurança, logo o empilhador não necessita de subir tanto a torre e assim demora menos tempo. Contudo se for necessário aceder a um atado que esteja na última fila do bloco esse tempo vai ser igual ao tempo que demora a descarregar todos os atados acima deste, analisando a Tabela 3.16 seria de cerca de 2 minutos, se olharmos para as estantes, o mesmo atado demoraria a descarregar o tempo desse mesmo nível ou seja pela Tabela 3.15 seria 28 segundos.

Outro aspeto que se teve em consideração aquando a realização dos testes foi se a utilização de uns garfos adicionais, designados de *spreader*, no empilhador deveria ser permanente. Para tal foi recolhido o tempo que estes demoram a montar e a desmontar.

De notar que a sua utilização é necessária para transportar atados compostos por barras finas, uma vez que estes tem tendência a fletir dificultando o seu transporte e consequentemente inserção ou remoção nas estantes, para o transporte de atados com comprimentos elevados estes garfos também beneficiam o manuseamento.

A Figura 3.24 exemplifica o manuseamento de um atado sem e com o *spreader*.



(a)



(b)

**Figura 3.24.** Manuseamento do atado (a) sem *spreader*; (b) com *spreader*.

Com os testes efetuados evidenciou-se que quando o *spreader* não estava posicionado de modo a facilitar a montagem dos mesmos o tempo de montagem foi de 5 minutos e 35 segundos, já quando estes estavam posicionados de modo a facilitar a montagem o tempo de montagem foi de 2 minutos e 10 segundos. O tempo de desmontagem foi de 1 minuto e 6 segundos.

Posto isto pode-se concluir, que embora o *spreader* melhore o transporte dos atados mais compridos ou mais flexíveis, causa uma pior visibilidade para o operador quando este está a carregar ou descarregar os atados nas estantes, de notar que isso pode ser melhorado utilizando ajudas visuais, tais como camaras (Figura 3.25) ou linhas no chão, mas uma vez que o tempo necessário a sua instalação não é excessivo, aconselha-se a que este seja utilizado só quando é necessário.



**Figura 3.25.** Sistema de ajuda visual ao operador no empilhador.



## 4. CONCLUSÕES

Ao longo da realização do estágio pode-se verificar o quanto era necessário melhorar os espaços de armazenamento, e uma vez que a empresa pretende evoluir nesse sentido foram propostos vários sistemas de armazenamento.

De referir que o facto de a produção ser por encomenda implica uma grande variedade de itens, prazos de entrega e tempos de processamento, dificultando assim o problema em causa.

Sendo o armazém de produto acabado o foco da presente dissertação, os sistemas propostos revelaram benefícios nos tempos de *picking*, porém apresentavam a desvantagem de não conseguirem tanta capacidade de armazenagem como a situação atual. Esse problema mostrou-se poder ser contornado, sendo que o aconselhado foi utilizar estantes Cantilever (proposta A) e expandir o armazém em altura para usufruir de mais capacidade por parte destas.

Para os restantes locais, foram analisadas qual das duas soluções de armazenamento fornecidas por empresas especializadas em soluções de armazenamento, seriam a melhor solução. A solução aconselhada foi a da empresa “A”.

Ao mesmo tempo que essas soluções foram avaliadas, também foi analisado se a utilização de um *spreader* no empilhador deveria ser permanente, a conclusão foi que só deveria ser utilizado quando fosse necessário.

Para finalizar, a realização do estágio mostrou-se ser uma experiência bastante enriquecedora que permitiu ao autor da presente dissertação crescer a nível pessoal e profissional.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Besugo, G. M. L. C. (2011), “Gestão de um armazém de produtos não perecíveis caso de estudo”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Böllinghaus Steel GmbH (2011), “Company”, Acedido em 11 de Julho de 2014,em: <http://www.boellinghaus.de/>
- Carreira, A. C. S. (2013), “Implementação de metodologias Lean na indústria de laminagem de aço”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Carvalho, J. C., Guedes, A. P., Arantes, A. J. M., Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., Dias, E. B., Dias, J. C. Q., Menezes, J. C. R., Ferreira, L. M. D. F., Carvalho, M. S., Oliveira, R. C., Azevedo, S. G. e Ramos, T. (2010), “Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimentos”, Lisboa: Silabo.
- Carvalho, J. M. C. (2002), “Logística”, Lisboa: Silabo
- COMBILIFT (2013), “Produtos”, Acedido em 11 de Julho de 2014,em: [www.combilift.com/pt/](http://www.combilift.com/pt/)
- Groover, M. P., (2008), “Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing”, New Jersey: Pearson,
- OHRA (2011), “Estantes Cantilever”, Acedido em 11 de Julho de 2014,em: <http://www.ohra.pt/>
- Reis, J. G. (2013), “Gestão de Armazém: Caso Plural”. Tese de Mestrado em Gestão, Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- SLIDELOG (2009), “Produtos / serviços”, Acedido em 11 de Julho de 2014,em: <http://www.slidelog.pt/pt/>



## APÊNDICE A – ANÁLISE DOS COMPRIMENTOS DOS ATADOS

Semana	Comprimentos						Total semana [Kg]
	Iguais ou inferiores a 4 metros		Entre 4 e 6 metros		Superiores a 6 metros		
	[Kg]	%	[Kg]	%	[Kg]	%	
1	13.861	18	61.000	77	3.876	5	78.737
2	27.644	29	58.154	62	8.500	9	94.298
3	67.289	42	74.600	47	17.420	11	159.309
4	81.211	50	64.196	39	18.454	11	163.861
5	137.340	52	103.806	39	23.900	9	265.046
6	96.913	55	61.546	35	18.500	10	176.959
7	47.677	40	51.761	43	20.200	17	119.638
8	80.349	51	54.918	35	22.000	14	157.267
9	201.386	71	78.709	28	4.745	2	284.841
10	32.398	24	81.648	60	22.608	17	136.654
11	65.636	39	94.450	55	10.259	6	170.346
12	103.057	64	46.109	29	11.300	7	160.466
13	154.916	56	70.406	25	53.308	19	278.630
14	93.573	62	50.850	33	7.700	5	152.123
15	45.716	45	41.000	40	15.500	15	102.216
16	132.413	70	36.123	19	20.000	11	188.537
17	114.575	69	28.000	17	22.500	14	165.075
18	51.708	38	58.653	43	26.097	19	136.458
19	20.463	21	59.716	61	18.000	18	98.180
20	57.659	72	12.500	16	10.000	12	80.159
21	86.578	52	55.072	33	25.000	15	166.649
22	146.695	59	64.577	26	38.000	15	249.272
23	102.887	54	73.503	38	15.454	8	191.843
24	89.570	46	82.659	43	20.500	11	192.729
25	85.903	51	70.500	42	11.000	7	167.403
26	194.048	65	64.185	21	40.500	14	298.733
27	76.111	51	44.216	30	27.919	19	148.246
28	89.495	52	68.106	40	14.500	8	172.101
29	69.571	39	99.600	56	9.000	5	178.171
30	102.385	46	77.534	35	41.154	19	221.072
31	113.110	47	72.103	30	56.100	23	241.314
32	19.190	50	19.051	50		0	38.241
34	17.730	40	12.400	28	14.600	33	44.730
35	125.355	58	42.500	20	48.680	22	216.535
36	64.355	36	88.391	49	26.656	15	179.402
37	92.310	47	81.433	41	24.000	12	197.743
38	51.504	23	89.041	41	79.000	36	219.546
39	135.487	49	90.000	32	52.217	19	277.704
40	126.812	55	59.805	26	42.463	19	229.080
41	153.519	64	29.722	12	57.737	24	240.977
42	80.429	46	62.399	35	33.423	19	176.251
43	102.508	52	46.964	24	47.945	24	197.417
44	149.306	46	61.699	19	111.348	35	322.352
45	51.591	38	42.762	31	42.701	31	137.054
46	87.388	46	52.031	27	52.529	27	191.947
47	38.596	29	22.300	17	70.069	54	130.965
48	147.986	45	84.307	25	99.377	30	331.670
49	43.534	24	94.820	53	41.770	23	180.124
50	145.034	67	50.004	23	21.500	10	216.538
51	137.956	52	108.721	41	18.603	7	265.280
52		0		0	18.144	100	18.144
53	20.000	33	3.500	6	36.288	61	59.788
<b>Total Geral</b>	<b>4.572.724</b>	<b>49</b>	<b>3.102.050</b>	<b>33</b>	<b>1.593.042</b>	<b>17</b>	<b>9.267.816</b>
<b>Média</b>	89.661	<b>47</b>	60.825	<b>35</b>	31.236	<b>19</b>	



## APÊNDICE B – ANÁLISE DOS PESOS DOS ATADOS

Semana	Pesos				Total semana
	Inferiores ou iguais a 1000 kg		Superiores a 1000 kg		
	N.º Atados	%	N.º Atados	%	
1	119	91	12	9	131
2	284	87	41	13	325
3	246	88	34	12	280
4	222	85	40	15	262
5	230	92	21	8	251
6	264	89	33	11	297
7	109	74	38	26	147
8	317	85	57	15	374
9	299	88	39	12	338
10	177	77	52	23	229
11	244	83	49	17	293
12	331	88	46	12	377
13	227	81	53	19	280
14	236	90	26	10	262
15	189	79	49	21	238
16	281	88	37	12	318
17	98	59	69	41	167
18	93	73	35	27	128
19	179	89	22	11	201
20	147	87	22	13	169
21	301	94	18	6	319
22	328	94	22	6	350
23	276	88	39	12	315
24	263	79	71	21	334
25	372	88	51	12	423
26	260	78	73	22	333
27	318	91	33	9	351
28	289	90	31	10	320
29	238	88	33	12	271
30	271	83	56	17	327
31	327	87	50	13	377
32	67	100		0	67
34	179	84	33	16	212
35	318	85	55	15	373
36	272	78	76	22	348
37	306	89	37	11	343
38	311	91	29	9	340
39	374	86	62	14	436
40	344	86	56	14	400
41	305	83	62	17	367
42	272	81	63	19	335
43	371	88	50	12	421
44	276	90	32	10	308
45	324	90	35	10	359
46	266	83	53	17	319
47	308	87	46	13	354
48	432	90	47	10	479
49	333	91	34	9	367
50	325	82	73	18	398
51	254	75	86	25	340
52	51	98	1	2	52
53	13	93	1	7	14
<b>Total</b>	<b>13236</b>	<b>86</b>	<b>2183</b>	<b>14</b>	<b>15419</b>
<b>Média</b>	255	<b>86</b>	43	<b>14</b>	297



## APÊNDICE C – TEMPOS DE CARREGAMENTO DE ATADOS EM UM CAMIÃO E UM CONTENTOR

Tipo de transporte	Deslocação	N.º de atados transportados		Tempo remanuseamento [minutos]	Tempo útil [minutos]
		Remanuseados	Úteis		
<b>Camião</b>	1		1		5,10
	2		2		2,88
	3	1	2	2,08	2,28
	4	1 + 2	2	5,13	3,03
	5		1		4,52
	6		2		3,63
	7		1		4,53
	8		2		4,83
	9		3		3,48
	10		3		3,40
	11		2		3,77
	12	2 + 1	3	5,15	3,42
	13		2		3,37
	14		3		3,58
	<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>29</b>	<b>12,37</b>
<b>Tempo Total de carga [minutos]</b>				<b>64,69</b>	
<b>Contentor</b>	1		3		1,83
	2		2		1,57
	3		2		1,9
	4		2		3,48
	5		1		1,38
	6	1	2	1,02	1,88
	7		2		2,6
	8		1		1,63
	9	1 + 3	2	2,82	2,35
	10		2		3,02
	11	1	2	1,28	1,48
	12		1		1,52
	<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>22</b>	<b>5,1</b>
<b>Tempo Total de carga [minutos]</b>				<b>29,73</b>	





## APÊNDICE D – ANÁLISE DAS CARGAS DE CAMIÕES E CONTENTORES

Semana	N.º cargas		Total semana
	Camião	Contentor	
1	4	0	4
2	3	2	5
3	6	2	8
4	6	3	9
5	6	8	14
6	2	7	9
7	3	3	6
8	4	5	9
9	4	12	16
10	5	2	7
11	5	3	8
12	4	4	8
13	6	9	15
14	5	3	8
15	4	2	6
16	6	4	10
17	4	4	8
18	3	4	7
19	2	3	5
20	2	2	4
21	4	5	9
22	7	6	13
23	3	7	10
24	8	2	10
25	6	2	8
26	8	8	16
27	2	6	8
28	5	4	9
29	7	2	9
30	8	4	12
31	7	6	13
32	0	2	2
33	0	0	0
34	2	1	3
35	6	5	11
36	4	5	9
37	6	4	10
38	6	5	11
39	11	3	14
40	5	7	12
41	6	6	12
42	6	3	9
43	6	4	10
44	9	8	17
45	3	4	7
46	3	7	10
47	5	2	7
48	8	9	17
49	4	6	10
50	2	10	12
51	0	15	15
52	0	1	1
53	1	2	3
<b>Total</b>	<b>243</b>	<b>243</b>	<b>486</b>
<b>Média</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	

