



**Melhoria de Funcionamento de Armazéns numa Empresa  
da Indústria Farmacêutica, através da aplicação de  
metodologias *Kaizen Lean***

Kaizen Institute

**Francisco Manuel Cardoso Salgado de Barros Dias**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia e Gestão Industrial**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Ana Isabel Cerqueira de Sousa Gouveia Carvalho

**Júri**

Presidente: Prof<sup>ª</sup>. Mónica Duarte Correia de Oliveira

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Ana Isabel Cerqueira de Sousa Gouveia Carvalho

Vogal: Prof. Amílcar José Martins Arantes

**Dezembro de 2015**

## Resumo

A adaptação das empresas às exigências dos seus clientes é um fator crucial na criação de valor. A redução de desperdício, tendo em vista o aumento da eficiência das operações, provoca melhorias que influenciam positivamente quer o desempenho das empresas quer a redução dos seus custos.

São estes objetivos que levam uma empresa a contratar o Kaizen Institute para, através do auxílio de ferramentas *Kaizen Lean* conseguir identificar e eliminar/minimizar os desperdícios.

O Kaizen Institute será então responsável pela proposta e implementação de uma solução de melhoria a nível de organização e gestão do novo armazém de uma empresa da Indústria farmacêutica. No problema em estudo, a Empresa X (assim denominada por questões de confidencialidade) dedica-se à produção, embalagem e venda de medicamentos genéricos de marca própria, bem como à produção e embalagem de medicamentos para outras empresas do sector. No âmbito de uma reestruturação dos ativos da Empresa X, irão ser vendidos no final de 2015 uma das suas duas unidades industriais com armazém e o seu terceiro armazém. A unidade industrial restante irá ser renovada, sendo projetado o aumento da sua capacidade de produção em 43% e a redução da sua capacidade de armazém em 44%, sendo necessário redesenhar o armazém da Empresa X e todas as suas operações de modo a mitigar a redução de capacidade de armazenagem projetada e garantir que o armazém está preparado para o aumento de capacidade produtiva.

O presente trabalho constitui a dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, onde será primeiramente apresentada uma revisão bibliográfica que caracteriza conceitos *Kaizen Lean*, gestão de armazéns, bem como o mercado farmacêutico nacional e o processo de produção e armazenagem de produtos farmacêuticos, apresentando exemplos da sua aplicação através da literatura e de um estado da arte dos assuntos. A base teórica colecionada e a metodologia desenvolvida servem de base para o planeamento e implementação da solução para o problema apresentado.

Os resultados obtidos mais significativos relativos à implementação das melhorias contemplam: Uma diminuição de 25% do tempo médio de uma operação realizada, uma diminuição de 12% na capacidade total de armazenagem e uma redução da distância média percorrida pelos operadores de armazém da Empresa X em 22%.

**Palavras-Chave:** *Lean*, Indústria Farmacêutica, Gestão de Armazéns, *Kaizen*

## **Abstract**

A company's adaptation to its clients' demands is a crucial factor for the creation of value.

Waste reduction, in order to increase the operation's efficiency, leads to improvements that influence positively both the companies' behaviour and a reduction in their costs.

These are the main goals that lead the companies to hire Kaizen Institute so that, through the help of the Kaizen Lean tools, they can identify and later remove/minimize their wastes.

Kaizen Institute is responsible for the proposal and implementation of an improvement solution regarding the organization and management of the new warehouse of a pharmaceutical industry Company. In this context, Empresa X, a company in the pharmaceutical industry, is selling one of its two industrial units with a warehouse, and its third warehouse, in the end of 2015. The remaining warehouse is going to be renewed, being projected an increase of 43% of the production capacity and a decrease of 44% of the warehouse capacity, so it is necessary to redesign Empresa X's warehouse and its operations in order to mitigate the warehouse capacity reduction and guarantee the warehouse is ready to fulfil the production capacity increase.

This work represents a dissertation of the Master degree in Industrial Engineering and Management, where it will be firstly presented a bibliographic review, characterizing Kaizen Lean concepts, warehouse management, as well as the Portuguese pharmaceutical market, and the process of production and packing of pharmaceutical products, showing examples of its implementation through a state of the art analysis.

Supported by a bibliographic review, this dissertation describes the application of Kaizen Lean methodologies for the planning and implementation of one, or a compilation of various solutions created for the improvement of the new Empresa X's warehouse on an organizational and managerial level.

The main results, associated with the implementation of the improvement solutions show: A 25% decrease of the average operation time, a 12% decrease in total warehouse capacity, and a 22% decrease in the average distance for each warehouse operator.

**Keywords:** Lean, Pharmaceutical Industry, Warehouse Management, *Kaizen*

## **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer à Professora Ana Carvalho por toda a ajuda e disponibilidade não só para reler, rever e propor melhorias ao trabalho realizado, como também pela orientação e mentoria tanto a nível académico, como a nível pessoal e profissional.

Queria também agradecer ao Kaizen Institute a oportunidade de estagiar e realizar a presente Dissertação de Mestrado num contexto real, e a possibilidade de realizar um trabalho que teve de facto um impacto positivo na operação da Empresa X. Em particular, gostaria de agradecer ao Eng<sup>o</sup> Luís Devesa pela disponibilidade, apoio e papel preponderante na minha aprendizagem durante esta experiência.

Por fim, queria agradecer a toda a minha família, amigos e colegas de trabalho, pelo suporte e ajuda não só a rever e dar sugestões ao trabalho realizado como também a ultrapassar esta fase determinante da minha vida.

# Índice

Lista de Figuras .....	iv
Lista de Anexos .....	iv
Lista de Tabelas .....	v
Acrónimos .....	vi
1 Introdução .....	1
1.1 Contextualização do Problema .....	1
1.2 Objectivos da Dissertação .....	2
1.3 Metodologia .....	3
1.4 Estrutura da Dissertação .....	4
2 Caracterização do Problema .....	5
2.1 Kaizen Institute .....	5
2.1.1 História e Introdução .....	5
2.1.2 Metodologia <i>Kaizen</i> .....	7
2.2 Sistema de Gestão Kaizen - <i>Kaizen Management System</i> .....	8
2.2.1 Fundamentos <i>Kaizen</i> .....	9
2.2.2 Sistema de Mudança <i>Kaizen</i> .....	11
2.2.3 Os cinco Pilares <i>Kaizen</i> .....	12
2.3 Empresa X .....	14
2.3.1 História e Introdução .....	14
2.3.2 Mercado Farmacêutico Português - Contexto .....	15
2.3.3 Operação Inicial do Armazém da Empresa X .....	17
2.4 Projeto Kaizen-Empresa X .....	18
2.5 Conclusões do Capítulo .....	19
3 Revisão Bibliográfica .....	20
3.1 <i>Lean</i> .....	20
3.1.1 Produção <i>Lean</i> ( <i>Lean Production</i> ) .....	20
3.1.2 Pensamento <i>Lean</i> ( <i>Lean Thinking</i> ) .....	21
3.2 Ferramentas e Conceitos <i>Lean</i> .....	23
3.2.1 <i>Kaizen</i> , Melhoria Contínua .....	23
3.2.2 <i>Five S</i> (5S) .....	24
3.2.3 Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM - <i>Value Stream Mapping</i> ) .....	25
3.2.4 <i>Kanban</i> .....	26
3.3 Gestão de Armazéns .....	26
3.3.1 Dimensionamento de Armazém e Políticas de Inventário .....	27
3.3.2 Rotas e Estratégias de <i>Picking</i> .....	28

3.3.3 Alocação de Posições de Armazenamento e <i>Picking</i> .....	29
3.4 Lean aplicado à Gestão de Armazéns .....	30
3.4.1 Integração das Ferramentas e Conceitos analisados .....	31
3.5 Conclusões do capítulo .....	33
4. Fase Preliminar e de Planeamento .....	34
4.1 Caracterização da Situação Inicial da Empresa X .....	34
4.1.1 Layout Inicial do Armazém .....	36
4.1.2 Alocação de Materiais Inicial .....	37
4.1.3 Alçados Iniciais das Estantes .....	40
4.1.4 Mapeamento Inicial das Operações de Armazém e Estratégia de <i>Picking</i> .....	43
4.2 Conclusões de Capítulo .....	48
5. Fase de Implementação .....	49
5.1 Fase 1 – Layout Final do Armazém .....	49
5.2 Fase 2 – Alocação de Materiais Final .....	51
5.3 Fase 3 – Alçados Finais das Estantes .....	56
5.4 Fase 4 – Mapeamento das Operações de Armazém e Estratégia de <i>Picking</i> Finais .....	61
5.5 Fase 5 – Reuniões Normalizadas de Equipa .....	65
5.6 Conclusões de Capítulo .....	67
6. Fase de Apresentação e Análise de Resultados Obtidos .....	68
6.1 Indicadores .....	68
6.1.1 Produtividade .....	68
6.1.2 Capacidade .....	70
6.1.3 Distâncias .....	70
6.2 Apresentação e Análise de Resultados Obtidos .....	71
6.2.1 Produtividade .....	71
6.2.2 Capacidade .....	73
6.2.3 Distâncias .....	74
6.3 Conclusões de Capítulo .....	75
7. Conclusões Gerais .....	76
8. Bibliografia .....	78
9. Anexos .....	84
Anexo 1 – Importância da Medição na Prática de Lean .....	84
Anexo 2 – Estratégia de <i>Picking</i> segundo Richards (2011) .....	85
Anexo 3 – Análise ABC .....	87

Anexo 4 – VSM da Situação Inicial.....	88
Anexo 5 – Número e tipo de posições por cada rack .....	89

## Lista de Figuras

Figura 1 – Metodologia para realização da Dissertação de Mestrado .....	3
Figura 2 – Evolução do mercado farmacêutico, por País Europeu (Apifarma 2013) .....	15
Figura 3 – Evolução da produção de medicamentos em Portugal (Apifarma 2013).....	16
Figura 4 – Evolução do preço médio anual de medicamentos em Portugal (Apifarma 2013)	16
Figura 5 – Evolução das quotas de genéricos no mercado total, em Portugal (Apifarma 2013) .....	17
Figura 6 – Diagrama de proposta de solução de um problema de <i>Lean Warehousing</i> .....	32
Figura 7 – <i>Layout</i> inicial do armazém 1 da Empresa X .....	36
Figura 8 – <i>Layout</i> com alocação inicial de materiais no armazém 1 da Empresa X .....	39
Figura 9 – Alçados iniciais do armazém 1 da Empresa X .....	41
Figura 10 – Mapeamento do processo de Recepção da Empresa X – <i>Racks</i> Móveis .....	44
Figura 11 – Mapeamento do processo de Recepção da Empresa X – <i>Racks</i> fixos .....	44
Figura 12 – Mapeamento do processo de Aviamentos de Fabrico da Empresa X.....	45
Figura 13 – Mapeamento do processo de Aviamentos de Embalagem da Empresa X .....	46
Figura 14 – Mapeamento do processo de Expedição da Empresa X .....	47
Figura 15 – <i>Layout</i> final implementado do armazém 1 reconstruído da Empresa X .....	50
Figura 16 – Alocação de materiais final do armazém 1 reconstruído da Empresa X .....	52
Figura 17 – Normalização de folhetos informativos da Empresa X .....	57
Figura 18 – Alçado base do armazém 1 final da Empresa X .....	58
Figura 19 – Alçado final da alocação de famílias de produtos “A” a posições fixas .....	59
Figura 20 – Mapeamento do processo de Recepção da Empresa X final.....	62
Figura 21 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Fabrico de Produtos “A”, da Empresa X .....	63
Figura 22 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Fabrico do restante material, da Empresa X .....	63
Figura 23 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Embalagem de material “A” da Empresa X .....	63
Figura 24 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Embalagem de material restante, da Empresa X.....	64
Figura 25 – Mapeamento do processo final de Expedição direta da Empresa X .....	65
Figura 26 – Mapeamento do processo de Expedição final comum da Empresa X .....	65
Figura 27 – Quadro de Kaizen diário da equipa de armazém da Empresa X .....	66
Figura 28 – Fluxos iniciais das operações do armazém 1 da Empresa X .....	71
Figura 29 – Fluxos finais das operações do armazém 1 da Empresa X .....	71



## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Análise à ocupação numa fase de elevada produção .....	42
Tabela 2 – Análise aos movimentos por cada tipo de material presente no armazém 1 da Empresa X .....	52
Tabela 3 – Análise ABC dos materiais de fabrico e da embalagem da Empresa X .....	55
Tabela 4 – Monitorização do Indicador de capacidade do armazém 1 da Empresa X .....	72
Tabela 5 – Monitorização do Indicador de capacidade do armazém 1 da Empresa X .....	73
Tabela 6 – Monitorização do Indicador de distâncias do armazém 1 da Empresa X .....	74

## **Acrónimos**

KI – *Kaizen Institute*

X – Nome dado à empresa no qual está inserido o projeto Kaizen descrito nesta Dissertação

QCDM – *Quality, Cost, Delivery and Motivation*

TFM – *Total Flow Management*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TQC – *Total Quality Control*

TSM – *Total Service Management*

IDM – *Innovation and Development Management*

KCM – *Kaizen Change Management*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

SDCA – *Standardize, Do, Check, Act*

KMS – *Kaizen Management System*

WCP – *World Class Performance*

KPI – *Key Performance Indicator*

VSM – *Visual Stream Mapping*

OEE – *Overall Equipment Efficiency*

JIT – *Just-in-time*

# 1 Introdução

## 1.1 Contextualização do Problema

Dado o clima económico atual e a redução da procura do cliente, os problemas e as ineficiências das empresas tornaram-se mais evidentes, originando uma crescente preocupação na redução de desperdício e no aumento de eficiência de operação (Waring e Bishop, 2010).

Para colmatar as perdas causadas, o sector empresarial português necessitou de procurar novos mercados, muitas vezes fora de Portugal, e de soluções que lhes permitam ser o mais eficientes possível e, consigam os mesmos ou melhores resultados, com os mesmos ou até menos recursos. Sem capital para investimentos dispendiosos, é essencial encontrar soluções com custos acessíveis que consigam resultados eficazes na redução de custos e na geração de valor para a empresa (Waring & Bishop, 2010). Para atingir desempenhos operacionais elevados, é necessário aumentar a eficiência e garantir o crescimento (*Growth*) de uma empresa (Shin et al. 2009). O Kaizen Institute aposta na melhoria de quatro aspetos: Qualidade, Custo, Serviço e Motivação (QCDM – *Quality, Cost, Delivery, Motivation*).

A Empresa X (assim denominada por motivos de confidencialidade) é líder de mercado de medicamentos genéricos de farmácia com a sua marca própria e, simultaneamente produz e embala para outras marcas do sector. A existência de uma quantidade muito elevada de referências e tamanhos de lote, cuja aprovação tem de ser adquirida por uma entidade externa (o Infarmed), leva à necessidade de armazenagem de quantidades de stock também muito elevadas. Inicialmente, a Empresa X possuía duas instalações de produção e três armazéns, no entanto, passou a deter apenas uma instalação de produção e um armazém, ao mesmo tempo que pretende aumentar a capacidade de produção para 43% do valor inicial. O desafio do presente trabalho é criar e implementar uma solução para a gestão e organização do novo armazém da empresa X, bem como explicar todo o raciocínio associado à decisão entre as várias propostas de solução apresentadas, sempre recorrendo a metodologias *Kaizen Lean*.

A evolução do mercado farmacêutico e a redução das margens de lucro por medicamento tornam cada vez mais urgente a introdução de um sistema de gestão *Kaizen Lean*, que permita maximizar a eficiência dos processos e minimize o desperdício.

Através do desenvolvimento e implementação de um projeto *Kaizen* de consultoria, auxiliado por ferramentas e metodologias *Kaizen Lean*, a empresa de consultoria Kaizen Institute (KI) pretende auxiliar a Empresa X a obter melhorias significativas de *Qualidade, Custo, Serviço e Motivação* (QCDM) e resultados positivos de crescimento económico-financeiros, através da implementação de uma cultura de melhoria contínua na empresa cliente bem como de projetos de melhoria que visem atingir resultados muito positivos, neste contexto, em gestão de armazéns.

## 1.2 Objectivos da Dissertação

O objetivo desta Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial assenta na análise dos resultados da aplicação prática de metodologias *Kaizen Lean* num projeto de consultoria da empresa Kaizen Institute, de otimização do armazém renovado da Empresa X, produtora e líder de mercado de medicamentos genéricos de farmácia.

A prossecução deste objectivo compreende a sua divisão em quatro secções gerais:

- Caracterização do caso de estudo:
  - Apresentação e descrição da empresa prestadora de serviços de consultoria e dos seus fundamentos e métodos – Kaizen Institute (KI).
  - Apresentação e descrição da empresa cliente – Empresa X.
  - Caracterização do problema em estudo, no contexto do modo operatório da Empresa X.
- Revisão da literatura existente com o objetivo de avaliar o estado de arte sobre os seguintes temas:
  - *Lean*:
    - Produção *Lean*;
    - Pensamento *Lean*.
  - Ferramentas *Lean*:
    - Melhoria Contínua (*Kaizen*);
    - *Five S* (5S);
    - Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM – *Visual Stream Mapping*);
    - *Sistema Kanban*.
  - Gestão de Armazéns:
    - Dimensionamento de Armazém e Políticas de Inventário;
    - Rotas e Estratégias de *Picking*.
    - Alocação de posições de armazenamento e *Picking*;
  - *Lean* aplicado à Gestão de Armazéns (*Lean Warehousing*);
    - Integração das Ferramentas e Conceitos analisados;
- Aplicação de metodologias *Kaizen Lean* na otimização do armazém da empresa X.
- Avaliação e interpretação dos resultados obtidos e proposta de melhorias e próximos passos a implementar.

## 1.3 Metodologia

Nesta secção é apresentada a metodologia a ser adotada na elaboração da Dissertação de Mestrado. Na figura 1 estão representados os seus passos.

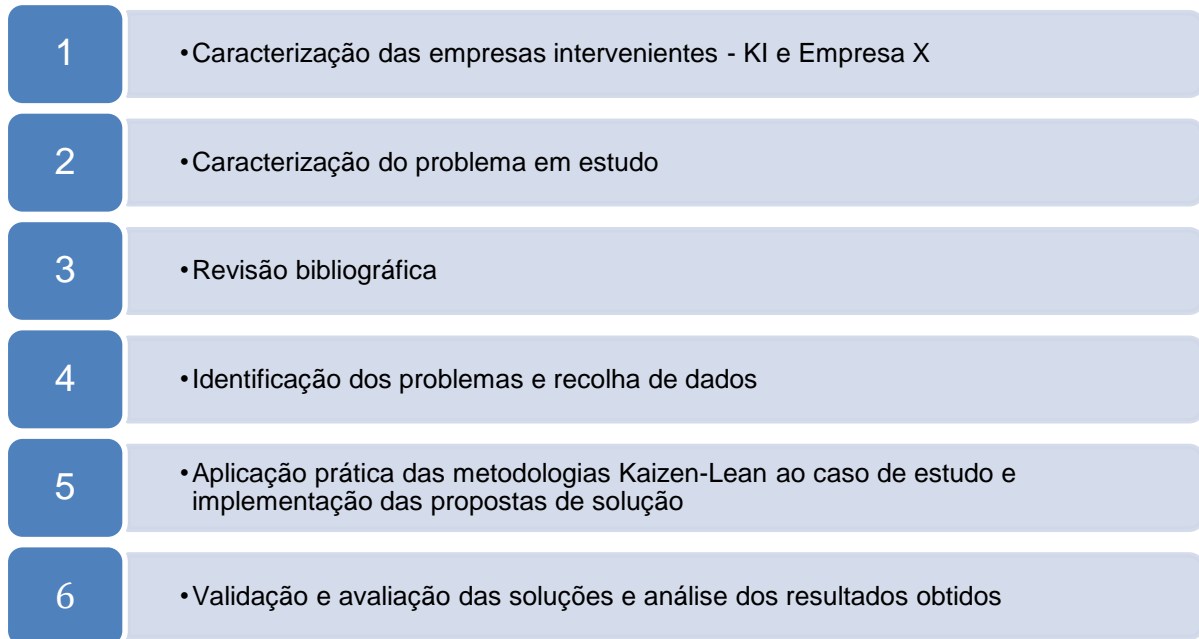


Figura 1 – Metodologia para realização da Dissertação de Mestrado

### **Etapa 1 – Caracterização das empresas intervenientes - KI e Empresa X**

Na primeira etapa apresenta-se e caracterizam-se os intervenientes: a Empresa X, que apresenta um problema a ser estudado, e a empresa multinacional de prestação de serviços de consultoria Kaizen Institute (KI), que apresenta propostas de solução para este mesmo problema.

### **Etapa 2 – Caracterização do problema em estudo**

A segunda etapa trata-se de uma análise aprofundada aos conceitos *Kaizen*, associadas ao KI, e às filosofias, pilares e ferramentas do pensamento *Lean*.

### **Etapa 3 – Revisão bibliográfica**

Numa terceira fase mostra-se um sumário sobre o estado da arte relativo a seis assuntos: *Lean*, Ferramentas *Lean*, gestão de armazéns e aplicação de *Lean* à Gestão de Armazéns (*Lean Warehousing*).

### **Etapa 4 – Identificação dos problemas e recolha de dados**

Na quarta etapa demonstra-se a situação inicial, identificam-se os problemas existentes e as suas causas, bem como todos os dados necessários para a construção de uma proposta de solução.

A análise detalhada dos problemas irá ser realizada no contexto da dissertação de mestrado.

## **Etapa 5 – Aplicação prática das metodologias *Kaizen Lean* ao caso de estudo e propostas de solução**

Nesta etapa discute-se a implementação das propostas de solução baseadas na situação inicial levantada, nos conceitos e metodologias em causa.

## **Etapa 6 – Validação e avaliação das soluções e análise dos resultados obtidos**

Por último analisa-se os resultados finais, bem como a conformidade das metodologias aplicadas ao contexto do problema, e avalia-se o impacto das soluções implementadas através dos resultados da Empresa X, medidos através de indicadores de desempenho.

## **1.4 Estrutura da Dissertação**

Baseada na contextualização e objetivos previamente apresentados, esta Dissertação encontra-se estruturada em sete capítulos principais:

**Capítulo 1** – Introdução ao tema da dissertação de mestrado, enumeração dos objetivos traçados, definição da estrutura e da metodologia utilizada na sua realização.

**Capítulo 2** – Introduz-se e caracteriza-se o caso de estudo bem como as metodologias *Kaizen Lean*. Apresentam-se as empresas abrangidas neste trabalho, o Kaizen Institute, empresa prestadora de serviços de consultoria que vai apresentar propostas de solução, e a Empresa X, a empresa cliente que apresentou o problema.

**Capítulo 3** – Descrição do estado da arte baseado numa revisão bibliográfica, onde se apresentam conceitos essenciais sobre *Lean*, Ferramentas *Lean*, gestão de armazéns e aplicação de *Lean* à Gestão de Armazéns (*Lean Warehousing*).

**Capítulo 4** – Caracteriza-se o estado inicial do armazém no âmbito dos tópicos: Layout do armazém, alocações de materiais, alçados das estantes, e mapeamento das operações de armazém e estratégia de *picking*

**Capítulo 5** – Implementação das melhorias e soluções propostas, no âmbito dos quatro tópicos abordados no capítulo 4

**Capítulo 6** – No capítulo 6 apresentam-se os resultados das soluções implementadas no capítulo 5.

**Capítulo 7** – No último capítulo apresentam-se as principais conclusões da presente Dissertação de Mestrado.

## 2 Caracterização do Problema

No seguinte capítulo introduz-se ambas as empresas intervenientes nesta dissertação, mostrando-se ambas as faces do tema, a de empresa prestadora de serviços de consultoria, o Kaizen Institute (KI), e a de empresa cliente, a Empresa X.

Os temas presentes neste capítulo organizam-se nos seguintes pontos: No subcapítulo 2.1 é apresentado o KI, a sua história e as suas metodologias de aplicação ; No subcapítulo 2.2 é abordado o modelo de negócio do KI, os fundamentos, o sistema de mudança *Kaizen* e os cinco pilares *Kaizen*; No subcapítulo 2.3 é apresentada a Empresa cliente ABC e a sua história, é contextualizado o mercado farmacêutico português, e é descrita a operação inicial do armazém da Empresa X; O capítulo termina com a secção 2.4, em que se contextualiza o caso de estudo sobre o qual está a ser realizada esta dissertação; O capítulo termina com o subcapítulo 2.5 que resume os assuntos do capítulo 2.

### 2.1 Kaizen Institute

#### 2.1.1 História e Introdução

Fundado em 1985 por Masaaki Imai, o Kaizen Institute (KI) é uma empresa multinacional de serviços de consultoria, pioneira e líder mundial na prática de *Kaizen*. Desde então, tem contribuído para a difusão da mentalidade *Kaizen Lean* por todo o Mundo, e hoje em dia conta com 39 escritórios distribuídos globalmente.

Masaaki Imai iniciou a sua carreira em 1955 no Centro de Produtividade do Japão (Japan Productivity Center), onde realizava visitas dos diretores industriais Japoneses à indústria Norte Americana para recolher as melhores práticas de produção. O sucesso desse programa levou-o a colaborar com Taiichi Ohno e Shoichiro Toyoda na Toyota Motor Company, onde se criou o sistema de produção Toyota, geralmente conhecido como sistema de produção *Lean*.

Agregando toda a sua experiência, Masaaki Imai escreveu o livro "*Kaizen: the key to Japanese competitive succes*", com o objetivo de disseminar as boas práticas *Kaizen* por todo o Mundo. As vantagens da implementação de *Kaizen* tornaram-se evidentes, na primeira década do século XXI, quando se verificou a capacidade da aplicação desta metodologia fazer a diferença no sucesso de uma organização, podendo citar-se o exemplo da japonesa Toyota Motor Company ultrapassar a americana General Motors enquanto líder mundial de produção automóvel (Inoue & Komatsu 2007; Imai, 2012).

A sede ibérica do KI, na qual está associado o presente caso de estudo, foi fundada em 1999, e tem desde então o seu escritório principal em Vila Nova de Gaia. Com inúmeros clientes das mais variadas áreas e países, o KI Ibérico está em crescimento, contando hoje em dia com mais de setenta consultores que personalizam o espírito de excelência e *Kaizen*, inspirado na filosofia do estilo de produção japonês (Kaizen Institute, 2015).

O KI provou que metodologias e ferramentas *Lean* e de melhoria contínua não são só aplicáveis à indústria pura, mas conseguem criar valor em todas as áreas. Atualmente, o KI destaca-se notavelmente nos sectores: indústria, logística e distribuição, serviços, Investigação e desenvolvimento (engenharia), retalho, saúde e tecnologias de informação (Kaizen Institute, 2015)

A palavra *Kaizen* nasceu da junção de duas palavras japonesas, que separadamente significam “mudança” (*Kai*) e “bom” (*Zen*), e que em conjunto são interpretados como “mudança para melhor” ou “melhoria”. Apesar da melhoria contínua caracterizar o conceito *Kaizen*, hoje em dia é muito mais do que isso: é uma filosofia de negócio a ser aplicada por todos (*Everybody*, desde o CEO ao colaborador de produção), em toda a empresa (*Everywhere*) e todos os dias (*Everyday*) (Kaizen Institute, 2015).

O modelo de negócio do KI divide-se em três principais áreas:

- Consultoria e Implementação – Parcerias de longo prazo com os clientes de modo a implementar a filosofia *Kaizen* na empresa – Onde assenta o caso estudo analisado nesta dissertação.
- Educação, Treinos e Eventos – Sessões *Kaizen* de *coaching*, workshops, seminários e eventos.
- Visitas guiadas e *Benchmarking* – Aprendizagem a partir de visitas a empresas “*best-in-class*” por todo o mundo.

Com o objectivo concreto de conseguir o crescimento das empresas com que trabalha (*Growth*), o KI concentra a sua atividade na melhoria de quatro aspetos fundamentais - QCDM:

- Qualidade (*Quality*) – Qualidade do produto/serviço final e de todas as etapas do respectivo processo.
- Custo (*Cost*) – Refere-se ao custo total – Produção, transporte, venda, etc.
- Serviço (*Delivery*) – Cumprimento do plano e dos respetivos prazos.
- Motivação (*Motivation*) – Níveis de motivação de todos os elementos envolvidos.

(Kaizen Institute, 2015)

### **2.1.2 Metodologia *Kaizen***

Existem seis conceitos *Kaizen* principais, que são pressupostos fundamentais a qualquer gestor que queira implementar uma estratégia de melhoria contínua na sua organização (Imai, 2012):

1. *Kaizen* e gestão;
2. Processo versus resultado;
3. Ciclos *plan-do-check-act* (PDCA) e *standardize-do-check-act* (SDCA);
4. Qualidade primeiro;
5. Falar com informação;
6. “Próxima operação é o cliente”.



Os seis conceitos *Kaizen* são sumariamente descritos nos pontos abaixo:

### 1. Kaizen e gestão

No contexto *Kaizen*, a gestão de uma organização tem duas funções principais, a Manutenção, referente ao cumprimento das normas existentes e aumento das suas performances, e a Melhoria, referente à elevação das referidas normas, que se podem classificar como inovação (grandes melhorias resultantes de grandes investimentos) ou *Kaizen* (pequenas melhorias resultantes de esforço contínuo e pequenos investimentos).

A gestão de topo deve estar focada em projetar valor e inovação no *Gemba* (o local onde se acrescenta valor), a gestão intermédia na implementação de melhorias (cultura *Kaizen*), e os colaboradores na execução e manutenção das melhorias. A opinião dos colaboradores é um aspecto fulcral, pois a sua constante presença no *Gemba* dá-lhes bastante conhecimento acerca do processo. O sucesso do *Kaizen* numa organização necessita do envolvimento e compromisso de todos dentro da organização (Imai, 2012).

### 2. Processo versus resultado

Um processo é um conjunto sequenciado de atividades com o mesmo objetivo, que por consequência gera um dado resultado.

Na aplicação de estratégias *Kaizen*, se uma empresa cliente se foca apenas nos resultados que quer obter, desprezando o processo, estes não irão surgir. Para um resultado melhorar, é necessário um processo melhorar, é por isso que a abordagem *Kaizen* é orientada para o processo, algo que contrasta com a mentalidade ocidental orientada para os resultados. (Imai, 2012)

### 3. Ciclos *Plan-do-check-act* (PDCA) e *Standardize-do.check-act* (SDCA)

O ciclo PDCA é a norma *Kaizen* para a implementação de uma melhoria num processo, e a sua repetição sucessiva é uma maneira de garantir a melhoria contínua de processos e produtos, e a dinâmica inerente a um pensamento *Lean*.

- *Plan* – Definição do objectivo de melhoria e do plano de execução para o seu cumprimento. Há sempre espaço para melhorar.
- *Do* – Implementação do respectivo plano.
- *Check* – Verificar se a execução está de acordo com o plano, se está a haver melhoria.
- *Act* – Criar uma norma para prevenir que o modo de operar anterior não se volta a impor, ou propor objectivos para melhorias futuras.

Tal como o ciclo PDCA está para a melhoria de processo, o ciclo SDCA está para a sua manutenção e estabilização.

Para se poder começar um ciclo PDCA, ou seja, começar a implementar uma melhoria, é necessário garantir a estabilidade do processo, ou seja, realizar o ciclo SDCA até haver garantia da robustez de execução do processo, através do cumprimento da sua norma. O objetivo do SDCA é garantido através da análise das respostas a três perguntas cada vez que ocorre uma anormalidade num processo: Aconteceu porque não existe uma norma? Aconteceu porque a norma não foi cumprida? Aconteceu porque a norma não é adequada? (Imai, 2012)

#### 4. Qualidade primeiro

A qualidade é a percepção subjetiva do grau de utilidade por quem usufrui um produto ou serviço. Independentemente do valor aos olhos do consumidor, a qualidade é crucial para o produto/serviço conseguir competir no mercado. É muito importante garantir o compromisso da gestão de topo no que toca a qualidade, pois muitas vezes a tentação de redução de custos e cumprir prazos demasiado apertados, compromete a qualidade, o que a longo prazo prejudica a organização. (Imai, 2012)

#### 5. Falar com dados

Tentar resolver um problema sem recurso a dados, é o mesmo que resolver problemas tendo por base apenas pensamentos empíricos ou intuição. Recolher dados relevantes e analisá-los é crítico no processo de melhoria, especialmente no que toca ao suporte e robustez de cada decisão (Imai, 2012).

#### 6. “Próxima operação é o cliente”

O cliente divide-se em dois tipos, o externo e o interno. O cliente externo refere-se ao cliente final, o consumidor, já o cliente interno refere-se a um compromisso para a garantia de alta qualidade por uma empresa, que considera que um dado processo é o cliente do processo que o antecede (até o fornecedor, que é externo), e o processo que o procede é o seu cliente (até o cliente final). Tratar o processo seguinte como se do cliente final se tratasse resulta na diminuição de defeitos e erros, o que inevitavelmente resulta num grande aumento de qualidade no cliente final. (Imai, 2012)

## **2.2 Sistema de Gestão *Kaizen* - *Kaizen Management System***

O modelo de negocio do KI foi evoluindo ao longo da sua existência, de acordo com as novas áreas e ferramentas de implementação de *Kaizen*, culminando no *Kaizen Management System* (KMS), modelo que reúne as várias abordagens da metodologia *Lean* com o objectivo de melhorar continuamente os processos em diferentes áreas, ou seja, realizar *Kaizen* e atingir a excelência operacional de qualquer problema.

Para explicar de uma forma simplificada o KMS utiliza-se a analogia da estrutura de uma casa (Imai, 2012 ; Kaizen Institute 2015):

- I. Fundamentos *Kaizen* - Na base de tudo estão os cinco princípios fundamentais *Kaizen*: Criar valor para o cliente, Ir para o *Gemba*, Eliminar desperdício (*Muda*), Envolvimentos de todos e Gestão visual.

- II. Sistema de Mudança Kaizen - A laje da estrutura da casa é composta pelo Sistema de Mudança Kaizen (KCM). O ênfase dado à gestão de mudança é muito significativo, visto que em todas as organizações que não estão alinhadas com a filosofia Kaizen existe muita inércia no que toca a inovação e melhoria. Em cada empresa sem sistema de melhoria contínua implementado existem paradigmas associados ao modo de trabalho de cada tarefa, que por não serem evolutivos são muito difíceis de melhorar. A dificuldade adjacente à mudança torna ainda mais essencial o envolvimento de todos numa mudança Kaizen, incluindo os colaboradores, responsáveis pela execução da maior parte das tarefas.
- III. Os cinco Pilares Kaizen - Para suportar o topo da estrutura, existem cinco pilares, que representam cinco ferramentas de aplicação de Lean da teoria para a prática, que servem de reforço e funcionam em conjunto com o KCM.
- IV. Estratégia - No topo está a estratégia, a valorização da empresa a longo prazo. Para a obter é necessário concretizar um objectivo: *World Class Performance* (WCP), que só se consegue quando existe melhoria dos processos, da criação de valor para o cliente, do sucesso financeiro e do desenvolvimento de pessoas.

Para atingir WCP e a valorização de uma empresa a longo prazo é necessário uma grande compreensão dos três níveis inferiores que suportam a estratégia nesta analogia, pelo que se deve detalhar o seu estudo.

De modo a aprofundar os conhecimentos e ferramentas utilizadas pelo Kaizen Institute durante o desenvolvimento de projetos nos seus clientes, vão ser analisados nos próximos quatro subcapítulos os primeiros quatro tópicos do KMS, respectivamente.

### **2.2.1 Fundamentos Kaizen**

Para conseguir o crescimento de cada cliente alcançado através de melhorias em QCQM, existem cinco princípios fundamentais *Kaizen Lean* (Kaizen Institute 2015e):

1. Criar Valor para o cliente – Definir o que é valor para o cliente, e garantir o nível de serviço (*Delivery*) e a Qualidade. O KI foca-se não só na qualidade apresentada ao cliente final, mas também na diminuição de produtos com defeito passados para a operação seguinte ao longo de toda a cadeia: Estratégia “Próxima operação é o cliente”. Para se ocupar o máximo de tempo em operações que acrescentem valor para o cliente, devem ser eliminadas todas as atividades que não acrescentem valor, ou seja, todo o desperdício (Ohno 1988)
2. Eliminar desperdício (*Muda*) – Eliminar qualquer atividade que não acrescente valor para o cliente, ou seja, desperdício. Para além do *Muda*, palavra que significa desperdício em japonês, o KI incluiu ainda outros dois conceitos de a eliminar numa organização: *Mura* (“variabilidade”) e *Muri* (“esforço esgotante”).
3. Ir para o *Gemba* – Ir para o terreno, o local onde se acrescenta valor, algo que se aplica não só aos colaboradores mas a todos na organização, pois é do *Gemba* que os problemas originam e têm de ser resolvidos.

4. Envolvimento de todos – Para o sucesso da implementação de uma estratégia *Kaizen Lean* é preciso compreender a importância das pessoas, e é nelas que a estratégia se deve centrar. Apesar de se focar essencialmente em planos de inovação e melhoria, a gestão de topo deve, tal como a gestão intermédia, reconhecer a importância dos colaboradores, que pelo seu local de trabalho ser no *Gemba* e estarem diretamente ligados aos processos, têm noção dos problemas e oportunidades de melhoria, ocupando um papel determinante no sucesso das organizações.
5. Gestão visual – A visão é o sentido que o ser humano mais utiliza para recolher informação, e como tal, ao aplicar o máximo de visualização aos processos e desperdícios, retira-se o maior partido possível desta capacidade humana. Uma das ferramentas mais conhecidas de gestão visual é o cartão *Kanban*, que controla o fluxo de produção, de transporte, ou de informação por exemplo

Eliminar *Muda* é um dos princípios fundamentais *Kaizen Lean*, pelo que perceber o que é definido por *Muda* e quais os tipos de *Muda* que se podem encontrar é fundamental.

Existem desperdícios que são impossíveis de evitar, como por exemplo controlos contabilísticos, na medida em que apesar de não acrescentarem valor para o cliente final, são indispensáveis.

Pode-se classificar *Muda* em sete tipos diferentes (Melton 2005):

- Erros e defeitos – Algo que se sucede durante a produção/execução, que leva o resultado a ter de ser retrabalhado ou a sofrer mais trabalho do que inicialmente previsto.
- Excesso de processamento – Processos que não acrescentam valor.
- Movimento de pessoas – Movimento excessivo de pessoas, leva a perdas de tempo sem qualquer valor acrescentado.
- Movimento de material e informação – Excesso de material e informação leva a perdas de tempo quer na execução de ambos, quer posteriormente no seu manuseamento e interpretação, respectivamente.
- Espera de material e informação – Inventário à espera de ser processado.
- Espera de pessoas – Quando um trabalhador está à espera de um processo anterior que está demorado por estar sobrecarregado, ou apenas por estar mal dimensionado.
- Excesso de produção – Produto realizado, sem cliente ou procura para satisfazer. Este é o muda mais importante, pois a sua existência resulta no nascimento de outros mudas associados, como por exemplo movimento de materiais e esperas de materiais.

Foi a partir deste conjunto de fundamentos que se desenvolveram todas as ferramentas *Kaizen Lean* e a partir dos quais se garante a manutenção das melhorias implementadas numa organização, ao longo do tempo (Kaizen Institute, 2015; Womack & Jones, 2003).

## 2.2.2 Sistema de Mudança *Kaizen*

A atividade mais importante incorporada pelo KI nos seus clientes é o processo de mudança cultural, que dentro da analogia do KMS representa o Sistema de Mudança *Kaizen* (KCM).

Tipicamente, uma empresa cliente que contrata o Kaizen Institute (KI) pela primeira vez é caracterizada por estar pouco dinâmica em termos de resultados e com uma grande resistência à mudança e à inovação: “Sempre trabalhámos assim”, “Aqui não é possível”, são frases comuns que os consultores *Kaizen* ouvem nos primeiros dias de trabalho nos clientes, quando confrontam os colaboradores dessas empresas com simples propostas de melhoria (Kaizen Institute 2015d).

Passar deste tipo de desmotivação e de estagnação para uma cultura de melhoria contínua, é um trabalho demorado ao qual o KI recorre a quatro métodos para o resolver (Kaizen Institute 2015d):

- A. *Kaizen* Diário – Refere-se ao trabalho com as equipas naturais, ou seja, as equipas que trabalham em conjunto dentro de uma organização. No caso da Empresa X por exemplo, um conjunto de operadores do mesmo turno e da mesma área formam uma equipa natural, da mesma maneira que o CEO e os respectivos diretores formam outra.

A mudança cultural por *Kaizen* Diário é realizada em quatro passos que requerem ser analisados (Kaizen Institute 2015b):

- Nível 1 – Organização da Equipa através da elaboração de Quadros *Kaizen* Diário em que se responsabiliza o líder da equipa natural para numa curta reunião para discutir sobre o plano de trabalho da sua equipa e apresentar um conjunto de indicadores (KPI's) com objetivos bem definidos, de modo a medir a performance da sua equipa. O objetivo da análise frequente dos indicadores é o nascimento de melhorias causadas pela interpretação da variação dos seus valores, bem como pela análise a qualquer dificuldade ou oportunidade de melhoria que tenha surgido. A frequência desta reunião vai desde uma reunião por turno até uma reunião mensal. A frequência das reuniões deve ser proporcional ao dinamismo dos seus indicadores e à variação do plano de trabalho da equipa. A quantidade de informação presente no quadro auxiliar, que se apresenta nessas reuniões, deve refletir as necessidades da equipa, por exemplo: lista de presenças, plano de trabalho, plano de ações, auditorias rápidas, entre outros.
- Nível 2 – Depois de garantida a estabilidade da execução do nível 1, quando a reunião de *Kaizen* Diário passar num conjunto de auditorias feitas pelo consultores do KI ou pela supervisão de cada equipa, procede-se à execução do segundo nível de *Kaizen* Diário, que consiste na organização do local de trabalho e manutenção da mesma, recorrendo à metodologia 5S posteriormente analisada no capítulo 3. A manutenção da organização do local de trabalho deve ser discutida nas reuniões de *Kaizen* Diário através da realização de auditorias rápidas.

- Nível 3 – Depois da equipa natural ser autónoma na organização do seu local de trabalho, introduz-se a normalização dos processos, promovendo o trabalho em equipa para obter a melhor prática e a estabilização da sua performance. O objetivo é cada equipa conseguir normalizar os seus processos de maneira proactiva e autónoma, através de discussões no âmbito das reuniões de *Kaizen Diário*.
  - Nível 4 – O último nível de *Kaizen Diário* tem como objetivo a autonomia total das equipas naturais no que toca a melhoria contínua, garantindo que o nascimento de melhorias proactivas nasce no âmbito das reuniões de *Kaizen Diário*.
- B. *Kaizen Projeto* – Paralelamente ao *Kaizen Diário*, o KI realiza ações de melhoria de dimensão significativa sobre oportunidades que tenham sido identificadas numa fase inicial, onde foram mapeados todos os processos da organização através do *Value Stream Mapping (VSM)*. O VSM é uma ferramenta utilizada pelo KI para, em conjunto com uma equipa multidisciplinar do cliente, mapear todos os processos e identificar as respectivas oportunidades de melhoria, que posteriormente são analisadas, quantificadas e propostas ao cliente, que decidirá quais necessitarão de intervenção do KI, nascendo um *Kaizen Projeto* por cada proposta comprada. Implementação de um novo Planeamento da Produção é o *Kaizen Projeto* sobre o qual foi desenvolvida a presente dissertação.
- C. *Kaizen Suporte* – Aplica-se numa fase mais avançada do projeto e é como uma auditoria aos desenvolvimentos da estratégia e boas práticas definidas, bem como uma revisão anual estratégica do caminho a tomar para a melhoria contínua.
- D. *Kaizen Líderes* – O método mais recente criado pelo KI, tem como objectivo garantir o alinhamento de todos os responsáveis de gestão com a melhoria contínua, e garantir o compromisso da gestão de topo com o *Gemba*.

### 2.2.3 Os cinco Pilares *Kaizen*

Para colocar em prática as teorias *Kaizen Lean*, o KI desenvolveu cinco metodologias, representadas por cinco pilares, cada um com o objetivo de melhorar resultados QCDM:

- *Total Flow Management (TFM)* – Gestão das atividades tradicionais de produção e logística, bem como de fluxos de material e informação na cadeia de abastecimento. Nomeadamente a passagem para um sistema *pull*, produção para encomenda (*make-to-order*), de ambos os fluxos de material e informação, ou seja, o cliente “puxa” (*pull*) material ou informação do nível anterior da cadeia. Quanto menor for o lote de material, menores serão os desperdícios, pelo que idealmente o KI implementa soluções de fluxo unitário, ou seja, um kanban ou um produto de cada vez. Tais alterações têm como objetivos a redução do *lead time* total de cada produto através do aumento de fluxo, e o aumento de produtividade dos seus trabalhadores através da diminuição de tempo sem valor acrescentado (Kaizen Institute 2015g). Ao TFM estão agregados cinco conceitos que o dividem (Kaizen Institute 2015g):

- A. Estabilidade Básica – Garantir estabilidade, ou seja, reduzir variabilidade de elementos base como máquinas, materiais, mão de obra e métodos.
  - B. Fluxo de Produção – Aplicação de boas práticas relativas a bordos de linha de produção, *layouts* e linhas de produção, normas e técnicas de trabalho, automação de baixo custo, redução do tempo de arranque de máquinas (SMED), são apenas alguns exemplos.
  - C. Fluxo de Logística Interna – Otimização de recursos e oportunidades a cargo da empresa, como por exemplo: O planeamento *pull* (produção para encomenda), a integração de informação de compras (*kanban*), o *Mizusumashi* (comboio logístico), supermercados de abastecimento ou a renovação da estratégia de nivelamento de stocks.
  - D. Fluxo de Logística Externa – Melhorar o fluxo de material externo à empresa, tanto *inbound* como *outbound*: Utilizar planeamento em *pull* com fornecedores e clientes, *Milkrun* (vários clientes ou fornecedores por viagem, por transporte) ou o redesenho de armazéns.
  - E. *Value Stream Design* – Realizar o mapeamento da empresa em termos de fluxos de materiais e informação.
- *Total Productive Maintenance* (TPM) – Foca-se no aumento de produtividade e eficiência de pessoas e equipamentos em processos. É um pilar que tem vindo a ser muito utilizado dado o panorama económico e a procura pela poupança, algo que passa pela redução de erros, desperdícios, defeitos, estrangulamentos e paragens de máquinas. As melhorias de produtividade e qualidade implementadas são medidas e avaliadas por um indicador que mede a eficiência de um equipamento: *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Chan et al. 2005; Kaizen Institute 2015h).
- O TPM tem os seguintes objetivos (Kaizen Institute 2015h):
- A. Eficiência económica e rentabilidade, através da maximização do OEE.
  - B. Aumentar o tempo de vida de um equipamento, minimizando a manutenção reativa através da aposta em manutenção proactiva: Manutenção Preventiva e Manutenção Autónoma.
  - C. Envolver todos os trabalhadores da empresa, especialmente motivando as equipas de operadores através do seu aumento de responsabilidade no que toca a cuidar dos equipamentos, na Manutenção Autónoma.
- *Total Quality Control* (TQC) – A palavra chave em TQC é Total, na medida em que é uma filosofia de gestão que abrange todos os escalões da empresa bem como as suas pequenas partes, e partilha, com um conjunto de ferramentas, o objetivo de criar pensamento de longo prazo, realizar reconcepção, envolver os colaboradores, criar relações próximas com entidades externas (fornecedores), medir resultados constantemente, reduzir retrabalho e resolver problemas em equipa.

O TQC é o fruto do aumento da competitividade global para garantir a satisfação do cliente, cada vez mais exigente (Ahmad et al. 2012; Kaizen Institute 2015i).

- *Total Service Maintenance (TSM)* – Uma das melhores características das metodologias do KI é a sua versatilidade, na medida em que modelos originalmente aplicados à indústria, conseguem gerar resultados tão ou mais surpreendentes, em várias áreas de negócio distintas. É por essa razão que o mercado dos serviços do KI tem-se vindo a desenvolver de um modo tão notável, até ao ponto de ser criada uma ferramenta nova, o TSM, focada em serviços. Esta ferramenta tem como objetivo a melhoria da gestão, qualidade e fluxos num ambiente de serviços, focando-se no *FrontOffice* e *BackOffice* das empresas, através do mapeamento inicial da cadeia de valor dos serviços (Kaizen Institute 2015j).
- *Innovation and Development Management (IDM)* – É a ferramenta KI mais recente, e nasceu como uma necessidade de melhorar a gestão da inovação, especialmente em exploração e execução de projetos como novas técnicas de reparação e manutenção, novos produtos, mudanças no processo de negocio, novo equipamento, e projetos de construção civil, realização de eventos ou desenvolvimento de software (Kaizen Institute 2015c).

## **2.3 Empresa X**

### **2.3.1 História e Introdução**

A Empresa X iniciou atividade em 2001, englobada num grupo farmacêutico fundado em 1982, e nasceu como a empresa do grupo especializada na produção e venda de medicamentos genéricos. No ano seguinte ao seu nascimento, em 2002, iniciou a produção, e desde então foi crescendo de forma sustentável até em 2008 ter sido comprada por um grupo de capital privado, que em 2010 a tornou na empresa líder de mercado de medicamentos genéricos em Portugal.

A Empresa X produz e vende medicamentos genéricos de farmácia com a sua marca própria, e simultaneamente produz e embala para outras marcas do sector. Inicialmente possuía duas instalações de produção cada uma com um armazém e ainda um terceiro armazém, mas após a expansão da instalação, passou a deter apenas uma das instalações de produção com o respetivo armazém, ao mesmo tempo que aumentou a capacidade de produção em 43%, de 21 milhões para 30 milhões de caixas de medicamentos. É exatamente sobre a solução deste constrangimento que se vai focar a dissertação de mestrado, a ser detalhado na secção 2.4 do presente documento (Dados da Empresa X).

A partir do final de 2012, a Empresa X recorreu aos serviços de consultoria do Kaizen Institute com o objetivo de combater baixa eficiência operacional e baixo nível de serviço, tanto da sua marca própria como de clientes de outras marcas. Em 2014 assume liderança do mercado total de medicamentos em Portugal em termos de unidades (Dados da Empresa X).



## 2.3.2 Mercado Farmacêutico Português - Contexto

Com o início da crise financeira, o mercado farmacêutico sofreu um grande impacto. A diminuição do poder de compra dos portugueses e a redução de contribuição do Sistema Nacional de Saúde para medicamentos fez com que, entre 2008 e 2012, o mercado farmacêutico português sofresse uma queda de 20,3%, passando de uma valorização de 3.660 para 2.916 Milhões de euros, representando a segunda maior queda percentual no contexto europeu, como se pode reparar na figura 2 (Apifarma 2013):

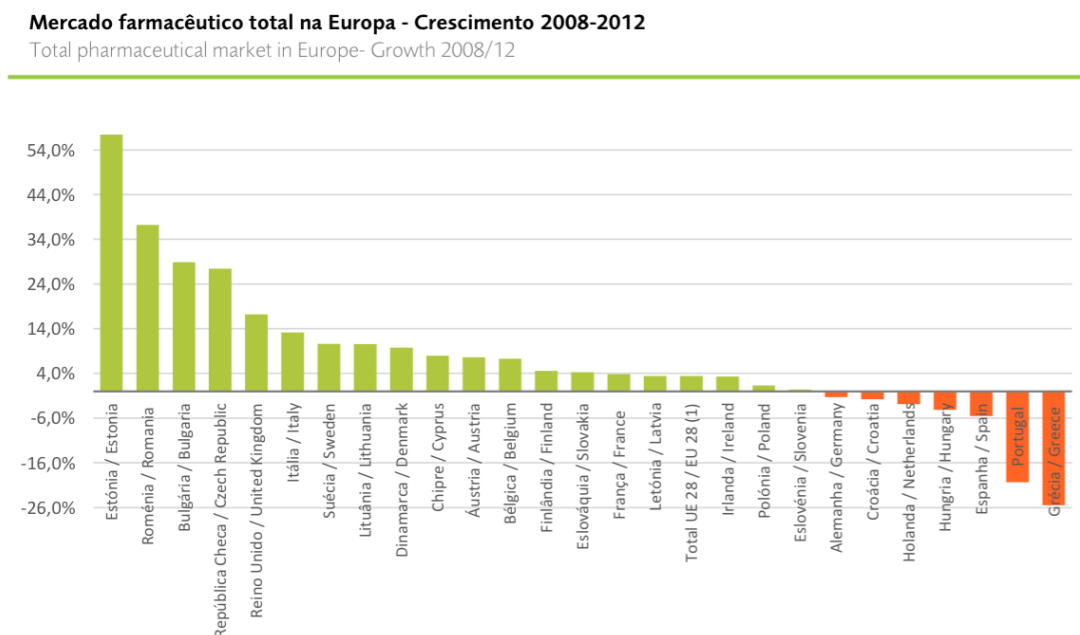


Figura 2 – Evolução do mercado farmacêutico, por País Europeu (Apifarma 2013)

Em 2012, cerca de 77% dos medicamentos vendidos em Portugal foram produzidos no estrangeiro (2.233 Milhões de euros em 2012), um valor que apesar de ter diminuído significativamente em 2013 (2076 Milhões de euros), é muito superior ao valor das exportações para o mesmo ano (704 Milhões de euros em 2013) (Apifarma 2013).

Analisando a figura 3, constatamos que a produção de matérias primas e produtos farmacêuticos em Portugal assistiu a uma queda de 24% entre 2007 e 2012 (de 1.881 Milhões de euros em 2007 para 1.387 Milhões de euros em 2012), no entanto, em 2013 assistiu-se a uma tendência contrária, houve um aumento de 3,4% na produção, algo expectável dado ao início da estabilização económica do país e às exportações, que entre 2008 e 2013, aumentaram 60,5% (de 456 Milhões de euros em 2008 para 732 Milhões de euros em 2013), passando de uma representação de 10,7% das vendas para 21,4% (Apifarma 2013).

### Evolução da produção (M€)

Production evolution (M€)

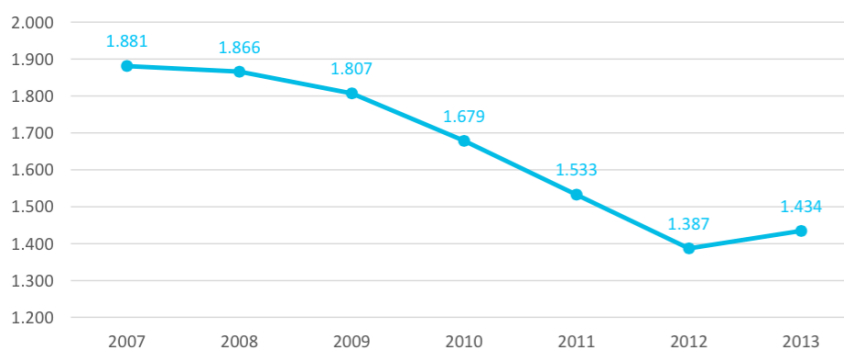


Figura 3 – Evolução da produção de medicamentos em Portugal (Apifarma 2013)

A crise financeira trouxe adjacente não só uma contração do mercado mas também dos preços a que são vendidos os medicamentos. Entre 2010 e 2013, o preço médio dos medicamentos diminuiu em 23,4%, cerca de 2,9€ por cada caixa de medicamentos em venda ao público, como se pode interpretar na figura 4. No caso específico dos medicamentos genéricos, esta diminuição foi de 50%. Esta evolução prejudicou muito o mercado, especialmente o mercado dos medicamentos genéricos, cujas margens de lucro são inferiores aos dos medicamentos em geral.

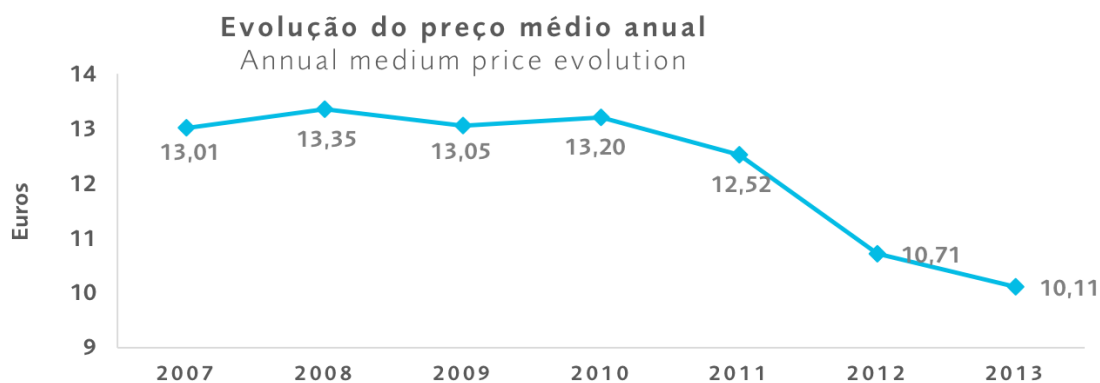


Figura 4 – Evolução do preço médio anual de medicamentos em Portugal (Apifarma 2013)

O resultado destas alterações de preço fez-se notar muito na quota de mercado, a partir da figura 5 conseguimos concluir que: em termos de volume, os genéricos viram um aumento de 11,6% de quota de mercado entre 2008 e 2013, representando neste último ano, 35,3% do mercado farmacêutico nacional. No entanto, em termos de valor, o aumento foi apenas de 0,7% do mercado para os mesmos anos, representando em 2013, 18,6% da totalidade do mercado português (Apifarma 2013).

### Evolução das quotas de genéricos no mercado total

Generic market share evolution in total market

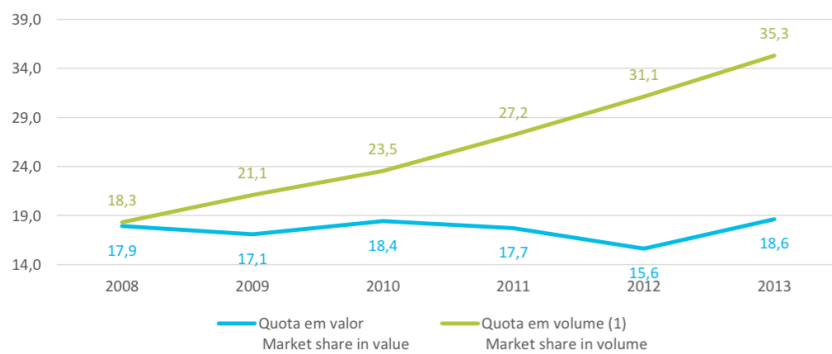


Figura 5 – Evolução das quotas de genéricos no mercado total, em Portugal (Apifarma 2013)

A evolução do mercado farmacêutico e a redução das margens de lucro por medicamento tornam cada vez mais urgente a todas as empresas do sector, especialmente empresas que produzam e vendem medicamentos genéricos, a introdução de um sistema de gestão *Kaizen Lean*, que permita maximizar a eficiência dos processos e minimize o desperdício.

### 2.3.3 Operação Inicial do Armazém da Empresa X

O objetivo do armazém da Empresa X é fornecer a equipa de produção com todo o material necessário à sua atividade, fornecer material denominado consumíveis a toda a empresa, receber o material entregue pelos fornecedores e entregar material aos clientes. Todas estas atividades, para serem bem sucedidas, ou seja, conseguirem satisfazer o cliente, tem de se entregar o material certo, no tempo certo, no local certo e na quantidade certa.

O armazém executa cinco tipos de operações:

- Receções: receção de encomendas feitas a fornecedores, retirando-as do seu transporte e colocando-as na doca, para posteriormente remover o filme que as envolve, etiquetar cada caixa e arrumá-las na sua devida posição;
- Aviamentos ou Expedições internas de Fabrico: retirar material necessário à produção de paletes e aglomera-lo numa paleta metálica para entregar à equipa de produção, no local correto;
- Aviamentos ou Expedições internas de Embalagem: retirar material necessário à produção de paletes e aglomera-lo num carro de transporte para entregar à equipa de produção, no local correto;
- Arrumação: otimização do espaço de armazém, através da alteração da posição de uma dada paleta, com ou sem *repacking*, como por exemplo a alteração do tamanho de paleta;
- Expedições: aglomeração de produto acabado para expedição, quer da Empresa X quer de encomendas de cliente, respectiva filmagem para proteger o conteúdo das encomendas, e colocação do material no respectivo transporte;

Antes de colocar uma palete numa posição, os operadores de armazém têm de realizar duas ações:

- Consultar o software de gestão SAP para requisitar uma sugestão de posição para a palete.
- Realizar o *picking* de cada material (exemplo: caixa) presente nessa palete com uma pistola de leitura de códigos de barras e associá-los um a um à posição que vai ocupar (previamente proposta pelo software SAP), que se pertencerem à mesma palete, irá ser a mesma.

## 2.4 Projeto Kaizen-Empresa X

2015 é o terceiro ano da presença do Kaizen Institute (KI) na Empresa X, e foi no âmbito de um projeto global de reestruturação da Empresa X, que esta dissertação visa desenvolver trabalho relativo a um subprojeto, que objetiva garantir que o armazém reconstruído devido à reestruturação de ativos da Empresa X, tenha a capacidade e a produtividade requeridas para garantir a operação da empresa. No projeto, é previsto um aumento de capacidade de produção anual de 43%, passando de 21 Milhões para 30 Milhões de caixas, e uma redução de capacidade de armazém total de 44%, de 3845 posições iniciais para 2160 posições projetadas de armazenamento. Este número de posições final pode ser alterado consoante as alturas dos níveis dos alçados de cada estante de armazenamento.

Com o objetivo de centralizar os ativos da divisão industrial da Empresa X, houve uma redução de duas unidades industriais com armazém (Unidade A e B, com o armazém 1 e 2, respectivamente), mais um armazém (Armazém 3), para apenas uma unidade industrial com armazém (Unidade A com o armazém 1), onde foram realizadas obras de expansão.

Este subprojeto, posteriormente referido apenas como projeto, teve início no segundo semestre de 2015, e provém da necessidade de desenhar toda a organização do armazém reconstruído, nomeadamente de quatro tópicos principais:

- Layout do armazém;
- Alocação de materiais;
- Alçados das estantes;
- Operações de armazém e estratégia de *picking*.

As soluções implementadas para cada um dos quatro tópicos tem o objetivo de melhorar três aspetos:

- Produtividade do armazém – Medida através do tempo médio de realização das principais operações do armazém;
- Capacidade do armazém – Medida através do número de posições de armazenamento existentes;

Distâncias percorridas no armazém – Medida através das distâncias percorridas das principais operações do armazém.

## 2.5 Conclusões do Capítulo

Neste capítulo apresentaram-se as duas faces do caso de estudo sobre o qual se vai desenvolver esta dissertação. De um lado está a empresa cliente, a Empresa X, empresa produtora e vendedora de medicamentos genéricos, sobre o qual assenta a problemática deste caso. De outro lado está a empresa prestadora de serviços de consultoria KI, com o papel de suporte e consultoria em melhoria contínua e metodologias *Lean*.

O KI é uma empresa japonesa, criada por Masaaki Imai a partir do sistema de produção Toyota, e pretende, com o apoio de metodologias *Lean*, obter o maior valor acrescentado possível a partir dos recursos disponíveis.

A Empresa X lidera o mercado nacional de medicamentos em termos quantitativos e é especializada na produção e embalagem de medicamentos genéricos de marca própria, bem como de vários clientes do mesmo sector. No contexto de uma expansão de uma das unidades fabris e da venda das restantes, a realizar no segundo semestre do presente ano 2015, existe a necessidade urgente de otimizar o funcionamento do armazém, que vai ver a sua capacidade global reduzida ao mesmo tempo que a capacidade produtiva vai aumentar.

O armazém funciona como fornecedor da unidade de produção, tendo de garantir as suas necessidades atempadamente, nas quantidades certas e local certo. Caso o armazém não consiga garantir a sua operação corretamente, põe em causa a atividade produtiva da empresa.

A presente dissertação utiliza princípios de *Kaizen Lean* e do pilar TFM, tendo como foco a otimização dos vários processos e atividades do armazém da Empresa X de modo a garantir a capacidade e produtividade necessárias para o funcionamento da unidade industrial após o trabalho de obra.

### 3 Revisão Bibliográfica

O presente capítulo descreve o estado da arte através de uma Revisão Bibliográfica dos conceitos e aplicações de metodologias *Lean*, adequados ao caso de estudo da empresa cliente, a Empresa X. O Capítulo 3 encontra-se dividido em seis temáticas, cada uma das quais com os seus subcapítulos. Primeiramente aborda-se *Lean* (3.1), explorando tanto Produção *Lean* (3.1.1) como Pensamento *Lean* (3.1.2) e o seu contexto ao longo dos tempos. De seguida é realizada uma pesquisa acerca das ferramentas *Lean* (3.2) consideradas relevantes para a realização da dissertação referente à presente dissertação. Na secção 3.3 é abordada a gestão de armazéns, subdividindo-se em quatro temáticas: Dimensionamento de armazém e políticas de inventário (3.3.1), rotas e estratégias de *picking* (3.3.2) e alocação de posições de armazenamento e *picking* (3.3.3). No subcapítulo 3.4 é realizada uma pesquisa acerca da aplicação de *Lean* à Gestão de Armazéns, ou como é referido na literatura, *Lean Warehousing*. Ainda no mesmo subcapítulo é apresentado um esquema criado para a resolução de problemas de *Lean Warehousing* (3.4.1), agregando os vários conceitos e ferramentas falados. No final do capítulo três estão as conclusões de capítulo (3.5), uma agregação de interpretações críticas à pesquisa bibliográfica realizada.

#### 3.1 *Lean*

##### 3.1.1 Produção *Lean* (*Lean Production*)

Nas duas últimas décadas do século XIX, Frederick Taylor foi um dos primeiros a aplicar ciência à engenharia industrial e à gestão ao aumentar a eficiência dos processos. Dentro do contexto da eficiência aplicada aos processos, Henry Ford foi o primeiro a introduzir conceitos como produção em massa e linha de produção, que mais tarde levaram não só à sua utilização no contexto da produção de automóveis mas em toda a indústria, conseguindo objectivos de produtividade sem antecedentes (Womack et al. 1992). Foi esta a primeira grande mudança de paradigma na indústria. A segunda grande mudança de paradigma deu-se após a segunda guerra mundial, quando Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, da Toyota Motor Company, transformaram um sistema de produção em massa num sistema *Lean*, na altura chamado de Sistema de Produção Toyota (Ohno 1988; Womack et al. 1992).

A primeira utilização da palavra *Lean* neste contexto foi apresentada por Womack, Jones e Roos em 1992, no lançamento do seu livro “*The machine that changed the world*” (“A máquina que mudou o mundo”), que caracteriza a indústria automóvel, cerca de noventa produtores a nível mundial, e foca naturalmente as duas mudanças de paradigma que acompanharam o final de cada Guerra Mundial, respectivamente (Womack et al. 1992).

Warnecke (1995) representa Produção *Lean* como um conjunto de medidas e metodologias que têm potencial para dar competitividade, não só às áreas de produção, mas ao todo das organizações. Divide ainda a sua aplicação em quatro partes: desenvolvimento de produto, cadeia de abastecimento, gestão de *shop-floor* e serviço pós-venda. Já Shah e Ward (2003), responsáveis por

uma das mais completas definições de Produção *Lean*, caracterizam-na como um objetivo que integra várias áreas de gestão: equipas de trabalho, gestão de fornecedores e de sistemas de qualidade, produção em célula, *Just-in-time* (JIT).

O objetivo da implementação de *Lean* é reduzir o número de atividades que representam desperdício, mantendo as atividades que acrescentem valor. Para tal, os autores Singh et al. (2013) aprofundam as valências da ferramenta *Value Stream Mapping* para mapear a situação inicial e projetar a situação futura. Para promover a redução de desperdício numa organização, os mesmos autores salientam a importância de ferramentas como 5S, SMED, TQM, *Kaizen* e o *Kanban* no contexto de um sistema de produção *pull* (A. Singh et al. 2013).

De um modo geral, os benefícios da implementação de *Lean* na indústria são: redução de *lead time* para o consumidor, redução de inventários, melhor gestão do conhecimento e mais robustez dos processos (Melton 2005).

Segundo Chen, et al. (2010), a aplicação de metodologias *Lean* na indústria de produção tem muita importância no melhoramento do nível de serviço, na redução de custos e no aumento de qualidade. Para além de fortalecer a ideia de que a aplicação de metodologias *Lean* cria grandes mais valias diretas nos resultados das organizações, Hofer et al. (2012) constata que a redução de inventário é uma das grandes razões dessas mais valias.

Associado a *Lean Production* está também o sistema *Just in Time* (JIT), que segundo Ohno (1982) é a capacidade de colocar a quantidade certa de um material num local e momento certos (Matsui 2007). JIT utiliza a produção de pequenos lotes de produto de cada vez, para maximizar o fluxo de material minimizando o seu inventário (Alcaraz et al. 2014). Para ser possível produzir lotes pequenos é indispensável tempos de ciclo de produção curtos, tempos de deslocação de operadores curtos e pouco tempo de mudança de referência em todas as máquinas do processo, garantindo paralelamente que todos os operadores têm o trabalho normalizado e que o planeamento é equilibrado (Cusumano 1985).

O *Lean*, inicialmente apenas aplicado na indústria de produção, originou a necessidade de uma renovação cultural no seio empresarial global, que se traduz numa nova filosofia, denominada Pensamento *Lean* (*Lean Thinking*), que será apresentada na secção seguinte.

### **3.1.2 Pensamento *Lean* (*Lean Thinking*)**

Segundo Bowen e Youngdahl (1998), só em 1988 é que o paradigma de que metodologias *Lean* só aplicáveis à indústria de produção, começa a ser ultrapassado, sendo a principal barreira a dificuldade de adaptação destas mesmas metodologias a outras indústrias, como a dos serviços. Mas foi apenas em 1996, data do lançamento do livro "*Lean Thinking: Banish Waste and create Wealth in your organization*", escrito por Jones e Womack (1996), que começou a ser abordada uma nova ideologia denominada *Lean Thinking*, uma expansão de *Lean* para todos os tipos de indústria. Este livro transmite vários princípios de elevada importância para a implementação de *Lean*: a busca constante do objetivo da redução total de desperdício e a criação de fluxo através de um sistema *pull*.

O pensamento *Lean* tem o potencial para ser aplicado a qualquer sistema ou processo, através da melhoria das atividades críticas identificadas. Para o sucesso da sua aplicação, é essencial o conhecimento do que é valor acrescentado, ou não, para esse dado processo. No contexto industrial e de produção, a diferença entre valor acrescentado e desperdício é muitas vezes perceptível e visual, todavia num contexto de gestão de informação tal diferença não é tão inteligível, o que torna o domínio da compreensão da diferença entre valor acrescentado e desperdício ainda mais determinante (Hicks 2007).

Para Amelsvoort e Benders (1996), a criação de equipas de *shop-floor*, equipas de *Gemba* ou equipas naturais, é determinante para a metodologia *Lean* ser bem sucedida. Existem duas formas de descrever estas equipas: *han*, ou “pequena unidade organizacional”, com pouca autonomia e com trabalho simples de normalizar. E *self-directed work teams*, mais autónomas e com trabalho mais difícil de normalizar.

No contexto de *Lean*, a rigidez das normas adjacentes ao sistema de produção Toyota são, contrariamente ao que seria expectável, o que os possibilita ter tanta flexibilidade e criatividade para executar melhorias. Apesar do grande controlo nas fábricas Toyota, os trabalhadores sentem-se motivados em melhorar o processo com base em experimentação. É a normalização da produção que promove o envolvimento de todos na organização para procurarem melhorias nos processos. (Spear & Bowen 1999)

Como principais resultados da implementação de *Lean* no contexto da indústria dos serviços, Suarez-Barraza, Smith e Dahlgard-Park (2012) destacam o aumento de flexibilidade dos processos, da qualidade e a redução de custos e do *lead time* do serviço.

Dombrowski e Mielke (2014) abordam o problema da liderança na implementação de uma filosofia *Lean* numa organização, correlacionando o seu sucesso com a melhoria contínua e constatando que só quando esta é realizada na devida forma é que os resultados são mantidos ao longo do tempo. Para complementar esta análise, os autores apresentam uma lista de quinze regras práticas de como ser bem sucedido na implementação de uma filosofia *Lean* enquanto líder. Numa óptica mais global, não apenas focando nos líderes, Bortolotti et al. (2015) estudaram as razões para o insucesso da implementação de uma gestão *Lean*, concluindo que a falta de cultura organizacional e de pequenas práticas de *Lean*, como a melhoria contínua, são as principais. Os mesmos autores concluíram igualmente que a boa execução das razões das falhas na implementação de uma gestão *Lean* são as razões de sucesso de uma boa implementação desta mesma filosofia de gestão.

Para incluir as práticas *Lean* num processo, Melton (2005) desenvolveu uma abordagem estruturada de cinco passos (Melton 2005):

1. Recolha de informação – Observar o estado inicial dos processos e distinguir o que acrescenta valor do que é desperdício. É essencial envolver as pessoas encarregues pelos processos em causa e aproveitar o seu conhecimento.
2. Analisar a informação – Reunir uma equipa multidisciplinar, e diagnosticar os problemas do processo.



3. Desenho da solução – Com base na análise da informação recolhida, e preferencialmente com a mesma equipa, desenhar a solução objetivo, garantindo que é alcançável.
4. Implementar a mudança – Depois do treino e apoio necessários, a equipa de operação implementa a mudança de forma sustentável, efetuando ajustes se necessário.
5. Medição de resultados – Numa fase de monitorização novo processo, são continuamente medidos e avaliados os resultados de modo a que a equipa de operação consiga autonomamente envolver-se numa cultura de melhoria contínua.

Implementar a metodologia e filosofia Lean numa organização requer a utilização de abordagens estruturadas para o facilitar. Estas abordagens estruturadas são chamadas Ferramentas Lean, e a análise da literatura para cada uma delas é feita no subcapítulo seguinte, Ferramentas Lean (3.2).

### **3.2 Ferramentas e conceitos *Lean*:**

Como enunciado no final do subcapítulo anterior, as ferramentas Lean são abordagens estruturadas para facilitar a implementação da metodologia e filosofia Lean numa organização. Existem várias ferramentas Lean, no entanto, neste subcapítulo vão apenas ser abordadas aquelas que forem consideradas potencialmente relevantes para a realização da dissertação subsequente à presente dissertação, nomeadamente: *Kaizen* ou melhoria contínua (3.2.1), five S (3.2.2), Mapeamento da cadeia de valor (3.2.3) e Kanban (3.2.4).

#### **3.2.1 *Kaizen*, Melhoria Contínua**

Muitas vezes, o pensamento *Lean* é confundido com o pensamento *Kaizen*. De um modo simples, *Kaizen* significa melhoria contínua, e *Lean* é uma estratégia de longo prazo que visa a redução e eliminação de desperdício ou de processos e ativos que não acrescentem valor numa empresa, ou seja, para o objetivo *Lean*, é essencial ter um pensamento *Kaizen* associado (Ortiz 2010).

No contexto da implementação de *Lean*, Chen et al. (2010) salientam a relevância da aplicação de *Kaizen* para a eliminação de *Muda* e aumento da eficiência das organizações, destacando os seguintes princípios: atingir a melhoria através do envolvimento de todos, todos os dias e em todas as áreas.

*Kaizen* e melhoria contínua têm ganho protagonismo recentemente, visto que se vive ambiente altamente competitivo, de severas mudanças de tendência, fazendo com que as indústrias precisem de melhorar continuamente os seus produtos e serviços. A procura por inovação tem um grande impacto no ambiente industrial e conseqüentemente afecta os seus processos, que tal como os produtos e serviços, necessitam de um constante controlo e melhoria. Para além de ter de garantir a procura por inovação, as empresas têm o desafio de cumprir as expectativas de todos os *stakeholders* que esperam uma tendência de aumento de qualidade. Para fazer face às necessidades do mercado, as empresas têm de procurar atingir performances superiores que só são conseguidas através do redesenho estratégico dos processos e da sua reengenharia (Borgianni et al. 2015).

Vários autores salientam a importância do envolvimento de todos para o sucesso da implementação de uma cultura *Kaizen*. Amsden, Ferrat e Amsden (1996) reforçam a importância do envolvimento de todos na prática melhoria contínua, bem como a utilização de PDCA, ferramenta abordada no capítulo 2.1.2 utilizada para projetos de melhoria, e por fim a definição de objetivos, tendo sempre como propósito a satisfação dos clientes internos e externos à organização.

Uma das grandes dificuldades da implementação de cultura de melhoria contínua é garantir a sustentabilidade das melhorias e a autonomia das equipes no que toca a melhoria contínua: Bateman e David (2002) abordam a dificuldade da manutenção de melhorias implementadas no âmbito de *Kaizen Events*. Um dos autores, Bateman (2005), volta a abordar o assunto, dizendo que o sucesso da melhoria de processos passa por garantir a sua sustentabilidade, alinhando a definição de uma estratégia, o suporte da gestão de topo e a fixação de objetivos com o fim de suscitar uma mudança da cultura organizacional. Para este mesmo fim, Bateman acrescenta que são necessários três passos: utilizar ciclos PDCA para melhorias, apostar em *Kaizen* e criar uma estrutura de apoio aos projetos de melhoria.

Qualidade, Custo, Serviço e Motivação, são os aspectos em que Bardhan e Thouin (2013) consideram fundamentais focar, para se conseguir atingir o aumento de produtividade através da redução de recursos.

Um estudo realizado por Filho e Uzsoy (2013) concluiu que, a longo prazo, a prática de melhoria contínua de baixo investimento, por todos os colaboradores em todas as áreas de uma organização, traz benefícios superiores do que melhorias de elevado investimento numa área específica. Acrescentando ainda que a história da Toyota Motor Company é um exemplo real do sucesso da aplicação da melhoria contínua por todos, de todas as áreas, todos os dias.

### **3.2.2 Five S (5S)**

A ferramenta 5S foi criada por Kaoru Ishikawa, no Japão, com o objetivo de criar hábitos que melhorem a organização e arrumação do posto de trabalho (Imai 2012). É caracterizada por um sistema de redução de desperdício e aumento de produtividade e qualidade (Alberto Bayo-Moriones & Cerio 2010), assim denominada visto que é a junção de cinco palavras japonesas, que em português significam respectivamente (Buesa 2009; Kaizen Institute 2015a):

- Triagem (*Seiri*) – Separar os materiais que são considerados necessários dos que não acrescentam valor, segundo critérios definidos pelos colaboradores que os utilizam;
- Arrumação (*Seiton*) – Classificar os materiais triados necessários consoante a frequência de utilização, e colocá-los numa posição mais privilegiada quanto mais frequente for, minimizando assim o esforço despendido e os tempos de procura pelos materiais mais requisitados;
- Limpeza (*Seiso*) – Limpar todo o material presente no local de trabalho para facilitar a percepção de avarias e fugas. É um passo que funciona como inspeção;
- Normalização (*Seiketsu*) – Normalizar a execução das três tarefas anteriores para garantir a sua manutenção;

- Disciplina (*Shituke*) – Pode ser conseguida através de auditorias por exemplo. Tem o objetivo de garantir a sustentabilidade da aplicação da ferramenta.

Para Singh et al. (2013), a grande vantagem da aplicação de 5S numa organização é a capacidade de tornar os problemas visíveis, o que é especialmente vantajoso na aplicação de *Total Productive Maintenance* (TPM), abordado no capítulo 2.2.3.

Detalhando sobre a importância desta ferramenta, Buesa (2009) constata que a aplicação da ferramenta 5S só por si acrescenta valor através da redução de desperdício, e quando combinada com outras ferramentas *Lean*, leva à redução de defeitos e custos, bem como melhorias de segurança.

### **3.2.3 Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*)**

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta baseada no Sistema de Produção Toyota, e desde então que é um auxílio à implementação de *Lean* nas organizações, dando uma percepção de toda a cadeia de valor e facilitando a projeção de uma visão futura (Teichgräber & De Bucourt 2012). Esta Ferramenta é utilizada para mapear de uma forma visual todas as atividades de um processo, separadas entre as que acrescentam e não acrescentam valor, de modo a identificar oportunidades de eliminação de desperdícios e assim proporcionar a fluidez dos processos e o dimensionamento adequado dos fluxos de material e informação (Jimmerson et Al. 2005). O grande objetivo do VSM é a eliminação gradual de desperdício na cadeia de valor, através da sua identificação de uma maneira visual (Rother & Shook 1999)

Womack et al. (1990), autores do conhecido livro “The machine that change the world”, consideram que o VSM é o primeiro passo de uma implementação de *Lean* numa organização. Chera et al. (2012) reforçam a ideia anterior, de Womack et al. (1990), e acrescentam que é utilizada durante os primeiros workshops *Kaizen*, onde os colaboradores relevantes para a análise mapeiam a situação inicial e identificam desperdícios e oportunidades de melhoria.

Segundo Teichgräber & De Bucourt (2012) a aplicação da ferramenta VSM segue os seguintes passos (Teichgräber & De Bucourt 2012):

1. Identificar os fluxos existentes para o produto ou família de produtos a analisar, bem como os serviços e materiais suplementares utilizados;
2. Criar o VSM do estado inicial, incluindo os passos, atrasos e fluxos de informação de cada atividade;
3. Avaliar o VSM do estado inicial objetivando a criação de fluxo através da redução de desperdício e identificação de oportunidades de melhoria;
4. Criar o VSM da situação futura, incluindo a concretização das oportunidades de melhoria identificadas no passo anterior;
5. Implementar o VSM da situação futura.

O que distingue o VSM de outras técnicas de mapeamento é a sua capacidade de documentar de uma forma visual não só o fluxo de produto, mas também o fluxo de informação no processo, nomeadamente os controlos de gestão dos processos (Singh et al. 2011). Uma maneira visual de criar fluxo de informação para gerir processos, que soluciona o passo seis da lista anterior dos autores Teichgräber & De Bucourt (2012), é o sistema *kanban*, analisado em detalhe no subcapítulo seguinte, Sistema *Kanban* (3.2.4).

### **3.2.4 Sistema *Kanban***

Sistema *Kanban* é derivado do Sistema de produção Toyota, e tem o objetivo de controlar a produção, abastecimento e nivelamento de stock, para componentes, produtos e matéria prima (Lage Junior & Godinho Filho 2008). Acrescentando à definição anterior, Graves et al. (1995) definem que o sistema *Kanban* é uma ferramenta de controlo de fluxo, funcionando como ponto de encomenda e dizendo quais as quantidades a encomendar.

O *Kanban* significa cartão de sinalização, apesar de hoje em dia ser em vários casos electrónico, que contém informação necessária para a tarefa para a ordem que executa, como por exemplo: informação do material, do cliente, do fornecedor, bem como da quantidade a fornecer (Coimbra 2013). O conjunto de cartões *Kanban* forma o sistema *Kanban* (Coimbra 2013).

O mesmo autor, Coimbra (2013), identifica seis tipos de circuitos *Kanban*:

- Transporte de Entrega – Para o cliente;
- Transporte interno – Reposição interna de material;
- Transporte da origem – Compras externas a fornecedor;
- Produção de fluxo – Sem mudança de referência na linha de produção;
- Sinalização de produção – Para mudanças de referência na linha de produção;
- Produção de lote.

Os resultados normalmente encontrados são os encontrados por Rahman, Sharif e Esa (2013) na indústria automóvel, nomeadamente: redução de desperdício, de inventário, de custos operacionais e nivelamento da produção e criação de fluxo.

## **3.3 Gestão de Armazéns**

As atividades realizadas em armazém são chaves no contexto logístico e são fontes de grandes custos e ineficiências que necessitam de ser otimizadas (Frazelle 2002). Uma má gestão de armazém pode provocar níveis altos de stock, falhas na entrega de produtos, grandes tempos de entrega (*lead time*), má qualidade de embalagens, entre outros, que podem por em causa o melhoramento de uma organização (Frazelle 2002). Segundo uma análise conjunta da ELA e da AT Kearney (2004) realizada por inquérito, em 2013, os custos de armazém representam em média 20% dos custos logísticos das organizações (Koster et al. 2007).

Os armazéns são utilizados para armazenar produtos como matéria prima, produto semiacabado e acabado, proporcionando oportunidades de economia de escala tanto em transportes como em compras a fornecedores (Gu et al. 2010; Frazelle 2002; Lambert et al. 1998). Os armazéns são responsáveis por preencher o espaço entre o ponto de origem e o ponto de consumo, e funcionam como suporte para a variabilidade tanto da oferta como da procura (Gu et al. 2010; Frazelle 2002; Lambert et al. 1998).

Existe um conjunto de atividades de gestão de armazéns que têm de ser realizadas para se conseguir atingir objetivos globais benéficos para uma organização, como lucro e nível de serviço para o cliente. Estas atividades consistem em (Mulcahy 1994):

- Maximizar a utilização do espaço do armazém, tanto em duas como em três dimensões;
- Maximizar a utilização do material de armazém;
- Maximizar a utilização dos colaboradores do armazém;
- Reduzir o manuseamento de materiais;
- Minimizar custos de operação;
- Assegurar a proteção dos ativos da empresa.

No âmbito da otimização de gestão de armazéns, existem decisões interdependentes a ser tomadas tanto a nível tático como operacional, essenciais para conseguir atingir os objetivos enunciados anteriormente, tais como (Koster et al. 2007; Chan & Chan 2011):

- Desenho do *Layout* e dimensionamento do sistema de armazenamento (nível tático);
- Alocar produtos a locais de armazenamento (nível tático e operacional);
- Agrupar ordens e zonas de *picking* ou política de *picking* (nível tático e operacional);
- Rotas de *picking* de ordens (nível operacional);
- Organização e agrupamento de unidades de *picking* (acumulação de ordens) (nível operacional).

Nos subcapítulos seguintes, analisa-se a literatura existente acerca de *Lean* aplicado à Gestão de Armazéns, bem como das decisões a tomar no âmbito da otimização de armazéns, e os fatores que as influenciam.

### **3.3.1 Dimensionamento de Armazém e Políticas de Inventário**

Dimensionar o armazém vai ditar a sua capacidade de armazenamento, e existem dois cenários para o realizar: quando os níveis de inventário são definidos por uma entidade externa ao armazém, pelo que o armazém não tem controlo sobre as decisões de quantidades e horas dos transportes, onde tem apenas de satisfazer as necessidades de armazenagem; e quando o armazém pode controlar diretamente a política de inventário, o que em termos de otimização de custos de gestão de armazém, é muito mais proveitoso (Gu et al. 2010).

Uma das ferramentas mais utilizadas na prática para a classificação de inventário é a análise ABC, estudada em detalhe em anexo, no Anexo 3. Millstein (2014) estruturou a o controlo de inventário através da análise ABC em três passos(Millstein et al. 2014):

1. Agrupar as referencias por grupos consoante o volume de vendas (A, B ou C);
2. Escolher políticas de inventário para cada grupo;
3. Reunir *stakeholders* necessários para saber se é possível aplicar uma dada política de inventário a cada produto.

Pode-se concluir que referências com importâncias diferentes, devem ser tratadas de maneira diferente, incluindo a maneira como o seu inventário é gerido.

### 3.3.2 Rotas e Estratégias de *Picking*

*Picking* em armazém é um caso específico do *Travelling Salesman Problem*, em que um vendedor tem de partir da sua cidade e ir a um conjunto de cidades uma vez, para depois voltar à cidade origem (Lawler et al. 1995).

Para otimizar as rotas de *picking* em armazém são maioritariamente utilizadas heurísticas. Seria de esperar que fosse utilizado um algoritmo que achasse a rota ótima, mas para muitos *layouts* não é possível criar um algoritmo do qual resulte a rota ótima, ou porque as rotas podem não parecer naturais aos operadores, o que resulta em desvios, ou então porque um algoritmo não conta com o congestionamento dos corredores (Van den Berg & Gademann 2000).

Entre métodos de algoritmos e de heurísticas, as sete mais comuns são (Koster et al. 2007; Roodbergen & Koster 2001):

- *Optimal* – Solução ótima recorrendo a um algoritmo;
- *Midpoint* – Divide o armazém a meio e percorre todas as metades de corredor que tiver pelo menos um produto para realizar *picking*, saindo do mesmo lado de onde entrou, de cada metade de corredor;
- *Largest gap* – Semelhante ao *Midpoint*, mas apenas realiza *picking* até a maior distância (*largest gap*), dentro de cada corredor;
- *Return* – Percorre todos os corredores que tiver pelo menos um produto para realizar *picking*, saindo do mesmo lado de onde entrou, de cada corredor;
- *S-Shape* – Percorre todos os corredores que tiver pelo menos um produto para realizar *picking*, saindo do lado contrário de onde entrou, de cada corredor;
- *Aisle-by-aisle* – Realiza todas as ordens de *picking* de cada corredor;
- *Combined* – Os corredores com ordens de *picking* ou são totalmente atravessados ou só parcialmente.

Para além das rotas, existem mais decisões a ser tomadas de modo a definir uma estratégia de *picking*, Gu et al. (2010) apresentam um conjunto de questões que respondidas em conjunto conseguem definir uma estratégia de *picking* adequada:

1. O produto será transportado para o *picker* (*part-to-picker*), ou o *picker* é que se deslocará até a localização do produto (*picker-to-part*)?
2. O *picking* das ordens será realizado por *levas* (*waves*)? Se sim, cada uma com que duração?
3. O armazém irá estar dividido em zonas? Se sim, o *picking* em cada zona será feito sequencialmente ou paralelamente?
4. As ordens de *picking* vão ser agregadas ou vão ser realizadas em separado? Se agregadas, vão ser organizadas (*sorted*) durante ou após o *picking*?

Richards (2011) enuncia, de uma maneira mais completa que Gu et Al. (2010), que para se definir uma estratégia de *picking* é necessário tomar decisões previamente acerca de seis critérios: Operador (*Picker*), ordens, equipamento de manuseamento, método de Armazenamento, operações de *picking*, hardware e software. A lista estruturada de critérios de apoio à decisão completa para definir uma estratégia de *picking*, que se considera muito relevante para a dissertação subsequente à presente dissertação, foi colocada em anexo devido à sua dimensão, na Anexo 2.

### 3.3.3 Alocação de Posições de Armazenamento e *Picking*

Como o *picking* de ordens pode representar mais de 50% do tempo de operação de armazém, a alocação dos materiais de modo a minimizar este tempo é alvo de muito estudo (Gu et al. 2007).

Segundo Chan e Chan (2011), para a otimização do *picking*, a alocação de armazenamento é o fator mais importante. O mesmo autor reuniu os fatores que influenciam a localização de produtos em armazém (Chan & Chan 2011): método de *picking*, tamanho e *layout* do armazém, sistema de manuseamento de material, características de produto, procura, *turnover* de inventário e necessidades de espaço.

Segundo Chou et al. (2012), o âmbito da alocação em armazém consiste em todas as decisões de arrumação de inventário em todas as localizações disponíveis. Para o mesmo autor, a alocação dos materiais está associada a três problemas (Chou et al. 2012): o número de classes de materiais, a sua posição geral e a sua política de alocação de posições em armazém.

Segundo Koster et. Al (2007), existem cinco políticas principais de alocação de inventário: aleatório, localização vazia mais próxima, dedicado, baseado em *turnover* de inventário e por classes.

Para Chou et. Al., a alocação aleatória e de localização vazia mais próxima são adequadas para armazéns informatizados, mas quando se tem uma política de inventário de posições dedicadas, os operadores de *picking* aprendem as localizações de material mais rapidamente. Segundo Choe e Sharp (1991) o método de alocação aleatório proporciona uma excelente utilização de espaço, em detrimento de maior tempo de deslocamento médio.

Gu (2007) compara armazéns com posições aleatórias a armazéns divididos em zonas baseadas em classes, e constata que os ganhos de tempo médio são quase tão substanciais como quando comparando o primeiro com um armazém de posições dedicadas a produtos.

Um dos melhores métodos para alocar materiais para minimizar tempo de *picking* é o índice *Cube-per-order*, o rácio de volume de inventário pela taxa de procura desse inventário, índice este que está associado ao *turnover*. (Chou et al. 2012)

Outra das políticas mais utilizadas é a política baseada em classes, em que cada classe tem uma área dedicada baseada na sua frequência de requisição, e a localização dos produtos dentro dessa área é aleatória (Chou et al. 2012; Chan & Chan 2011).

Quando há materiais em que o *picking* é realizado em conjunto pode ser definida uma política de armazenagem que aloque esses materiais em posições próximas para poupar tempo de *picking*. Para agrupar materiais pode-se aplicar uma formulação p-mediana para encontrar conclusões face às informações de correlação de materiais, ou então através da sua própria estrutura de produto (Rosenwein 1994; Brynzér & Johansson 1996).

Houve vários autores a explorar este tipo de alocação com critérios diferentes: por características de produto (Brynzér & Johansson 1996), por *turnover* de inventário (Vickson & Lu 1998; Mansuri 1997), por lista de materiais (Hsieh & Tsai 2001) e por vários atributos em simultâneo (Guvénir & Erel 1998; Partovi & Anandarajan 2002)

Hausman et al. (1976) realizaram uma análise ABC, a ser explicada com detalhe no Anexo 3, com o critério *turnover* para alocar inventário por classes num armazém, Le-Duc e De Koster (2005) voltaram a realizar uma análise ABC para criar classes de inventário em armazém, mas utilizando a frequência de *picking* como critério.

A análise ABC enquanto ferramenta para criação de classes na alocação de material é adequada ao problema em estudo na dissertação referente à presente dissertação, pelo que se considerou adequado analisá-la em anexo: Anexo 3.

### **3.4 Lean aplicado à Gestão de Armazéns (*Lean Warehousing*)**

A aplicação da filosofia *Lean* à gestão de armazéns, ou como é chamado na literatura, *Lean Warehousing*, é um assunto recente. Uma das razões para tal pode ser atribuída a uma certa contradição entre o pensamento *Lean* e o propósito da existência dos armazéns: O objetivo da aplicação de *Lean*, como falado no subcapítulo 3.1.1, é a criação de fluxo através de *Just in Time*, *pull flow*, redução do tamanho de lote, de desperdício e de inventário, enquanto o armazém tem o propósito de armazenar material para suportar a variabilidade da procura e da oferta, a incerteza e os longos *lead times*, de modo a garantir o fornecimento de material à organização (Tostar & Karlsson 2008; Lambert et al. 1998). No entanto, a aplicação de uma filosofia *Lean* às atividades de armazém pode resultar em grandes melhorias como: redução do tempo de processamento e *lead time* de uma ordem, aumento da sua eficácia (menos erros), melhor controlo e mais variedade de inventário (Frazelle 2002; Gu et al. 2010; Garcia 2004). Segundo um dos autores anteriores, Garcia (2004), a chave para obter estes resultados é reduzir ou eliminar o maior número possível de atividades do armazém, começando pela realização do *Value Stream Mapping* (VSM) da situação inicial do armazém, para seguidamente identificar todas as oportunidades de melhoria (Garcia 2004).



Segundo Jones et al. (1997) as praticas mais comuns para resolver as oportunidades identificadas são a redução da unidade de armazenamento, a existência constante de *commodities* em armazém, utilizar *flow racks* (explicados no subcapítulo Anexo 2), normalização de rotas e de métodos de trabalho, balanceamento do trabalho dos operadores e análise estruturada de problemas.

Como referido no parágrafo anterior, a principal ferramenta utilizada em *Lean Warehousing* é o VSM, e é utilizado de modo a apresentar o sistema em análise de uma forma compacta e visual (Dotoli et al. 2015). Uns dos autores que aplicou esta ferramenta *Lean* a gestão de armazéns, Dharmapriya e Kulatunga (2011), utilizaram-na para criar um *layout* de armazém que reduziu as distâncias de deslocação e aumentou a utilização dos recursos em 30%.

Os tipos de desperdício associados ao pensamento Lean e pensamento Kaizen, identificados no subcapítulo 2.2.1, podem ser aplicados à gestão de armazéns (Ackerman; Gergova 2010):

- Excesso de inventário – Inventário sem procura para satisfazer. O mais importante, pois cria outros desperdícios associados.
- Espera de pessoas;
- Movimento desnecessário de material;
- Má gestão de inventário – Causa rupturas de inventário para algumas referências, e excesso para outras;
- Excesso de verificação – Por exemplo, verificação com scanner;
- Movimento de pessoas;
- Erros em ordens;

### **3.4.1 Integração das Ferramentas e Conceitos analisados**

Com o colmatar da revisão bibliográfica realizada, e com base na abordagem de Melton (2005), foi criada a seguinte figura 6, que integra de uma maneira visual as ferramentas e conceitos analisados nos subcapítulos anteriores, e estrutura uma proposta de resolução de um problema de *Lean Warehousing*.

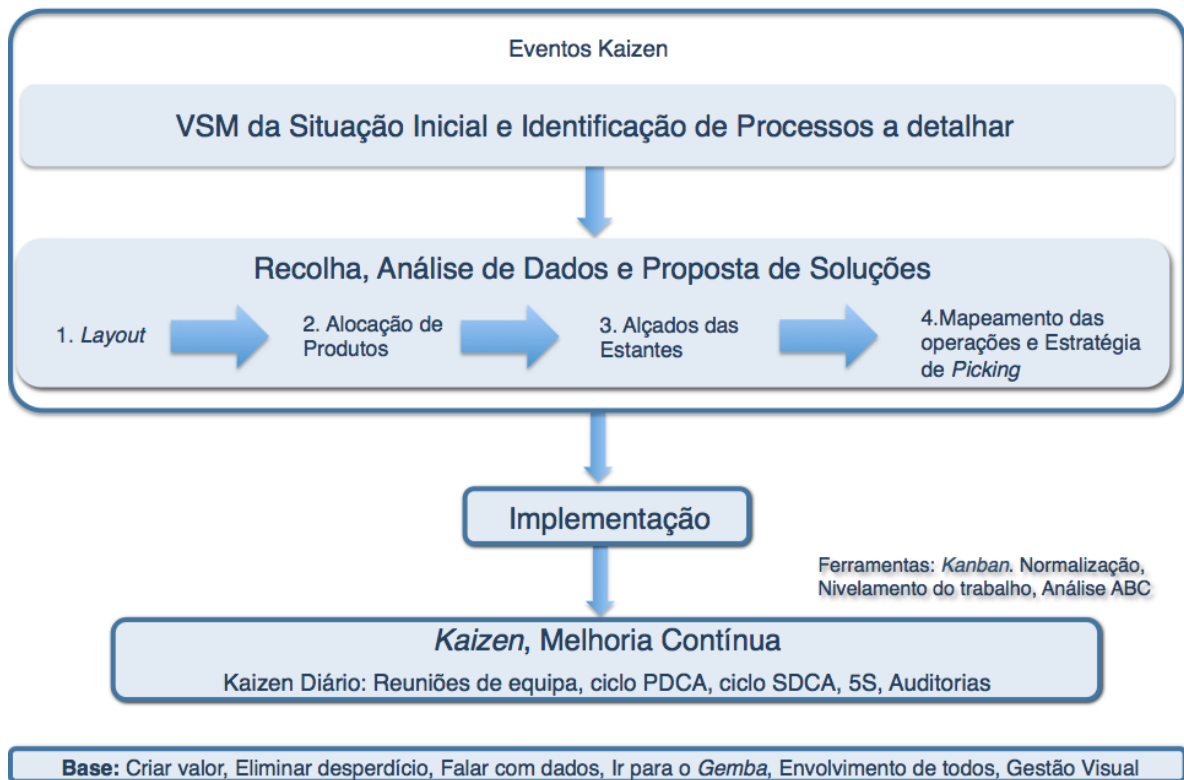


Figura 6 – Metodologia criada para a solução de um problema de *Lean Warehousing*

O primeiro passo na resolução de um problema de *Lean Warehousing* consiste no mapeamento da situação inicial através da ferramenta VSM, num evento Kaizen numa organização. Com base nos desperdícios encontrados é necessário definir os Respetivos processos a detalhar, neste caso, os do armazém.

Com o VSM da situação inicial, procede-se à recolha, análise de dados e Proposta de soluções para quatro tópicos:

1. *Layout*,
2. Alocação de produtos;
3. Alçados das Estantes
4. Mapeamento das Operações e Estratégia de *Picking*.

O segundo passo compreende os três primeiros pontos da abordagem de Melton (2005), a “Recolha de Informação”, “Análise da Informação” e “Desenho da Solução”.

O terceiro passo é a implementação das soluções desenhadas. Este terceiro passo compreende o quarto ponto da abordagem de Melton (2005), “Implementar a Mudança”.

O último passo consiste na melhoria contínua, ou *Kaizen*, com o objetivo de estabilizar a melhoria de grande dimensão implementada e gradualmente implementar pequenas melhorias através de Kaizen diário, ciclos PDCA, ciclos SDCA, 5S e auditorias realizadas no *Gemba*.

Será no final do terceiro passo que devem ser recolhidos os resultados finais para a avaliação comparativa com os dados iniciais, completando assim a abordagem de Melton (2005), o quinto ponto, “Medição de Resultados”.

Na base desta proposta de solução de um problema de *Lean Warehouse* estão alguns dos princípios e conceitos *Kaizen Lean* como: Criar Valor para o cliente, eliminar desperdício, falar com dados, ir para o *Gemba*, envolvimento de todos os *stakeholders* relevantes para o problema e utilização de gestão visual.

### **3.5 Conclusões do capítulo**

Neste capítulo foram abordados os conceitos teóricos, retratando o estado da arte no âmbito de variados assuntos abordados ao longo dos subcapítulos nele incluídos, nomeadamente: *Lean*, Ferramentas *Lean*, Gestão de Armazéns e *Lean* aplicado à gestão de armazéns (*Lean Warehousing*).

O foco da revisão bibliográfica realizada é demonstrar a evolução do *Lean*, das suas ferramentas e das principais atividades realizadas em gestão de armazéns, ao mesmo tempo que procura encontrar o cruzamento entre os três com a pesquisa acerca de *Lean Warehousing*. De tudo o que foi analisado resultou um esquema para resolução de problemas de *Lean Warehousing*.

A metodologia criada no subcapítulo 3.4.1 é a base do trabalho desenvolvido a partir do capítulo quatro da presente dissertação, no qual esta mesma metodologia irá ser aplicada a um exercício real de gestão de armazéns.

A literatura revista deixa claro que as metodologias *Lean* são uma ferramenta fundamental para as organizações terem uma vantagem competitiva face às concorrentes, possibilitando a redução de custos e aumento de eficiência. A sua aplicação num contexto de gestão de armazéns, apesar de pouco explorada, tem um elevado potencial face a todo o desperdício que se consegue encontrar na operação de um armazém.

## 4. Fase Preliminar e de Planeamento

No presente capítulo irá ser realizada uma recolha e análise à situação inicial de toda a operação dos armazéns da empresa X, com especial foco no armazém 1, armazém que apesar de reconstruído, se irá manter da situação inicial para a situação final, após a reestruturação de ativos da empresa X.

Será exposta uma base para as soluções implementadas na fase de implementação, através de uma caracterização da situação inicial da empresa (Secção 4.1), para os quatro tópicos principais apresentados na secção 2.4, apresentados na metodologia criada na secção 3.4.1:

- *Layout* inicial do Armazém – Secção 4.1.1;
- Alocação de Materiais inicial– Secção 4.1.2;
- Alçados iniciais das Estantes – Secção 4.1.3;
- Mapeamento das Operações de Armazém e Estratégia de Picking iniciais – Secção 4.1.4.

No final do capítulo 4 está o capítulo 4.2, onde são apresentadas as conclusões do capítulo.

### 4.1 Caracterização da situação inicial da Empresa X

Esta dissertação teve início com a observação do estado inicial das instalações do armazém e das suas operações, com o objetivo de encontrar oportunidades de melhoria. A observação do estado inicial foi realizada com o apoio das pessoas envolvidas da Empresa X e com a recolha de dados extraídos dos sistemas de informação, nomeadamente do software de gestão de armazéns da empresa SAP.

Como referido na secção 2.4, foi realizada uma centralização dos ativos da divisão industrial da Empresa X. Houve uma redução de duas unidades industriais com armazém (Unidade A e B, com o armazém 1 e 2, respectivamente), mais um armazém (Armazém 3), para apenas uma unidade industrial com armazém (Unidade A com o armazém 1), onde foram realizadas obras de expansão.

Focando apenas nos armazéns, na situação inicial a Empresa X dispunha de três unidades:

- Armazém 1 – 2005 posições de armazenamento, com duas zonas distantes no seu interior: zona de *racks* móveis e zona de *racks* fixos;
- Armazém 2 – 658 posições de armazenamento, apenas com zona de *racks* fixos. Funcionava como armazém avançado do armazém 3, pois era mais pequeno e encontrava-se junto de uma unidade industrial, contrariamente ao armazém 3;
- Armazém 3 – 1182 posições de armazenamento, apenas com zona de *racks* fixos.

Apesar de a capacidade ser analisada no conjunto dos três armazéns, todas as análises posteriores serão focadas apenas no armazém 1, uma vez que este armazém, apesar de reconstruído para expansão, se manteve após a reestruturação industrial da Empresa X.

Relativamente ao armazém 1, das cinco operações de armazém apresentadas na secção 2.3.3, o trabalho realizado na presente dissertação foca-se em apenas quatro delas, excluindo as arrumações, a operação de retrabalho de colocar um dado material numa posição mais adequada. A sua exclusão deve-se à sua eliminação no âmbito das operações de armazém, visto que representam desperdício.

Pela razão referida anteriormente, listam-se as quatro operações finais consideradas:

- Recepções – Recepção de encomendas feitas a fornecedores;
- Aviamentos de Fabrico – Expedições internas de matérias primas para a área de produção do fabrico;
- Aviamentos de Embalagem – Expedições internas de material de embalagem para a área de produção de Embalagem;
- Expedições – Expedições externas de produto acabado, quer da Empresa X quer de cliente.

Para todas as operações listadas, existe um conjunto de restrições internas e externas (impostas pelo Infarmed) que influenciam toda a estratégia do armazém. Estas restrições incluem:

- Internas
  - A flexibilidade de oferta necessária aos bons resultados de uma empresa da industria farmacêutica e a dificuldade associada à aprovação de uma nova referência ou de um novo tipo de lote (os lotes não são adequados à procura) faz com que se crie muito inventário em todos os estados do produto;
  - A equipa de produção requisita materiais de última hora ao armazém, quer por erros nos pedidos ao armazém, quer por material insuficiente durante a produção. Em último caso, o atraso na satisfação destes pedidos pode levar à paragem de linha. Com a utilização de *racks* móveis, cada vez que é requisitado um material de última hora, os operadores do armazém terão de interromper as suas tarefas e é praticamente certo que terão de mudar de corredor dos *racks* móveis, o que implica um tempo de espera significativo associado apenas à espera pela mudança de corredor.
- Externas:
  - Não pode existir material de lotes distintos na mesma palete, mesmo sendo o mesmo material. O mesmo se aplica a referências diferentes, naturalmente.
  - Os medicamentos têm de ser submetidos a testes de qualidade demorados em todas as fases do produto, o que impede o fluxo entre o fornecimento de matérias primas, o fabrico de medicamentos, a sua embalagem, e a sua expedição.
  - Qualquer material com risco de contrafação (exemplo: caixas de medicamentos impressas) tem de ser guardado num local separado e fechado com código ou cadeado, bem como todas as matérias primas e produtos semiacabados que incluem princípios ativos psicotrópicos.

Tendo em consideração tudo o que foi anteriormente referido, prossegue-se à recolha e análise de dados, do estado inicial específico dos tópicos listados no final da introdução da secção 4, associados ao armazém.

#### 4.1.1 *Layout* Inicial do Armazém

Tal como referido na secção 4.1, a análise de *Layout* inicial foca-se no armazém 1, o armazém que apesar de expandido, se manteve após a reestruturação industrial da Empresa X. O *Layout* inicial do armazém 1 encontra-se representado na figura 13.



Figura 7 – *Layout* inicial do armazém 1 da Empresa X

Como pode ser analisado na figura 7, o armazém 1 inicial era dividido em duas zonas principais, a primeira, no interior do retângulo vermelho da figura 7, a zona dos *racks* fixos, e a segunda, no interior do retângulo azul da figura, a zona dos *racks* móveis.

Três das principais oportunidades de melhoria relacionadas com o *Layout* são de fácil visualização na figura 7, e ainda mais claras quando se constata no *gemba*:

- A elevada distância entre os dois conjuntos de *racks*, responsável por um grande *muda* de movimentação de pessoas e de materiais;
- Largura do corredor de acesso aos *racks* móveis inadequada face à movimentação nessa área, o que causa *muda* de espera de materiais e de pessoas elevado;
- Não existe área de deslocamento de peões.

A quarta oportunidade de melhoria encontrada em conjunto com a empresa é relacionada com a utilização de *racks* móveis, no interior do rectângulo azul da figura 7, que apesar de aumentarem a capacidade de armazenamento, diminuem consideravelmente a produtividade dos operadores do armazém.

De modo a resolver as limitações encontradas, terão de ser desenhados *layouts* do armazém reconstruído que objetivem melhorar tanto a capacidade, através da quantidade de *racks*, como também o tempo de operação, através da melhoria das áreas, para diminuição de constrangimentos como o caso da área de acesso aos *racks* móveis. Por limitações de capacidade, os *racks* fixos poderão não ser os mais adequados, pelo que terá de se propor na fase de implementação novas soluções.

#### **4.1.2 Alocação de Materiais inicial**

A alocação de materiais a posições ou zonas do armazém deve ser realizada tendo como perspetiva reduzir a movimentação e o tempo de cada operação do armazém. Para tal, os materiais que são utilizados nas mesmas operações devem encontrar-se o mais próximos possível. Na situação inicial do armazém 1, os materiais estavam organizados de forma desadequada face às operações e restrições existentes no armazém.

Tanto as operações como as restrições do armazenamento de produtos farmacêuticos encontram-se listados nas secções 2.3.3 e 4.1, respectivamente. Seguidamente, são explicados com detalhe os vários tipos de materiais presentes nos armazéns da Empresa X:

- Matéria prima de fabrico:
  - Princípios ativos – São a menor parte do medicamento, mas responsável pela sua atuação no ser humano;
  - Excipientes – Podem ser farinhas, açúcares, entre outros, e funcionam como um placebo colocado nos medicamentos, que em mistura com os princípios ativos dá a dimensão adequada para consumo humano. Caso não fossem utilizados, a maioria dos comprimidos teria um tamanho muito reduzido;
  
- Material de embalagem:
  - Produto semiacabado – Comprimidos, cápsulas ou saquetas. Produto proveniente do fabrico, que tem de ser armazenado devido ao *lead time* do controlo de qualidade;
  - Rolos de alumínio – Parte inferior de envoltória do medicamento, o pacote isolante onde são colocados os comprimidos ou cápsulas. Os rolos podem ser impressos ou não impressos com a informação do medicamento, e podem ter diversas medidas. Caso o alumínio não seja impresso, pode ser o mesmo para alguns medicamentos, e se já estiver impresso, necessita de ter armazenamento segregado;

- Rolos de pvc – Parte superior de envoltória da maioria dos medicamentos, pode ter várias medidas, no entanto são as mesmas para alguns medicamentos. Não necessita de ter armazenamento segregado;
- Rolos de opa de alumínio – Alguns medicamentos têm envoltória com camada superior de Alumínio. Esta camada é denominada opa, e pode ter várias dimensões, no entanto estas repetem-se para alguns medicamentos. Não necessita de ter armazenamento segregado;
- Cartonagens (caixas) – Caixa de cartão adequada à apresentação de cada medicamento (cada referência). Como todas as caixas já têm a apresentação referente ao seu medicamento, todas necessitam de ter armazenamento segregado;
- Folhetos – Folhetos informativos presentes em cada caixa de medicamentos;
- Produto Acabado – Dividido em produto acabado da Empresa X e Produto Acabado de Cliente. Nenhum produto acabado necessita de ter posições segregadas;
- Material de Farmacoteca – Amostras de todos os lotes produzidos na unidade industrial para fins de proteção legal na existência de irregularidades. Tem de ser armazenado até um ano após o fim do prazo de validade. Toda a Farmacoteca necessita de ter posições segregadas;
- Material Rejeitado – Produto pertencente a lotes chumbados na qualidade ou quaisquer outros produtos não conformes. Qualquer produto rejeitado precisa de ter armazenamento segregado;
- Material Psicotrópico – Material pertencente a medicamentos que contenham princípios ativos psicotrópicos, como produto semiacabado, e o próprio princípio ativo. Contrariamente ao produto acabado psicotrópico, a matéria prima e o produto semiacabado psicotrópico necessitam de ter posições segregadas.

Alocando os materiais a cada operação, obtém-se:

- Receções – Todos os materiais, excepto *bulk* (produto semiacabado) e produto acabado;
- Aviamentos de Fabrico – Um princípio ativo e pelo menos um excipiente;
- Aviamentos de Embalagem – *Bulk* (produto semiacabado), rolos de alumínio, rolos de pvc ou de opa, folhetos informativos e caixas de medicamentos;
- Expedições – Produto acabado.

De modo a explicar de forma visual, a alocação inicial dos materiais no armazém 1, foi desenvolvida a figura 8.



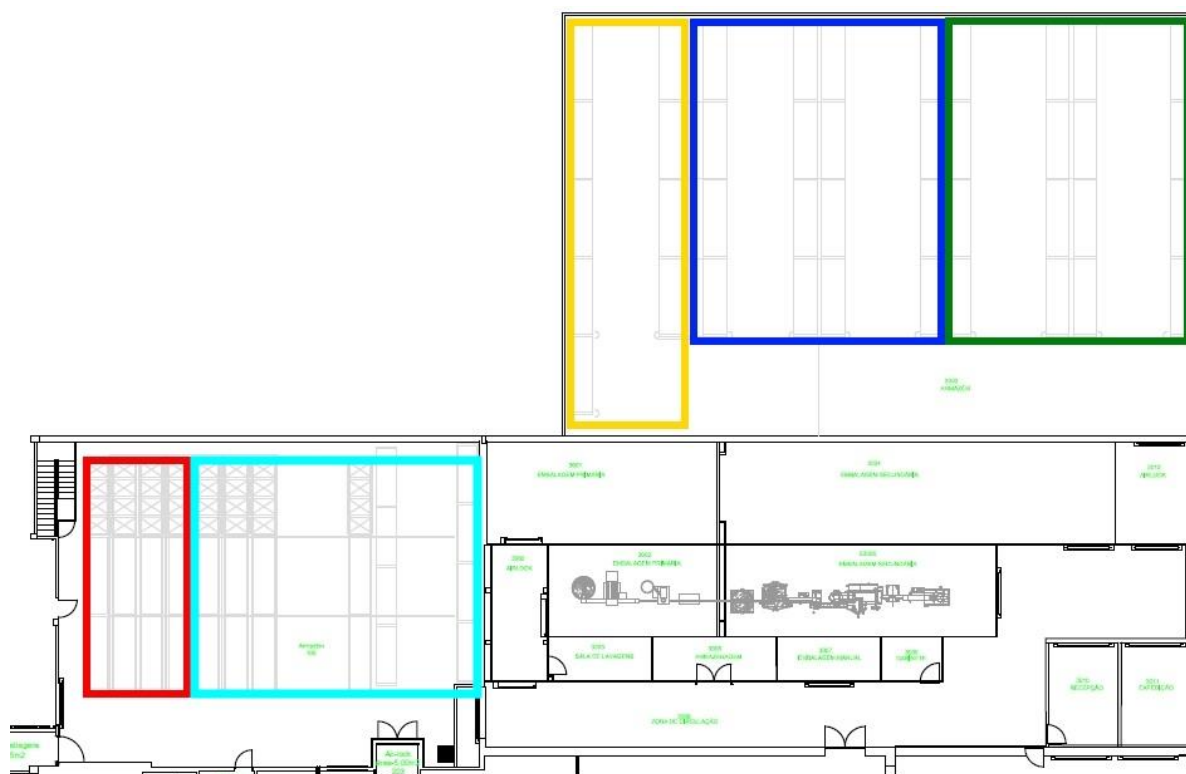


Figura 8 – *Layout* com alocação inicial de materiais no armazém 1 da Empresa X

De acordo com a figura 8, e relembando a informação apresentada na secção 4.1.1, o conjunto dos retângulos vermelho e azul claro representa os *racks* móveis, e o conjunto dos retângulos amarelo, azul escuro e verde representa os *racks* fixos.

Através da descrição da figura 8, é apresentada a alocação inicial de materiais do armazém 1:

- *Racks* móveis, o conjunto dos retângulos vermelho e azul claro:
  - Zona não segregada com princípios ativos, excipientes e produto semiacabado – Zona no interior do rectângulo vermelho;
  - Zona segregada com material de embalagem secundário: caixas de medicamentos, folhetos informativos e rolos de alumínio impressos – Zona no interior do retângulo azul claro;
- *Racks* fixos, conjunto dos retângulos amarelo, azul escuro e verde:
  - Zona não segregada com produto acabado – Zona no interior do rectângulo verde;
  - Zona não segregada com material de embalagem primário excluindo o *bulk* (produto semiacabado), onde estava incluído: Rolos de pvc, rolos de opa e rolos de alumínio não impresso – Zona no interior do rectângulo azul escuro;
  - Zona segregada, onde estavam arrumados: material rejeitado, material de farmácia, matérias primas psicotrópicas, produto semiacabado psicotrópico e parte do material de embalagem secundário, nomeadamente caixas de medicamentos, folhetos informativos e rolos de alumínio impressos – Zona no interior do rectângulo amarelo.

Alocando as zonas descritas da figura 8 às operações de armazém, obtém-se:

- Recepções – As zonas no interior de todos os rectângulos, excepto do verde;
- Aviamentos de Fabrico – A zona no interior do rectângulo vermelho, e quando se trata de materiais psicotrópicos, a zona no interior do rectângulo amarelo;
- Aviamentos de Embalagem – As zonas no interior dos rectângulos vermelho, azul escuro, amarelo e azul claro. Em cada Aviamento, os operadores do armazém têm de se deslocar obrigatoriamente a pelo menos três das quatro zonas possíveis, nomeadamente: zonas no interior dos rectângulos vermelho, azul escuro e, azul claro ou amarelo;
- Expedições – A zona no interior do rectângulo verde.

Analisando a descrição da figura 8, e as alocações de zonas às operações de armazém é possível verificar que, exceptuando a expedição, todas as restantes operações de armazém têm o material de que necessitam em zonas do armazém muito distantes.

Especificando para os casos dos aviamentos de fabrico e de embalagem, com maior potencial de melhoria:

- A zona de matéria prima de aviamentos de fabrico, o rectângulo vermelho da figura 15, tem no seu interior material de embalagem, *bulk* (produto semiacabado), armazenado desadequadamente, pois o *bulk* nunca faz parte das mesmas operações de armazém dos princípios ativos e dos excipientes;
- Todos os materiais de embalagem fazem parte dos aviamentos de embalagem, e encontram-se distribuídos por quatro zonas diferentes do armazém, obrigando o operador a ter de se deslocar a pelo menos três delas, o que causa um desperdício de deslocamento e tempo de operação excessivo.

De modo a garantir a menor distância percorrida e o menor tempo de operação possível, os materiais devem ser agrupados consoante as operações que realizam em conjunto. Tal como acontece para o produto acabado na situação inicial do armazém 1, ou seja, para a operação de expedição de produto acabado, todo o produto acabado encontra-se na mesma área do armazém 1, e onde não se encontra nenhum material que não seja necessário à expedição. No entanto, tal não se sucede com nenhum dos restantes materiais ou operações.

### **4.1.3 Alçados iniciais das Estantes**

A qualidade do desenho dos alçados das estantes é preponderante para a capacidade de um armazém. Para garantir que um armazém está bem desenhado, a sua ocupação volumétrica deve ser elevada, ou seja, as alturas das paletes de material e dos materiais, devem ser o mais próximas possível da altura de cada nível dos alçados das estantes. Tal não acontecia na situação inicial dos alçados das estantes do armazém 1.

O desenho inicial dos alçados do armazém 1 da Empresa X não obedeciam qualquer regra. Consoante a necessidade de posições, foram-se sucessivamente criando prateleiras entre os níveis das estantes, até atingir situações representadas na figura 9.



Figura 9 – Alçados iniciais do armazém 1 da Empresa X

A partir da interpretação da figura 9 consegue-se claramente identificar três grandes restrições:

- As alturas dos níveis são praticamente todas distintas – Provoca alturas desadequadas face aos produtos armazenados em cada nível, e uma grande dificuldade quando se está a realizar uma arrumação. É comum o software SAP propor uma posição de arrumação para um dado material, e quando o operador se desloca à devida localização, a posição não tem altura suficiente, ou tem muito volume restante por ocupar. Estas situações causam retrabalho, pois o operador vê-se obrigado a alterar a posição do material manualmente, tanto fisicamente como informaticamente;
- As alturas máximas para paletes de cada tipo de material não estão normalizadas;
- A ocupação volumétrica é baixa – Uma consequência da limitação referida anteriormente. É visualmente claro na figura 9 que existe uma quantidade substancial de espaço vazio em cada posição.

As restrições encontradas devem-se principalmente a duas razões:

- Crescimento do armazém não acompanhou o crescimento da unidade industrial – As alturas dos níveis dos alçados das estantes do armazém 1 nunca tinham sido revistas, simplesmente foram alteradas ao longo do tempo sem qualquer fundamento teórico.
- A inexistência de dados logísticos – Nenhum material presente no armazém da Empresa X possui dados logísticos, ou seja, o registo da sua dimensão tridimensional. Bem como das paletes compostas por cada tipo de material, visto que cada paleta tem de ter o mesmo produto, do mesmo lote. Uma restrição externa à Empresa X, enunciada na secção 4.1.

A implementação de melhorias que resolvam as oportunidades encontradas passa pelo desenho adequado dos alçados das estantes, tendo acesso aos dados logísticos de cada material.

Na situação inicial descrita, a combinação dos armazéns 1, 2 e 3 contava com 3845 posições. Para ter uma previsão das necessidades futuras do armazém reconstruído, foi realizada uma análise à ocupação dos três armazéns numa fase de elevada produção.

### **Previsão de necessidades**

A procura total do ano de 2015, foi cerca de 16 milhões de caixas de medicamentos, o ano com produção mais elevada desde o início da Empresa X. Apesar de ser projetado um grande aumento na capacidade de produção anual da Empresa X, de 43%, passando de 21 Milhões para 30 Milhões de caixas de medicamentos, prevê-se que a procura não vá sofrer uma grande alteração durante o ano de 2016.

Em condições normais, a ocupação total de armazenagem da Empresa X encontrava-se entre os 75% e os 85%. De modo a prever qual deve ser o número adequado de posições de armazenamento para o armazém reconstruído garantir o serviço à produção da empresa X, foi realizada uma análise à ocupação do armazém numa fase de elevada produção, resumida na tabela 1.

Tabela 1 – Análise à ocupação numa fase de elevada produção

	Armazém 1	Armazém 2	Armazém 3	TOTAL
Nº de Posições	2005	658	1182	<b>3845</b>
Posições Ocupadas	1985	643	1073	<b>3700</b>
Ocupação	99%	98%	91%	96%

Analisando a tabela 1 pode-se verificar que numa situação de elevada produção, a ocupação global dos armazéns é de 96%, o que representa 3700 posições ocupadas, e portanto, uma projeção de necessidade de 3700 posições no armazém reconstruído. Repara-se também que mesmo numa situação de produção muito elevada, a ocupação do armazém 3 se distancia 7,5%, em média, dos restantes dois armazéns, e tal sucede-se visto que este armazém não está associado a nenhuma unidade industrial, contrariamente ao armazém 1 e ao armazém 2.

Segundo a gestão de topo da Empresa X, a análise apresentada na tabela 1 foi considerada adequada para prever a necessidade de posições para o armazém 1 reconstruído.

#### 4.1.4 Mapeamento inicial das Operações de Armazém e Estratégia de Picking

Com o objetivo de compreender o circuito do produto ao longo da cadeia de valor da Empresa X foi realizado um Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM – *Visual Stream Mapping*), explicado em detalhe na secção 3.2.3. O VSM resultante está apresentado no anexo 4, e de lá foram selecionadas as operações cuja análise se inclui no contexto da presente dissertação, nomeadamente os processos relacionados com as operações de armazém. Previamente ao mapeamento de cada operação, são identificadas as restrições transversais a todo o armazém.

Através de uma visita ao *Gemba*, foi identificado um conjunto de oportunidades de melhoria relativas ao armazém, transversais a qualquer uma das operações:

- Não há norma de movimentação de peões no armazém, uma das grandes razões de congestionamento do acesso aos *racks* móveis;
- Falta de locais normalizados para colocar porta paletes e empilhadores, por todo o armazém.
- As normas instaladas de local para material em espera para entrar na produção raramente são respeitadas, o que por vezes é um constrangimento no acesso aos *racks* móveis;
- Inexistência de uma doca de recepção e expedição, o que fazia com que fosse necessário colocar um porta paletes dentro do camião para retirar ou colocar as paletes no seu interior. E quando o camião não tinha plataforma elevatória eram necessários pelo menos dois operadores, um com porta paletes para colocar as paletes na saída de material do camião, e outro fora do camião com empilhador para retirar as paletes para o chão;
- Falta de local normalizado para *handling* de material, por todo o armazém;
- Nenhuma das operações do armazém se encontra normalizada;
- Organização desadequada da ordem de trabalho e da respetiva lista de *picking*.

Especificando o problema relativo à organização da ordem de abastecimento à produção e da respetiva lista de *picking*, percebeu-se que, cada vez que uma ordem de abastecimento à produção era impressa, os materiais que compunham a lista de *picking* não tinham qualquer ordem lógica. As listas de *picking* eram simplesmente a transcrição da lista técnica do produto a ser produzido, ou seja, o conjunto de materiais e devidas quantidades que o compõe, sem tratamento de informação.

A forma como as ordens de trabalho eram inicialmente organizadas traziam três problemas principais:

1. As quantidades de cada material para abastecimento da produção, presentes nas listas técnicas de cada produto, eram muitas vezes insuficientes face às perdas naturais da produção, e nunca tinham sido revistas. As diferenças entre o que era pedido e o que era de facto utilizado na produção faziam com que fossem pedidos materiais de urgência ao armazém, interrompendo o seu trabalho, ou em último caso, provocando uma paragem na produção;

2. Como nas ordens de trabalho o *picking* tem de ser realizado consoante a ordem da lista, em listas com mais do que um produto, a falta de ordem nos materiais fazia com que a trajetória percorrida não fosse a mais eficiente, muitas vezes obrigando a visitas repetidas ao mesmo corredor ou até a deslocações repetidas a áreas distantes do armazém, na mesma ordem de trabalho. Ou seja não existia planeamento das rotas de picking;
3. Como era impossível realizar *picking* de mais do que uma lista diferente ao mesmo tempo, quando havia uma produção de campanha, ou seja, vários lotes da mesma referência, um operador tinha de realizar o mesmo percurso mais que uma vez.

Após a recolha das principais oportunidades de melhoria que abrangem todo o armazém e todas as suas operações, apresenta-se o mapeamento detalhado de cada processo interno ao armazém.

### Recepções

Na situação inicial da operação de recepção existem dois processos possíveis de serem realizados, o primeiro é relativo à arrumação de uma paleta nos *racks* móveis, e o segundo relativo à arrumação de uma paleta nos *racks* fixos. Ambos os cenários encontram-se representados nas figuras 10 e 11 respectivamente.

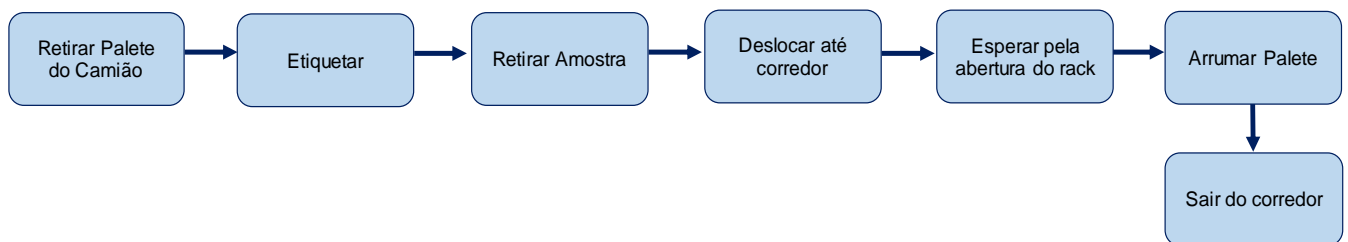


Figura 10 – Mapeamento do processo de Recepção da Empresa X – *Racks* Móveis

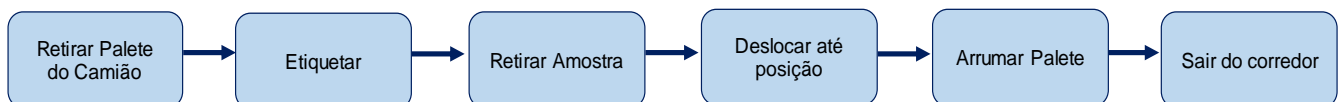


Figura 11 – Mapeamento do processo de Recepção da Empresa X – *Racks* fixos

A diferença entre uma recepção para *racks* móveis, figura 10, e uma recepção para *racks* fixos, figura 11, é a distância percorrida e o tempo de espera pela abertura do corredor dos *racks* móveis.

Dos diagramas representados nas Figuras 10 e 11 e do trabalho realizado no *gemba*, identificaram-se os principais problemas, originando a listagem das seguintes principais oportunidades de melhoria na recepção:

- A inexistência de uma doca de recepção e expedição, o que fazia com que fosse necessário colocar um porta paletes dentro do camião para retirar as paletes do seu interior. Quando o camião não tinha plataforma elevatória eram necessários pelo menos dois operadores, um com porta paletes para colocar as paletes na saída de material do camião, e outro fora do camião com empilhador para retirar as paletes para o chão;

- Constante uso do empilhador em vez de um porta paletes, para percorrer curtas distâncias;
- Falta de local normalizado para colocar paletes recebidas, para posteriormente etiquetar e recolher amostra;
- Falta de regras de arrumação devidas e dimensões de posição adequadas. A falta de posições com alturas devidas e a arrumação em posições aleatórias origina uma grande ineficiência da ocupação volumétrica do armazém e a um grande retrabalho, em que os operadores do armazém proactivamente alteram a posição física de um material de modo a ocupar uma posição mais ajustada, em vez de uma posição com dimensão muito superior à do material;

### Aviamentos de Fabrico

Na figura 12 é apresentada o mapeamento detalhado da situação inicial do processo dos aviamentos de fabrico.

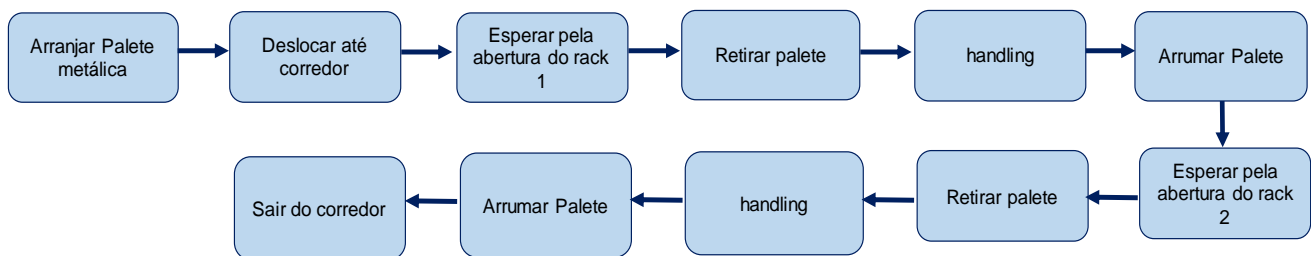


Figura 12 – Mapeamento do processo de Aviamentos de Fabrico da Empresa X

No caso dos Aviamentos de Fabrico, na situação inicial era sempre necessário aceder aos *racks* móveis, pois era lá que praticamente toda a sua matéria prima se encontrava, excluindo as matérias primas psicotrópicas. Como se pode verificar na figura 12, na maioria dos casos era necessário aceder a mais do que um corredor para realizar o *picking* de um lote de avião.

Uma das grandes adversidades encontradas para além da perda de produtividade devido ao congestionamento do acesso aos *racks* móveis, é que todo o material que vai entrar em produção no fabrico tem de ser entregue na área produtiva em paletes metálicas por uma questão de qualidade e segurança.

Com o mapeamento deste processo, e com as visitas ao *gemba*, foram encontradas as seguintes oportunidades de melhoria:

- Falta de local normalizado para colocar paletes metálicas, onde são colocadas as barricas de matérias primas;
- Corredores dos *racks* móveis são abertos e reabertos várias vezes pois as listas de *picking* não estão organizadas por corredor;
- Material que consta na mesma lista de *picking* raramente está no mesmo corredor, pois a decisão do local de arrumação é feita de forma aleatória para todas as referências;

## Aviamentos de Embalagem

Apresenta-se na figura 13 o mapeamento do processo de aviamentos de embalagem.

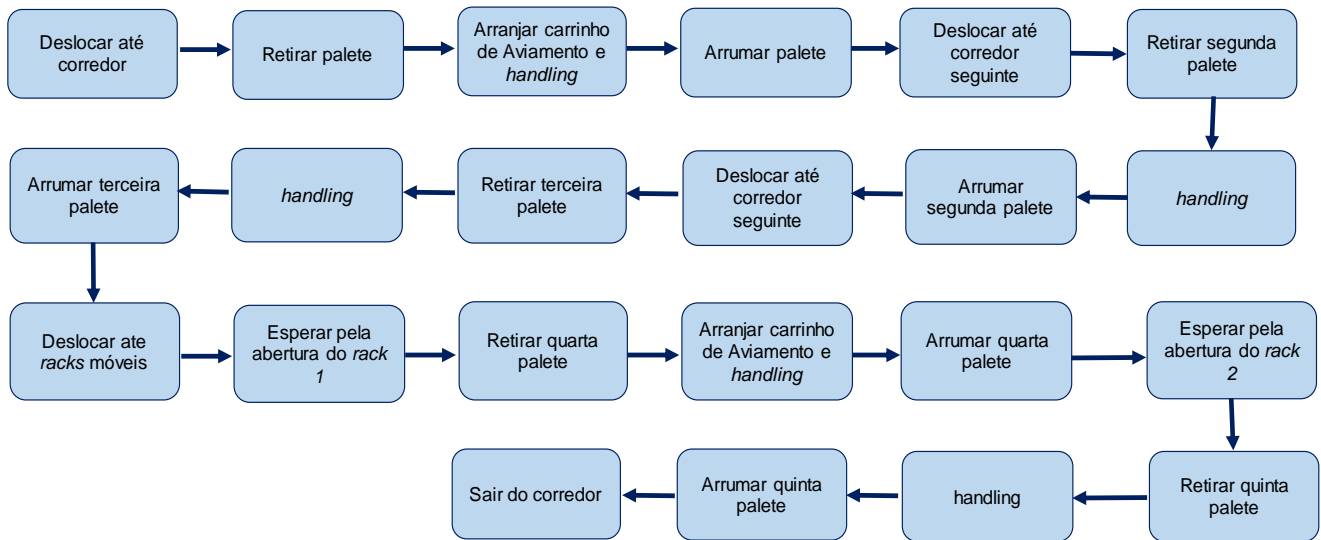


Figura 13 – Mapeamento do processo de Aviamentos de Embalagem da Empresa X

Como é possível verificar pela interpretação da figura 13, os Aviamentos de Embalagem são mais complexos que as restantes operações do armazém da Empresa X, pelo que foram alvo de um grande foco ao longo de todo o projeto.

Relembrando a informação da secção 4.1.3, cada vez que é feito o *picking* para um lote de embalagem são agregados cinco materiais distintos: o *bulk* (produto semiacabado), os rolos de alumínio (material primário impresso ou não impresso), os rolos de pvc ou opa (material primário não impresso), os folhetos informativos (material secundário) e as caixas de medicamentos (material secundário). Na situação inicial, estes produtos encontravam-se em locais fisicamente distantes, uns nos *racks* móveis, o *bulk* e parte dos materiais secundários, e outros nos *racks* fixos, o material primário e o restante material secundário. A grande distância não é um problema apenas pela distância em si, mas também porque a área de acesso aos *racks* móveis é muito congestionada, o que proporciona uma grande perda no tempo de aviamento. Como representado na figura 13, sempre que é retirada uma paleta do *rack*, esta sofre *handling*, que neste caso representa a passagem do material de uma paleta de madeira para um carrinho de aviamento, não só para facilitar o transporte, como também para melhorar a produtividade dos operadores da área produtiva, que acrescentam valor ao produto.

As principais oportunidades de melhoria encontradas no mapeamento dos aviamentos de embalagem e na análise no *gemba* incluem:

- Apesar de qualquer operador saber identificar facilmente quais as referências mais produzidas na embalagem de medicamentos, as suas matérias primas eram armazenadas em locais muito distantes uns dos outros.



- Para além de se encontrar em locais distantes, o material que consta na mesma lista de *picking* muito raramente está no mesmo corredor, pois a decisão do local de arrumação é feita de forma aleatória para todas as referências;
- No material guardado nos *racks* móveis, os Corredores são abertos e reabertos várias vezes pois as listas de *picking* não estão organizadas por corredor;
- A segregação de todo o material de embalagem já impresso, quer primário quer secundário, retira produtividade ao armazém, especialmente nos *racks* móveis em que o operador tem de se deslocar a um posto de controlo fixo para introduzir um código de segurança de abertura do corredor;
- Falta de local normalizado para carros de aviamento;

### Expedições

O último processo do armazém a ser mapeado são as Expedições, o processo responsável pelo envio do produto acabado para cliente. O mapeamento de processo resultante encontra-se apresentado na figura 14.

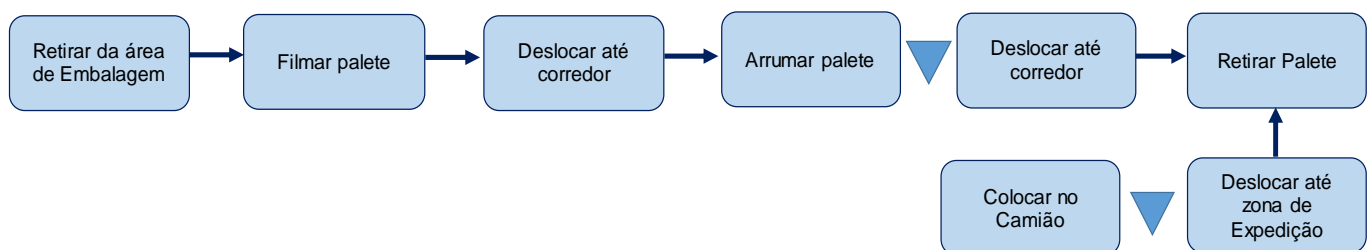


Figura 14 – Mapeamento do processo de Expedição da Empresa X

O material para Expedição, o produto acabado, tinha a grande vantagem de se encontrar na zona mais privilegiada do armazém, em *racks* fixos, mais perto da doca de recepção e expedição que todos os materiais restantes, e com a grande vantagem de não perder tempo com passagem na zona de acesso aos *racks* móveis. Como se pode constatar na figura 20, a expedição é uma operação algo diferente das restantes pois tem duas interrupções temporais na grande maioria dos casos, a primeira quando a palete é colocada no *rack* fixo, que se pode prolongar por semanas, e a segunda quando a palete é colocada na área de expedição, à espera de ser colocada no camião, que pode até ser um dia depois.

As principais oportunidades de melhoria encontradas no mapeamento das Expedições e na análise no *gemba* compreendem:

- O produto acabado de cliente, ou seja, produzido mas não vendido pela Empresa X, é armazenado no seu armazém, o que prejudica a sua operação e capacidade, pois o transporte de expedição é realizado pelo cliente e a Empresa X tem de armazenar o material até a sua recolha, o que em certos casos provoca material parado durante várias semanas;

- Produto Acabado da Empresa X cujo controlo de qualidade tem uma taxa de aceitação de praticamente 100% só é expedido diretamente quando há falta de capacidade no armazém. Uma expedição direta é quando o produto acabado vai diretamente para a zona de expedição sem ser armazenado nos *racks*, e é expedido num curto espaço temporal;
- Constante uso do empilhador em vez de um porta paletes, para percorrer curtas distâncias;
- Falta de local normalizado para colocar paletes para expedição;
- Caixas de produto acabado com dimensões variáveis;

Objetivando o menor tempo de operação e a menor distância percorrida possível, pelos operadores do armazém, o presente trabalho propõe desenvolver uma nova estratégia de *picking* e mapeamentos adequados a todas as operações realizadas no armazém.

## 4.2 Conclusões de capítulo

No capítulo 4 foi realizada uma recolha e análise de dados, correspondente à fase preliminar e de planeamento do projeto de desenho do armazém reconstruído da Empresa X, apresentado na presente dissertação.

No âmbito da recolha e análise de dados, foram estudados quatro tópicos:

- *Layout* inicial do Armazém – Secção 4.1.1;
- Alçados iniciais das Estantes – Secção 4.1.2;
- Alocação de Materiais inicial– Secção 4.1.3;
- Mapeamento das Operações de Armazém e Estratégia de Picking iniciais – Secção 4.1.4.

De modo a aumentar a capacidade do armazém, reduzir o tempo de cada operação e as distâncias percorridas por cada operador, foi apresentado para cada um dos tópicos estudados, um objetivo de implementação, que culmina em:

- Desenho de *layouts* do armazém reconstruído que melhore a aproveitação das áreas, e minimize os constrangimentos de movimentação;
- Desenho dos alçados das estantes, adequado às características de cada tipo de material;
- Alocação de materiais a posições ou zonas, agrupados consoante as operações que realizam em conjunto;
- Desenvolvimento de uma nova estratégia de *picking* e mapeamentos normalizados para todas as operações realizadas no armazém.

## 5. Fase de Implementação

No presente capítulo será abordada a fase de implementação das soluções que visam resolver todas as melhorias identificadas no capítulo 4, bem como criar uma base de suporte à análise de resultados efectuada no capítulo 6 da presente dissertação.

O capítulo 5 aborda os mesmos quatro tópicos estudados no capítulo 4, que têm por base a metodologia criada na secção 3.4.1, aplicados à situação final implementada:

- Fase 1 – *Layout* final do Armazém – Secção 5.1;
- Fase 2 – Alocação de Materiais final– Secção 5.2;
- Fase 3 – Alçados finais das Estantes – Secção 5.3;
- Fase 4 – Mapeamento das Operações de Armazém e Estratégia de Picking finais– Secção 5.4.

No final do capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões do capítulo, na secção 5.5

### 5.1 Fase 1 – *Layout* final do Armazém

O armazém 1, tal como anteriormente indicado foi o armazém que se manteve da situação inicial para a situação final, pelo que as melhorias implementadas têm por base a análise específica deste mesmo armazém.

As principais oportunidade identificadas estavam relacionadas com quatro tópicos: a elevada distância entre as áreas de armazenamento, o constrangimento causado pela largura inadequada de corredores com grande movimentação, a falta de uma área específica para o deslocamento de peões e a perda de produtividade associada à utilização de *racks* móveis.

Na figura 15 é apresentado o *layout* final, cujo desenho tem como base o *layout* projetado pela Empresa X.



Figura 15 – Layout final implementado do armazém 1 reconstruído da Empresa X

O *layout* final é composto por três conjuntos de estantes, identificados na figura 15:

- O conjunto de *racks* móveis, no interior do retângulo azul – Área de armazém de elevado aproveitamento, ou seja, elevado número de posições por cada metro quadrado, onde são armazenados praticamente todos os materiais ;
- O *rack* fixo alocado a materiais consumíveis, onde os três primeiros níveis são inexistentes, para a criação de uma passagem de peões, no interior do retângulo verde – Criado para alocar os produtos consumíveis numa só zona, e para criar uma zona normalizada de movimentação de peões;
- O conjunto de estantes fixas de prateleiras de pequena dimensão, alocados a referências de matéria prima de fabrico de pequena dimensão, no interior do retângulo preto – foi realizado um levantamento do número de posições necessário para armazenar todas as matérias primas de fabrico, com caixas de armazenamento cuja altura, largura e profundidade fosse inferior a 0,6 metros, e obtiveram-se 113 posições. Com base neste número previsto, e considerando um crescimento das necessidades de armazenagem, foi proposto um conjunto de estantes apenas com prateleiras, com 160 posições de 0,6 metros de altura, largura e profundidade.

Comparando a situação final com a inicial, e analisando o *layout* final do armazém 1, na figura 15, face às oportunidades inicialmente constatadas:

- A distância entre as três áreas de armazenamento diminuiu, face às duas áreas de armazenamento iniciais do armazém 1;
- Deixaram de existir constrangimentos por excesso de movimentação, devido ao aumento da largura de todos os corredores e da criação de uma zona de passagem para peões;

Relativamente à oportunidade identificada na situação inicial da utilização de *racks* móveis, a restrição manteve-se. Apesar da escolha do sistema de armazenamento de *racks* móveis pela gestão de topo da Empresa X, foi recomendado que fossem consideradas soluções que não envolvessem uma perda de produtividade tão disruptiva, como por exemplo:

- Separar os *racks* móveis em duas partes, fixando no solo um corredor central, para possibilitar o trabalho de dois operadores de armazém simultaneamente, duplicando assim o potencial de produtividade associado a operações que envolvem os *racks* móveis;

O desenho do *layout* será revisto numa fase da unidade industrial em que o nível de serviço do armazém esteja a ser inferior ao aceitável pela equipa de gestão de topo da Empresa X. Como a prioridade era maximizar a capacidade, optou-se pela solução final apresentada.

## **5.2 Fase 2 – Alocação de Materiais final**

Tal como enunciado na secção 4.1.2, uma boa alocação de materiais minimiza os tempos de operação e as distâncias percorridas por todos os operadores, na globalidade da operação do armazém. Para o fazer, é necessário agrupar os materiais que são utilizados nas mesmas operações, o máximo possível, respeitando todas as restrições existentes.

Para relembrar os materiais associados a cada operação do armazém, apresentados na secção 4.1.2, reúne-se a seguinte lista:

- Recepções – Todos os materiais, excepto *bulk* (produto semiacabado) e produto acabado;
- Aviamentos de Fabrico – Um princípio ativo e pelo menos um excipiente;
- Aviamentos de Embalagem – *Bulk* (produto semiacabado), rolos de alumínio, rolos de pvc ou de opa, folhetos informativos e caixas de medicamentos;
- Expedições – Produto acabado.

Com base nos produtos associados a cada operação do armazém, relembrados anteriormente, foi realizada uma análise que distribui os movimentos realizados no armazém da Empresa X durante meio ano, pelas várias operações. Essa distribuição foi realizada excluindo as recepções, pois estas englobam praticamente todos os produtos. Esta análise, apresentada na tabela 2, pretende identificar qual o tipo de movimento cuja análise deve ser mais detalhada, de modo a decidir em que locais devem ser alocados os diferentes tipos de materiais.

Tabela 2 – Análise aos movimentos por cada grupo de tipos de material presente no armazém 1 da Empresa X

	%Referências	%Movimentos
<b>Material de Embalagem</b>	<b>67%</b>	<b>71%</b>
<b>Produto Acabado</b>	<b>16%</b>	<b>18%</b>
<b>Matéria Prima de Fabrico</b>	<b>16%</b>	<b>11%</b>
	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Através da interpretação da tabela 2, verifica-se:

- O material de embalagem, associado aos aviamentos de embalagem, é responsável por 71% dos movimentos de armazém ;
- O produto acabado, associado às expedições, por 18% dos movimentos de armazém;
- A matéria prima de fabrico, associada aos aviamentos de fabrico, por 11% dos movimentos do armazém.

Conclui-se que os aviamentos de embalagem são a operação com mais peso no âmbito da gestão operacional do armazém.

Com a informação adquirida na tabela 6, sabendo quais os materiais associados a cada tipo de operação, e tendo em conta as restrições listadas na secção 4.1, foi criada uma estratégia de alocação de materiais, tendo o objetivo de juntar os materiais que fossem utilizados nas mesmas operações do armazém.

De modo a facilitar a sua percepção, de forma visual, foi desenvolvida a figura 16.

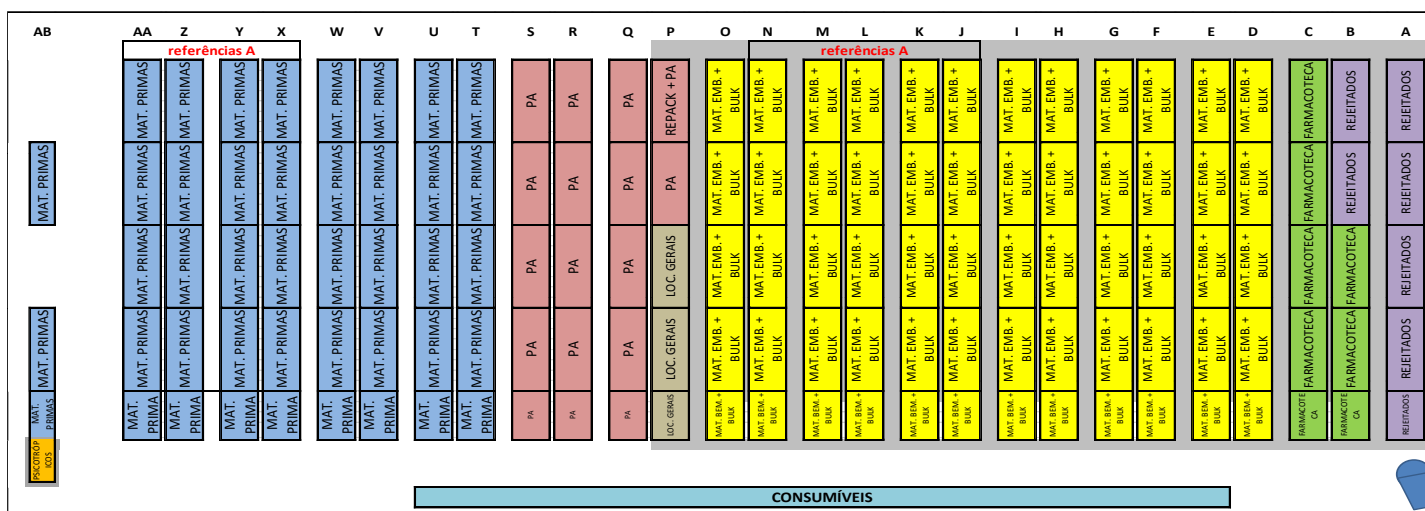


Figura 16 – Alocação de materiais final do armazém 1 reconstruído da Empresa X

Analisando a figura 16, pode-se reparar que foi realizada uma divisão da área do armazém:

- Área branca, entre *racks* – Zona não segregada;
- Área cinzenta, entre *racks* – Zona segregada.

Esta divisão foi feita de modo a respeitar as restrições externas à Empresa X.

Também através da análise da figura 16, aloca-se a cada uma das zonas:

- Zona segregada:
  - Matéria prima de embalagem, nomeadamente rolos de alumínio, rolos de pvc, rolos de opa, *bulk* ou produto semiacabado, folhetos informativos e caixas de medicamentos – *Racks* pintados a amarelo. Apesar de parte do material de embalagem não necessitar de segregação, nomeadamente todo o material não impresso e o *bulk* (produto semiacabado), colocou-se todo o material de embalagem dentro da zona segregada. Esta decisão foi tomada de modo a que quando é realizado um aviamento de embalagem, o material está todo na mesma zona, nos *racks* pintados a amarelo. O material de embalagem só não se encontra na zona mais favorável do armazém, visto que é o material com mais impacto na operação do armazém, devido à restrição externa de segregação;
  - Material rejeitado – *Racks* pintados a roxo;
  - Material de farmácia – *Racks* pintados a verde. Tanto o material rejeitado como o de farmácia foram alocados às zonas de pior acesso do armazém, pois são os tipos de material menos requisitados;
  - Posições gerais – *Racks* pintados a cinzento. Esta zona tem o propósito de absorver as variabilidades de todas as outras zonas. Para caso algum tipo de produto não consiga ser colocado na sua zona, seja aqui colocado, sendo essa a razão de se encontrar num corredor segregado, para poder armazenar produtos de qualquer tipo;
  - Matéria prima de fabrico psicotrópica – *Racks* pintados a laranja. Apenas com princípios ativos, numa zona segregada separada da restante, de modo a estar a curta distância do material de fabrico;
- Zona não segregada:
  - Matéria prima de fabrico, nomeadamente princípios ativos e excipientes – *Racks* pintados a azul escuro. Apesar de, entre os três grupos de material analisados na tabela 6, a matéria prima de fabrico ter o menor impacto, foi-lhe atribuída a zona mais favorável do armazém devido à proximidade da estante fixa onde estão todos os materiais de fabrico de pequena dimensão, tal como referido na secção 5.1, possibilitando que todos as matérias primas de fabrico estejam em conjunto;
  - Produto acabado – *Racks* pintados a rosa. Apesar de não se encontrarem na zona mais favorável do armazém, como na situação inicial, estão na zona central dos *racks* móveis, a zona que, teoricamente, é a zona mais perto de todos os restantes corredores;

- Materiais consumíveis – *Racks* pintados a azul claro. Os consumíveis foram alocados a esta zona de modo a estarem sempre disponíveis, e porque o número dos *racks* pintados a azul claro é reduzido.

Alocando as zonas descritas da figura 16 às operações de armazém, obtém-se:

- Recepções – As zonas de *racks* de todas as cores, excepto a zona rosa;
- Aviamentos de Fabrico – A zona de *racks* pintados a azul, e juntamente, a zona de *racks* pintados a laranja;
- Aviamentos de Embalagem – A zona de *racks* pintados a amarelo
- Expedições – A zona de *racks* pintados a rosa.

Analisando a descrição da figura 16, e as alocações de zonas às operações de armazém, é possível verificar que todo o material que as operações de armazém necessitam está alocado a apenas uma zona do armazém, e dentro de cada zona do armazém existe apenas o material necessário a cada operação. Algo que na situação inicial apenas acontecia nas expedições, com o produto acabado.

Especificando para os casos dos aviamentos de fabrico e de embalagem, inicialmente identificados com o maior potencial de melhoria, foi realizada uma análise que pretende identificar quais as referências pertencentes aos produtos mais produzidos, de modo a alocar-lhes uma posição privilegiada, no interior da sua zona, bem como aglomerar as referências com mais impacto na operação do armazém.

Realizou-se uma análise ABC para o fabrico e para a embalagem, individualmente. Esta análise separa as referências “A” das restantes, sendo que as referências “A” são as referências de materiais dos produtos mais produzidos.

### **Análise ABC**

Para separar as referências “A” das restantes referências, quer de embalagem quer de fabrico, realizaram-se os seguintes passos:

1. Retirar informação de SAP relativa aos lotes produzidos no fabrico, lotes produzidos na embalagem, e movimentos de cada referência;
2. Realizar análise ABC para os lotes mais produzidos no fabrico e na embalagem separadamente, e encontrar as referências “A” de produtos mais fabricados e produtos mais embalados, respetivamente;
3. Por ordem descendente de número de vezes que foi produzido, encontrar as referências pertencentes à mesma família de produtos e agrupá-los, por exemplo: juntar o medicamento A de x mg, o produto mais embalado, ao medicamento A de y mg, o décimo produto mais embalado. A junção destes produtos resulta na família do medicamento A, responsável pelo somatório de movimentos de ambos os produtos. A razão da organização de produtos por famílias deve-se ao facto de que a maior parte das suas matérias primas é a mesma.



4. Tendo as famílias de produtos organizadas, recorreu-se à experiência dos supervisores e gestores de produção da Empresa X para identificar quais as famílias e até quais é que deviam ser consideradas referências “A”, tanto para o fabrico como para a embalagem, chegando a 25 e 28 famílias, respectivamente;
5. Dessas 25 e 28 famílias, recolheram-se as matérias primas associadas, chegando a 74 e 192 referências “A” de fabrico e embalagem, respectivamente.
6. Das 74 e 192 referências “A” de fabrico e embalagem respectivamente, verificou-se por que parte dos movimentos do seu tipo de material eram responsáveis. As 74 referências “A” de fabrico são responsáveis por 61% dos movimentos de todos os materiais de fabrico, e as 192 referências “A” de embalagem são responsáveis por 63% dos movimentos de todos os materiais de embalagem.

Os resultados da análise ABC realizada encontram-se representados na tabela 3.

Tabela 3 – Análise ABC dos materiais de fabrico e da embalagem da Empresa X

		Referências A	Restantes Referências	Soma-tório
<b>Aviamentos de Embalagem</b>	Referências	<b>15%</b>	<b>85%</b>	100%
		192	1124	1316
	Movimentos	<b>63%</b>	<b>37%</b>	100%
		22802	13391	36193
<b>Aviamentos de Fabrico</b>	Referências	<b>23%</b>	<b>77%</b>	100%
		74	247	321
	Movimentos	<b>61%</b>	<b>39%</b>	100%
		3480	2225	5705

Através da análise da tabela 3, pode-se concluir:

- Para os movimentos de matéria prima de embalagem é possível reparar que apenas 15% das suas referências, 192, são responsáveis por 63% dos movimentos totais de material de embalagem;
- No caso da matéria prima de fabrico, 23% das suas referências, 74, são responsáveis por 61% dos seus movimentos;
- As 192 referências de embalagem e as 74 referências de fabrico identificadas representam as referências “A” da embalagem e do fabrico, respectivamente.

Com a análise ABC concluída e as referências “A” identificadas, foram alocados os corredores mais privilegiados da zona de matéria prima de fabrico e da zona de material embalagem, às suas referências “A”. Recorrendo novamente à figura 22:

- Referências “A” de matéria prima de fabrico – Na zona não segregada, nos *racks* pintados a azul, identificados com: AA, Z, Y e X. Note-se que o *rack* AA é a estante de paletes com a posição mais privilegiada do armazém, visto que a estante de prateleiras AB, igualmente bem posicionada, não tem dimensão suficiente para armazenar paletes de material;
- Referências “A” de material de embalagem – Na zona segregada, nos *racks* pintados a amarelo, identificados com: N, M, L, K e J. Este conjunto de *racks* alocado está o mais possível do centro dos *racks* móveis, a área mais privilegiada da zona alocada a materiais de embalagem. Não se optou pelo *rack* O, pois o *rack* na sua frente não armazena material de embalagem.

Resumindo o trabalho implementado:

- Criou-se uma zona para cada conjunto de materiais associados à mesma operação de armazém, objetivando a redução do tempo de operação e das distâncias percorridas, globais a todo o armazém. Por exemplo, todos os materiais utilizados nos aviamentos de embalagem estão na mesma zona, na zona de *racks* pintados a amarelo, na figura 22;
- Para o caso específico dos materiais de embalagem e das matérias primas de fabrico, portadores do maior potencial de melhoria, separaram-se as referências de materiais correspondentes aos produtos mais produzidos, as referências “A”, e foi-lhes alocada a área mais privilegiada no interior de cada uma das suas zonas, na zona de materiais de embalagem e de matérias primas de fabrico, respetivamente. O objetivo desta implementação foi privilegiar as referências mais movimentadas no armazém, atribuindo-lhes as melhores posições, e aglomerando-as.

### **5.3 Fase 3 – Alçados finais das Estantes**

Na situação inicial, tal como referido na secção 4.1.3, o desenho dos alçados do armazém 1 da Empresa X não obedecia nenhuma regra, simplesmente foram criados níveis à medida que iam surgindo as necessidades. Tal situação formou um crescimento desordenado do armazém 1 inicial, e conseqüentemente uma baixa ocupação volumétrica.

Um desenho de alçados que proporcione uma ocupação volumétrica elevada, deve ser realizado com base nos dados logísticos de cada material, ou seja, com as medidas que os materiais ocupam, quer individualmente, quer numa paleta completa com material. Na situação inicial não existiam dados logísticos para nenhuma referência, e visto serem essenciais à realização do trabalho, foi realizada uma recolha dos dados logísticos dos materiais, no *gemba*.

Para o caso específico das caixas de produto acabado, que não tinham dados logísticos, e cuja altura máxima de palete não estava normalizada, foi necessário:

1. Ida ao *gemba* para medir as dimensões de cada caixa existente;
2. Entregar as dimensões ideais de caixa e de palete de produto acabado ao departamento de vendas;
3. O departamento de vendas validar com cada cliente as novas dimensões de caixa e de palete de produto acabado.

Depois de cumpridos estes três passos, a altura máxima de palete de produto acabado encontrava-se normalizada, com 1,1 metros de altura.

Para o caso da matéria prima de fabrico e do material de embalagem, dado o elevado número de referências em armazém, começou por se recolher os dados logísticos dos materiais constituintes dos produtos mais produzidos pela Empresa X, ou seja, as referências “A” identificadas na análise ABC realizada na secção 5.2.

Em alguns casos do material de embalagem e da matéria prima de fabrico, os dados logísticos medidos eram muito diferentes dos restantes, para o mesmo tipo de material, ou até do mesmo material. Quando tal se sucedia, era realizada uma tentativa de normalização. Exemplificando através de um caso de normalização de caixas de folhetos informativos, na figura 17.



Figura 17 – Normalização de folhetos informativos da Empresa X

O processo de normalização dos folhetos informativos representados na figura 17, seguiu os seguintes passos:

1. Ida ao *gemba*, onde se reparou numa diferença nos dados logísticos, através da medição das dimensões de cada caixa de folhetos informativos existente, bem como das alturas de palete de folhetos informativos. Tal como se pode reparar na imagem do lado esquerdo da figura 17;
2. Em conjunto com a equipa de compras verificou-se que existiam apenas dois fornecedores de folhetos informativos;

3. Foi proposta uma dimensão única de caixas e de altura máxima de palete, para ambos os fornecedores;
4. O departamento de compras validou com cada fornecedor as novas dimensões de caixa e de altura máxima de palete de folhetos informativos. Obtendo o estado final, na imagem do lado direito da figura 17.

Com base nos dados logísticos recolhidos e normalizados, para o material de embalagem, para as matérias primas de fabrico e para o produto acabado, iniciou-se o desenho dos alçados das estantes.

Inicialmente, foi desenhado um alçado normalizado que maximizava a divisão de alturas pelos níveis do *rack*, e respeitava as alturas máximas da maioria das paletes de material. Esse alçado desenhado foi considerado o alçado base, e encontra-se representado na figura 18.

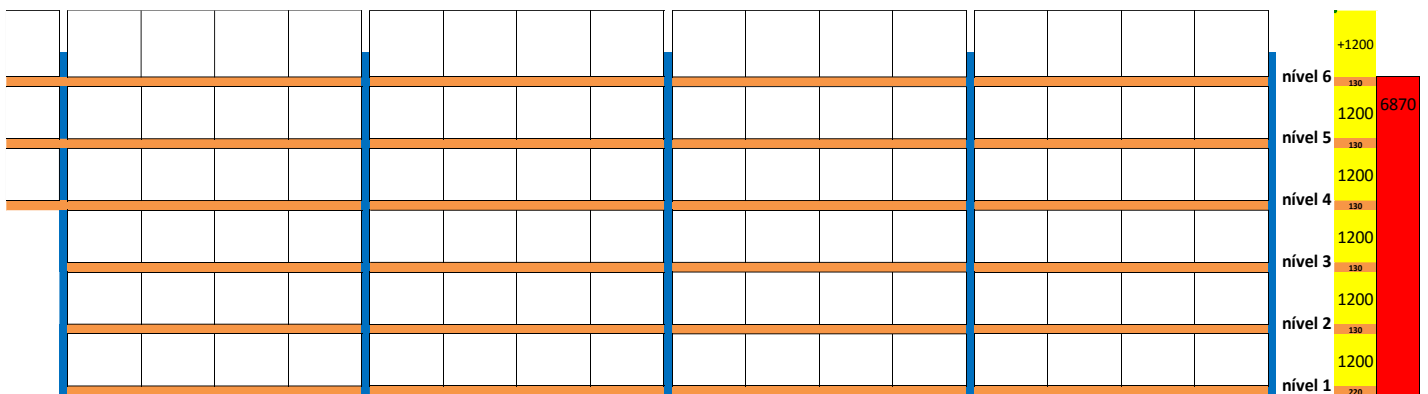


Figura 18 – Alçado base do armazém 1 final da Empresa X

Analisando a figura 18, reparamos que a altura de cada nível do *rack* é de 1,2 metros, excluindo a altura do nível 6. Para uma paleta conseguir ser armazenada numa posição de 1,2 metros, tem de ter uma altura máxima de 1,1 metros, de modo a ser possível retirá-la com um empilhador.

Todo o produto acabado, material de farmácia e material rejeitado, respeitava a altura máxima de 1,1 metros por paleta, pelo que foi alocado o alçado base a cada um dos seus *racks*. Note-se que 1,1 metros é a altura máxima de uma paleta de produto acabado, pelo que a ocupação volumétrica de posições de produto acabado é elevada.

Com base no alçado normalizado representado na figura 18, foram desenhados com detalhe os alçados relativos à matéria prima de fabrico e ao material de embalagem.

### **Matéria Prima de Fabrico**

A matéria prima de fabrico pode ser dividida em dois grandes grupos, os princípios ativos e os excipientes, e tanto um como outro podem assumir dimensões de paleta muito variáveis. Como conclusão das medições foram escolhidos três desenhos para os alçados de matéria prima do fabrico, o primeiro é o alçado base (figura 18), o segundo é um alçado com cinco níveis de 1,6 metros

de altura cada um. O terceiro alçado é para as caixas de materiais de pequena dimensão, com níveis de 0,6 metros, alocado às estantes fixas com dimensões de prateleira, identificadas no capítulo 5.1. Tanto nos corredores de referências “A” de fabrico, como das restantes, foram utilizados os dois primeiros alçados referidos.

### **Material de Embalagem**

A definição dos alçados para o material de embalagem é de um grau de dificuldade muito superior aos restantes, não só porque tem seis tipos de materiais, sendo eles rolos de alumínio, rolos de pvc, rolos de opa, barricas de comprimidos, caixas de comprimidos e folhetos informativos, como também porque existem muitas sobras destes materiais, o que resulta em muitas paletes incompletas, sem possibilidade de se realizar o seu dimensionamento.

Tal como a área de fabrico, a área de embalagem é dividida em dois: a área de referências “A” e a área das restantes referências.

Para a área de referências “A” foi desenhado um alçado específico. Com base na Análise ABC e na análise aos movimentos por cada tipo de operação, ambos realizados na secção 5.2, as referências “A” de material de embalagem representam o conjunto de referências com maior importância na produtividade do armazém. Como tal, foi desenhado uma alçado que permite fixar referências a posições, maximizando a ocupação volumétrica, ao mesmo tempo que se melhora a produtividade.

O alçado alocado aos *racks* de referências “A” do material de embalagem, encontra-se representado na figura 19.

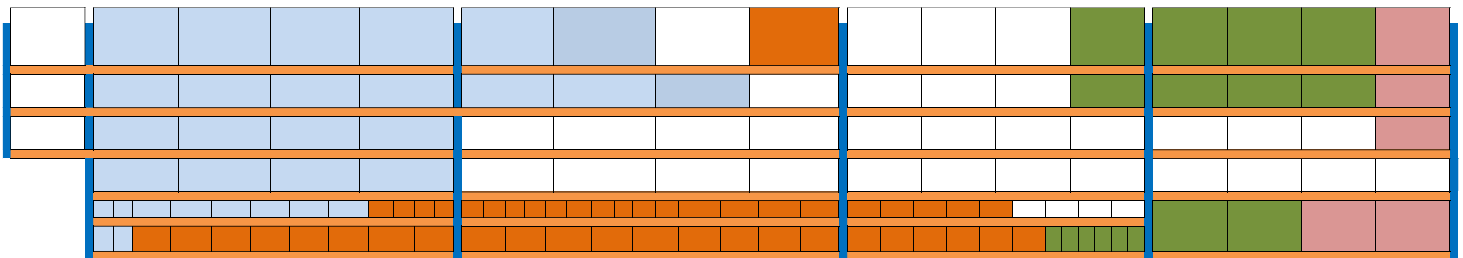


Figura 19 – Alçado final da alocação de famílias de produtos “A” a posições fixas

As referências “A” da embalagem sofreram um tratamento destacado, visto que são as referências com mais impacto na operação do armazém. O desenho do alçado, bem como a alocação de referências fixas, encontra-se descrito nos passos seguintes:

1. Foi realizado um levantamento de dados logísticos de todo o material considerado “A” na análise ABC realizada;
2. Com o levantamento dos dados logísticos criaram-se alturas de níveis normalizadas para cada tipo de produto, com ou sem palete;
3. Foi calculada a necessidade máxima de consumo diária para cada referência considerada “A” na análise ABC realizada;

4. Quando a necessidade diária máxima de uma referência é superior ou igual a 80% de uma palete, essa referência é guardada em níveis superiores com arrumação de palete, e a sua arrumação é feita para a posição livre mais perto da sua “família”.
5. Cruzando os dados logísticos, com os níveis de altura normalizados, com a necessidade máxima de consumo diária para cada referência e com as famílias de produtos criadas, foram alocadas posições fixas para cada uma, sem paletes, para *picking* à mão e sem necessidade de empilhador. Tal como se pode verificar na figura 19, onde cada cor representa uma família organizada de acordo com a importância, sendo que a família com mais impacto deve ficar na entrada do corredor, diminuindo o impacto de cada família à medida que se entra nesse corredor;
6. Por fim é necessário definir regras de reposição, em horas menos movimentadas no armazém.

Para o material que não é referência “A” irá ser aplicado um alçado praticamente igual ao dos *racks* de referências “A”, mas como o número de pequenas quantidades armazenadas é muito superior, optou-se por colocar mais níveis de menor dimensão, ou seja, posições que consigam absorver todos os materiais devolvidos, e pequenas quantidades de lotes pouco produzidos, que acabaram por sobrar.

Através do desenho detalhado dos alçados para cada tipo de material, baseado em dados logísticos, foi possível eliminar todos os problemas identificados na situação inicial.

Resumindo o trabalho realizado no âmbito dos alçados das estantes do armazém 1 final:

- Foram recolhidos os dados logísticos do produto acabado, das referências “A” de matéria prima de fabrico e das referências “A” do material de embalagem;
- Baseado nos dados logísticos recolhidos, por vezes normalizados, foram encontradas as alturas máximas de palete para cada tipo de material;
- Baseadas nas alturas máximas de palete definidas para cada tipo de material, foram normalizadas as alturas dos níveis dos alçados para cada tipo de material – cada tipo material tem um desenho de posição específico, fazendo com que a posição proposta pelo software SAP seja mais acertada, de modo a minimizar o retrabalho de alteração manual de posição, por esta ser desadequada;
- A junção dos dois pontos referidos anteriormente faz com que a ocupação volumétrica do armazém aumente.

Na situação inicial descrita, a combinação dos armazéns 1, 2 e 3 contava com 3845 posições. Na solução implementada, o armazém conta com 3389 posições, e a sua distribuição por cada corredor pode ser analisada no anexo 5.

## 5.4 Fase 4 – Mapeamento das Operações de Armazém e Estratégia de Picking finais

A partir do mapeamento da cadeia de valor (VSM – *Visual Stream Mapping*) realizado, apresentado no anexo 4, foram selecionadas as operações cuja análise se inclui no contexto da presente dissertação, nomeadamente os processos relacionados com as operações de armazém.

Com o desenho do layout implementado, apresentado na secção 5.1, a alocação de materiais implementada, apresentada na secção 5.2, e os desenhos dos alçados implementados, apresentados na secção 5.3, muitos dos problemas levantados no mapeamento inicial das operações de armazém, na secção 4.1.4, foram resolvidos. No entanto, são apresentadas todas as melhorias implementadas para cada um dos problemas encontrados, transversais ao armazém:

- Foi criada uma norma de movimentação e uma zona de passagem de peões no armazém, identificada na secção 5.1 como uma passagem inferior aos racks alocados aos consumíveis. A solução deste problema impede o congestionamento no acesso aos *racks* móveis;
- Criaram-se locais normalizados para colocar porta paletes e empilhadores, por todo o armazém, de modo a que estejam disponíveis para cada operação a ser realizada, sempre no mesmo local;
- Todos os locais de material em espera para entrar em produção foram retirados do armazém e colocados no interior de cada área produtiva, deixando de ser um constrangimento no acesso aos *racks* móveis;
- Foram criados locais normalizados para o *handling* de material, por todo o armazém, de modo a que haja sempre perto de cada operação a ser realizada, uma zona alocada a *handling* de material;
- Foi criada uma norma de operação para cada uma das operações do armazém;
- A ordem de trabalho e respetiva lista de *picking* foram redesenhadas.

De modo a criar ordens de trabalho e listas de Picking adequadas, foi realizado um trabalho em conjunto com o apoio do departamento de controlo industrial da Empresa X, onde se desenhou uma ordem de trabalho, que eliminou todos os problemas identificados na secção 4.1.4, e que objetiva reduzir o número de mudanças de corredor, nomeadamente:

- As ordens de trabalho e as listas de *picking* são organizadas por corredor e agrupadas de modo a satisfazerem diariamente todos os pedidos de aviamento de material da embalagem de uma vez, e separadamente, de todos os pedidos de matéria prima do fabrico. A implementação desta melhoria permitiu com que os operadores deixassem de repetir o mesmo percurso sucessivamente, que deixassem de abrir e reabrir os corredores dos racks móveis, e que deixassem de percorrer distâncias superiores às necessárias, tal como acontecia na situação inicial;

- Após uma proposta no seguimento do trabalho realizado na presente dissertação, o departamento de qualidade reviu todas as quantidades de todas as listas técnicas, pelo que as quantidades presentes em cada uma já se encontram adequadas às necessidades de produção. Esta melhoria reduziu o número de vezes que tanto o fabrico como a embalagem realiza pedidos urgentes ao armazém, diminuindo o número de interrupções à sua operação.

Após apresentação das melhorias implementadas que abrangem todo o armazém, e todas as suas operações, apresentam-se os mapeamentos redesenhados finais, detalhados, de cada processo interno ao armazém.

### **Recepção**

Contrariamente à situação inicial, na situação final da operação de recepção considerou-se a existência de apenas um processo, visto que praticamente todos os materiais se encontram armazenados em *racks* móveis. O mapeamento da situação final encontra-se representado na figura 20.

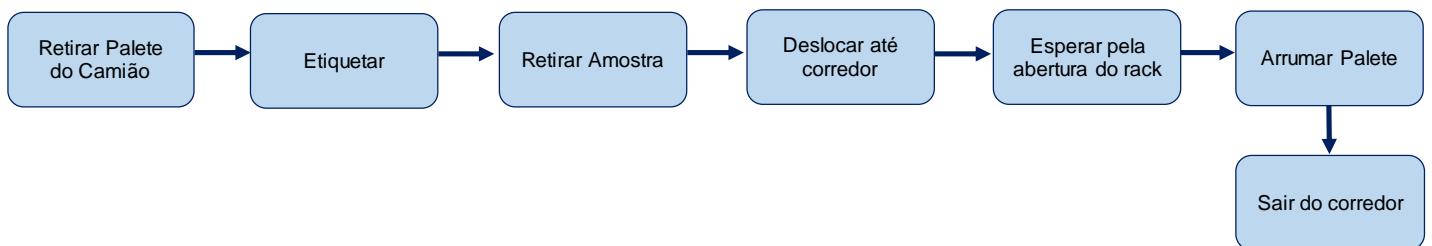


Figura 20 – Mapeamento do processo de Recepção da Empresa X final

Devido à alocação da maioria dos produtos nos *racks* móveis, existe praticamente sempre necessidade de esperar pela abertura de um corredor, tal como representado na figura 20.

Das oportunidades encontradas inicialmente, as melhorias seguintes foram implementadas:

- Para percorrer curtas distâncias utiliza-se apenas o porta paletes;
- Criou-se um local normalizado para colocar paletes recebidas, para posteriormente etiquetar e recolher amostra, de modo a que a operação seja sempre realizada no mesmo local;
- Com a introdução dos dados logísticos, quando é sugerida uma posição de arrumação para uma referência, a posição física é adequada, sem ter de existir alteração manual por parte dos operadores de armazém;

### **Aviamentos de Fabrico**

Contrariamente à situação inicial, existem dois processos de Aviamento de material de fabrico ligeiramente diferentes. A diferença trata-se da classificação do material a movimentar, se é material de um produto “A” ou não. Ambos os mapeamentos encontram-se representados nas figuras 21 e 22.



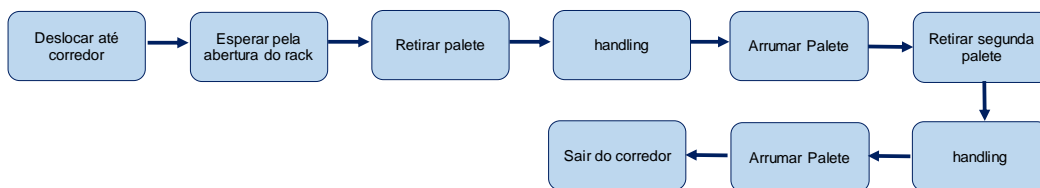


Figura 21 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Fabrico de Produtos “A”, da Empresa X

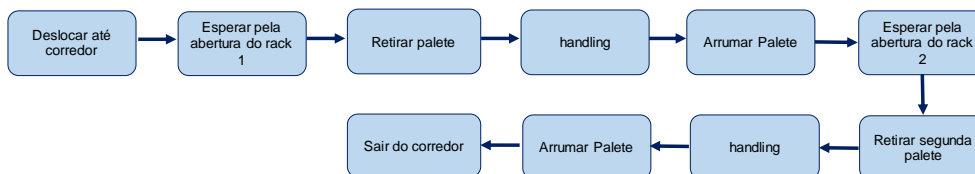


Figura 22 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Fabrico do restante material, da Empresa X

Tal como na situação inicial, é sempre necessário aceder aos *racks* móveis, pois é lá que toda a sua matéria prima se encontra, no entanto, só necessitamos de ir a mais que um corredor, realizar o processo da figura 22, em 39% dos movimentos, valor obtido através da análise ABC realizada na secção 5.2. Nos restantes materiais, responsáveis por 61% dos movimentos, o mais comum é a necessidade de deslocação a apenas um corredor, representado na figura 21, melhorando muito o tempo da ordem de trabalho.

Das oportunidades encontradas específicas aos Aviamentos de Fabrico, as melhorias seguintes foram implementadas:

- Existe um local normalizado para colocar paletes metálicas, onde são colocadas as barricas de matérias primas, de modo a que cada vez que são requisitadas, se encontrem sempre no mesmo local;

### Aviamentos de Embalagem

Uma das principais constatações na situação inicial dos aviamentos de fabrico era relativa ao acrescento de complexidade do processo de aviamentos de embalagem face aos restantes, no mapeamento final conseguiu simplificar-se o processo, especialmente devido à separação entre aviamentos de material de produtos “A” e os restantes, apresentadas nas figuras, 23 e 24, referentes ao mapeamento do processo de aviamentos de embalagem para produtos “A” e para os restantes, respetivamente.

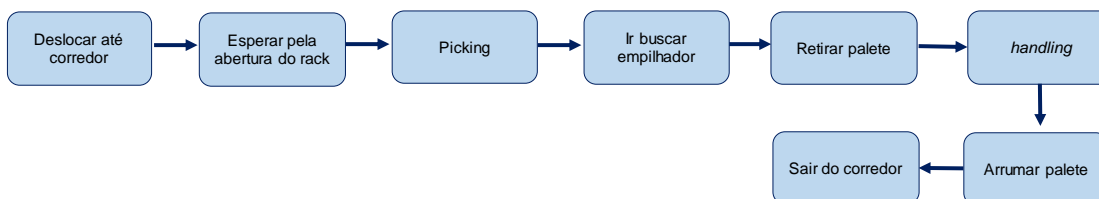


Figura 23 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Embalagem de material “A” da Empresa X

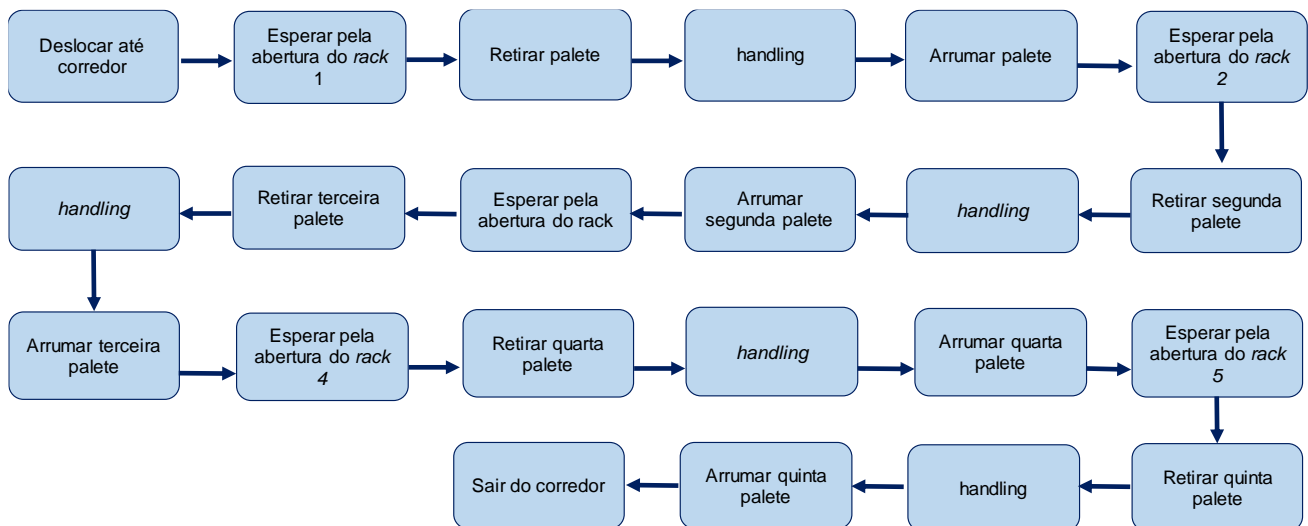


Figura 24 – Mapeamento do processo final de Aviamentos de Embalagem de material restante, da Empresa X

Como referido no mapeamento inicial, na secção 4.1.4, os Aviamentos de Embalagem foram alvo de atenção especial, pois são mais complexos que os restantes, e representam 71% dos movimentos do armazém, como concluído na análise aos movimentos por cada tipo de operação, realizada na secção 5.2. Como representado nas Figuras 23 e 24, não se deixou de realizar a passagem do material de paletes de madeira para carros de aviamento.

Na situação final podemos observar nas Figuras 23 e 24 que existem dois processos de Aviamentos de Embalagem, sendo que a Figura 23 corresponde ao Aviamento das referências “A” da embalagem, responsáveis por 63% dos movimentos, e o processo da figura 24 corresponde ao aviamento dos restantes materiais, os restantes 37% dos movimentos. Conclui-se portanto que foi retirada muita complexidade ao processo de Aviamento dos materiais com mais impacto no armazém, mesmo com a presença de todos os materiais em *racks* móveis segregados.

Das oportunidades encontradas nos Aviamentos de Embalagem, as melhorias seguintes foram implementadas:

- Foi criada uma norma visual de identificação da máquina de produção para qual o material vai, de modo a reduzir os erros de alocação de materiais a ordens de produção;
- Os materiais da mesma “família”, as referências “A”, responsáveis por 63% dos movimentos, estão sempre no mesmo corredor;
- Deixou de existir um posto fixo de colocação de código de entrada em zonas segregadas, para passar a existir um comando;
- Existe um local normalizado para carrinhos de aviamento, de modo a que sempre que requisitados, se encontrem no mesmo local;

### **Expedição**

Tal como nas duas operações de armazém anteriores, o processo inicial de expedição foi dividido em dois, resultando em dois processos finais apresentados nas figuras 25 e 26.

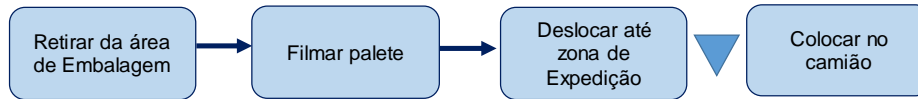


Figura 25 – Mapeamento do processo final de Expedição direta da Empresa X

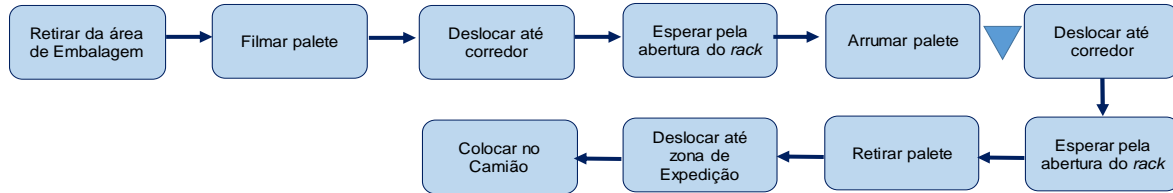


Figura 26 – Mapeamento do processo de Expedição final comum da Empresa X

Inicialmente, o produto acabado encontrava-se na zona mais privilegiada do armazém, em *racks* fixos, mais perto da doca de recepção e expedição que todos os materiais restantes, sem perder tempo com passagem na zona congestionada de acesso aos *racks* móveis.

Na situação final, passou a existir apenas uma interrupção temporal por armazenamento, tanto para a expedição direta, Figura 25, como para a expedição comum, Figura 26.

Na expedição direta, o produto acabado sai diretamente da produção, é filmado e colocado na zona de expedição até haver produto suficiente para completar um camião. Apenas pode ser realizado para produto da Empresa X.

Na expedição comum, o produto só é retirado dos racks pouco tempo antes da expedição, para ser colocado no camião do cliente. Utilizado apenas para produto de cliente e lotes da Empresa X com taxas de aceitação de qualidade baixas.

Das oportunidades encontradas na Expedição, as melhorias seguintes foram implementadas:

- Produto Acabado da Empresa X cujo controlo de qualidade tem uma taxa de aceitação alta, é expedido diretamente, diminuindo o número de posições de produto acabado necessárias em armazém;
- Existe um local normalizado para colocar paletes para expedição, de modo a que cada vez que se abastece um camião, o material está sempre no mesmo local;
- A dimensão das caixas de produto acabado e a altura máxima da paleta de produto acabado foram normalizadas, tal como referido na secção 5.3;

## 5.5 Reuniões Normalizadas de Equipa

A última fase de implementação consiste na criação de uma cultura de melhoria contínua através da introdução de reuniões normalizadas de equipa.

As reuniões normalizadas de equipa são o primeiro nível do Kaizen diário, uma metodologia utilizada pelo Kaizen Institute com o objetivo de criar mudança cultural nas organizações, explicada na secção 2.2.2. A metodologia começa pela definição de líderes que desenvolvam as suas equipas de modo a criar autonomia na prática de melhoria contínua, com uma frequência diária. Após a definição do líder, é desenhado o quadro de equipa, representado na figura 27.

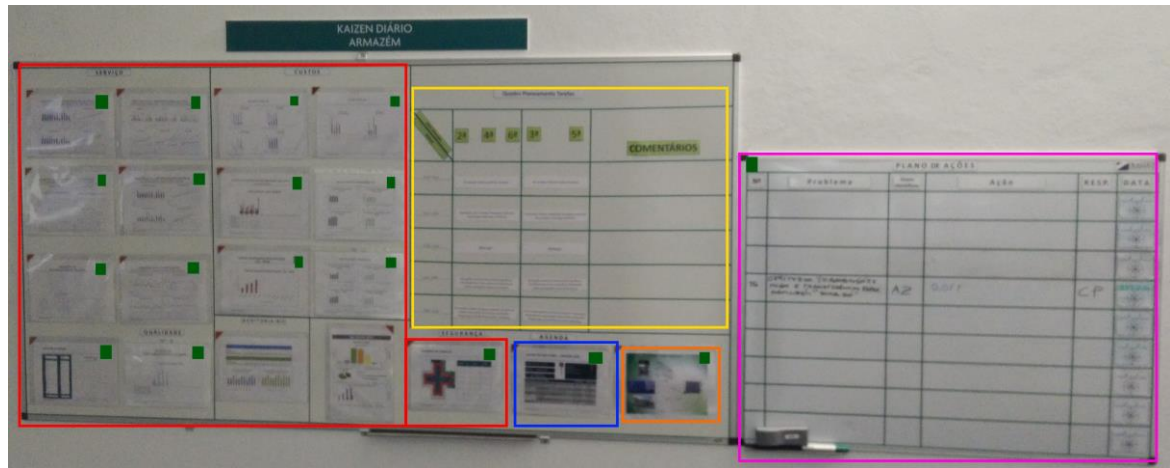


Figura 27 – Quadro de Kaizen diário da equipa de armazém da Empresa X

Através da análise da figura 27, podemos identificar:

- Indicadores de operação – No interior do rectângulo vermelho. Local onde são monitorizados os principais indicadores de produtividade de operação, tais como o número de movimentos realizados diariamente, por exemplo;
- Planeamento do trabalho – No interior do rectângulo amarelo. Local onde são colocadas todas as atividades excepcionais ao trabalho normal, como por exemplo, uma arrumação de um local específico de trabalho através da metodologia 5S, apresentada na secção 2.2.2;
- Agenda da reunião – No interior do rectângulo azul. A agenda definida inicialmente, com todos os tópicos a abordar em cada reunião, bem como a sua duração, de 15 minutos;
- Plano de entregas de material diário – No interior do rectângulo laranja. O local onde o líder de equipa coloca o plano de entregas de produto acabado diário;
- Plano de ações de melhoria – No interior do rectângulo rosa. O local onde são colocadas e monitorizadas as ações de melhoria.

As reuniões normalizadas de equipa tiveram um papel essencial no planeamento de trabalho durante a obra de renovação do armazém 1, onde era seguido diariamente o número de paletes arrumadas no local novo.

## 5.6 Conclusões de capítulo

No capítulo 5 foi completado o segundo passo da metodologia criada na secção 3.4.1, a fase de implementação. Neste capítulo foram apresentadas as soluções implementadas, baseadas nas oportunidades e problemas levantados no capítulo 4.

Na primeira fase, que consiste no *layout* final do armazém, foi desenhado um *layout* que possibilitou a minimização das distâncias entre as áreas de armazenamento do armazém 1 final, e a eliminação de constrangimentos por excesso de movimentação.

Na segunda fase, de alocação final de materiais, os materiais associados à mesma operação do armazém foram agrupados, de modo a que quando se realiza uma operação, os materiais necessários encontram-se todos na mesma zona. Para o caso específico do material de fabrico e de embalagem, foram separadas as referências “A”, as referências com mais impacto na operação do armazém, das restantes, e foi-lhes alocada uma posição privilegiada, no interior da sua zona de armazém respectiva.

Na terceira fase, o desenho de alçados finais das estantes, foram realizados desenhos detalhados dos alçados para cada tipo de material, baseados em dados logísticos, que possibilitaram uma maximização da ocupação volumétrica do armazém.

Na quarta fase, foi realizado o mapeamento final das operações do armazém, onde foram redesenhados todos os processos mapeados na situação inicial, de modo a eliminar todos os problemas levantados

A fase de implementação terminou com a criação de reuniões normalizadas de equipa, no armazém da empresa X. Foi desenhado um quadro com vários elementos úteis à operação, principalmente para a monitorização de indicadores de desempenho de operação do armazém. Com a introdução das reuniões, foi possível garantir o cumprimento das normas, e instalar uma cultura de melhoria contínua. Assim concluída a fase de implementação, no capítulo 6 será apresentada a apresentação e análise dos resultados obtidos.

## **6. Fase de Apresentação e Análise dos Resultados Obtidos**

O presente capítulo é dividido em duas partes. Na primeira, na secção 6.1, são apresentados os indicadores utilizados para a avaliação dos resultados das melhorias e soluções implementadas no capítulo 5.

Na segunda parte, na secção 6.2, são apresentados os resultados obtidos, onde é comparada a situação inicial e final.

### **6.1 Indicadores de Projeto**

De modo a criar um sistema de avaliação de resultados que fosse adequado ao trabalho realizado nesta dissertação na Empresa X, e espelhasse a realidade, foram definidos dois espaços temporais onde foram realizadas medições, no entanto. Estes espaços definem-se por:

1. Início – Antes da obra, com levantamento do estado inicial do *Layout*, Dimensão, Sistema de Armazenamento, Políticas de Inventário, Alocação de Produtos, Estratégia e Rotas de Picking.
2. Final – No fim da obra, com avaliação do *Layout*, Dimensão, Sistema de Armazenamento, Políticas de Inventário, Alocação de Produtos, Estratégia e Rotas de Picking finais.

As principais preocupações da gestão de topo da Empresa X no início do projeto estavam relacionadas com três aspetos: Produtividade, Capacidade e Distâncias percorridas. Foi portanto sobre estes três indicadores que se debruçou a avaliação deste trabalho.

Para o indicador de Produtividade e de distâncias, é apenas considerado para a situação inicial o armazém que se mantém na situação final, para obter resultados justos na comparação.

De modo a detalhar o modo de avaliação de cada aspeto, apresentam-se nos subcapítulos seguintes as formas de cálculo e as bases que suportam cada um.

#### **6.1.1 Produtividade**

No âmbito da produtividade foi avaliado o tempo médio de ciclo de um lote para as principais atividades de armazém: Receções, Aviamentos de Fabrico, Aviamentos de Embalagem e Expedições. Só foi considerado o armazém que se manteve da situação inicial para a final (Armazém 1).

Para todas as medições, o ponto de partida foi o escritório do responsável do armazém, de onde são retiradas as ordens de trabalho, e caso seja necessário arrumar ou retirar uma paleta dos *racks*, considerou-se a sua localização no terceiro nível de armazenamento, por se encontrar a metade da altura do *rack*, o que, como a arrumação no início do projeto era aleatória, representa a média. Os valores apresentados representam a média de todas as medições realizadas para cada caso. Para todos os casos, a contagem de tempo é terminada assim que o colaborador sai do corredor de *racks*.

### **Recepções**

Para quantificar a produtividade das Recepções de forma imparcial, visto que as recepções têm muita variabilidade no número de paletes a receber, mediu-se o tempo de recepção de apenas uma paleta, e a sua colocação numa posição no terceiro nível do *rack*, partindo do escritório do responsável do armazém.

### **Aviamentos de Fabrico**

A produtividade dos Aviamentos de Fabrico foi dividida entre os produtos “A” e os restantes quando analisada a situação final, tal se sucede visto que as regras de arrumação são diferentes para ambos. Um produto “A” do Fabrico é um produto que pertence ao grupo de referências mais produzidas no Fabrico, resultante da análise ABC, cuja identificação irá ser detalhada no capítulo 5.2.

Para a situação inicial é apenas considerado um tipo de aviamento de Fabrico, visto que existe apenas uma regra de arrumação inerente a todos os materiais.

Independentemente de ser a situação final ou a inicial, referência “A” ou não, para a medição do tempo de aviamento considerou-se a unidade de um lote, com os dois tipos de matéria prima necessários, o princípio ativo e, devido à variabilidade do seu número, apenas um tipo de excipiente.

### **Aviamentos de Embalagem**

De modo semelhante à do Fabrico, a produtividade dos Aviamentos de Embalagem foi dividida entre os produtos “A” e os restantes quando analisada a situação final, isto porque as regras de arrumação são diferentes para ambos.

Um produto “A” da Embalagem é um produto que pertence ao grupo de referências de Produto Acabado mais embaladas, resultante da análise ABC, cuja identificação irá ser detalhada no capítulo 5.2.

Para a situação inicial é apenas considerado um tipo de Aviamento de Embalagem, visto que existe apenas uma regra de arrumação inerente a todos os materiais.

Independentemente de ser a situação final ou a inicial, referência “A” ou não, para a medição do tempo de aviamento considerou-se a unidade de um lote com os cinco tipos de matéria prima necessários, o *bulk* ou semiacabado, os folhetos informativos, as caixas, o alumínio e o pvc, de uma referência A e de uma referência geral, respetivamente.

## **Expedições**

Para quantificar a produtividade das Expedições de forma equitativa, visto que as expedições têm muita variabilidade no número de paletes a expedir, considerou-se a expedição de apenas uma paleta, tanto para a situação inicial como para final.

Para a situação inicial mediu-se o tempo de expedição de uma paleta, da saída de material da produção (Embalagem) até à expedição, passando por dois tempos de armazenagem, nomeadamente nos *racks* e na zona de expedição.

Para a situação final é dividido o número de movimentos entre a expedição normal, realizada na situação inicial, e a expedição direta. Expedição direta acontece quando uma paleta sai diretamente do fim da embalagem para a zona de expedição, não passando pela armazenagem intermédia nos *racks*.

### **6.1.2 Capacidade**

Para caracterizar a capacidade do armazém para os dois cenários, inicial e final, foram contados os números de posições de armazenamento totais, independentemente da sua dimensão, quer em altura, largura ou profundidade. Os cenários inicial e final foram comparados com o cenário projetado pela empresa X.

O resultado deste indicador será tanto melhor quanto mais posições existirem na capacidade final, algo atingível apenas através da rentabilização da utilização dos espaços, o que dada a circunstância, leva a que o objetivo seja desenhar uma solução que se aproxime o mais possível do valor inicial, 3814 posições.

### **6.1.3 Distâncias**

O indicador escolhido para medir a qualidade do *layout* e da alocação de materiais definidos foi o das distâncias, que nos diz a distância percorrida por um operador cada vez que um dado tipo de material é requisitado, a partir de três grandes grupos de materiais presentes no armazém: matéria prima de fabrico, material de embalagem e produto acabado. Não se mediu os movimentos associados a material rejeitado e de farmácia, pois quando comparados com os movimentos analisados, são residuais.

A distância percorrida média no armazém é caracterizada pela média ponderada da percentagem de movimentos de cada um dos três tipos de material considerados, tal como na análise realizada no capítulo 5.2, 71% dos movimentos são relativos a material de embalagem, 18% relativo a produto acabado, e 11% relativo a matérias primas de fabrico.

Foi apenas realizada a comparação entre a situação inicial e final no armazém 1, que se manteve depois da reestruturação dos ativos da Empresa X.

O resultado deste indicador será tanto melhor quanto menor for a distância percorrida média, no armazém. Dado o previamente enunciado, o objetivo deste indicador é reduzir a distância percorrida média por cada operador do armazém, quando um material é requisitado.



## 6.2 Apresentação e Análise dos Resultados Obtidos

### 6.2.1 Produtividade

O indicador da produtividade foi monitorizado através da medição inicial e final do tempo médio de uma operação realizada no armazém. Este indicador será melhor, quanto maior for a redução do tempo médio das operações do armazém.

De forma a facilitar a visualização dos fluxos produtivos das operações do armazém, foram elaboradas as figuras 28 e 29.

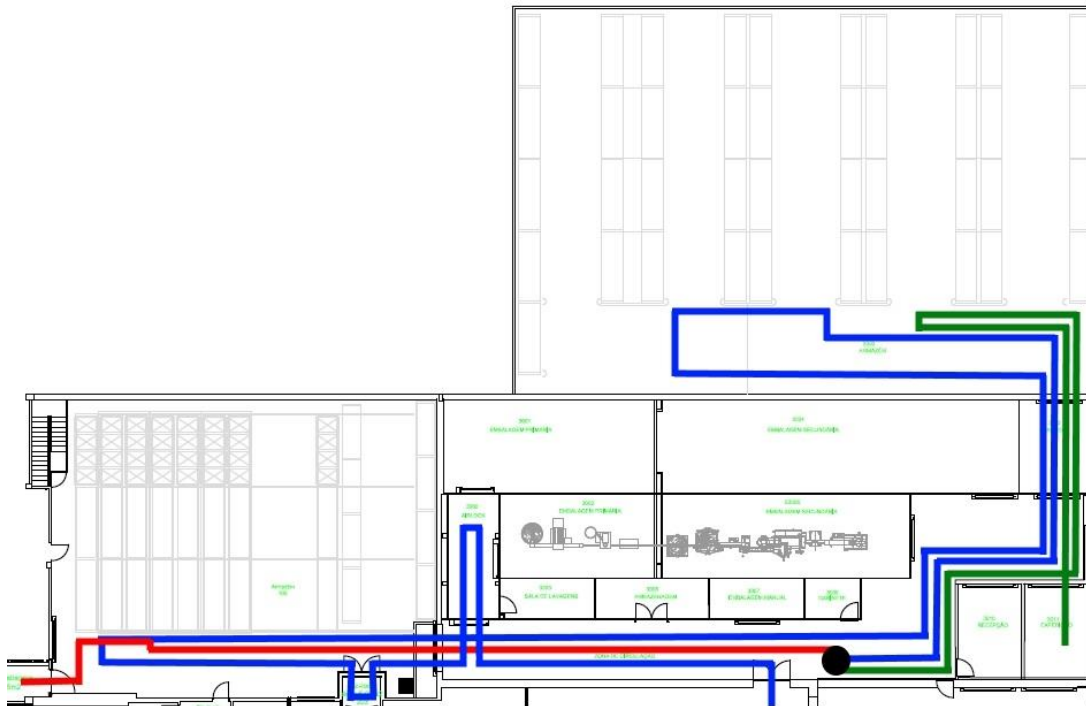


Figura 28 – Fluxos iniciais das operações do armazém 1 da Empresa X

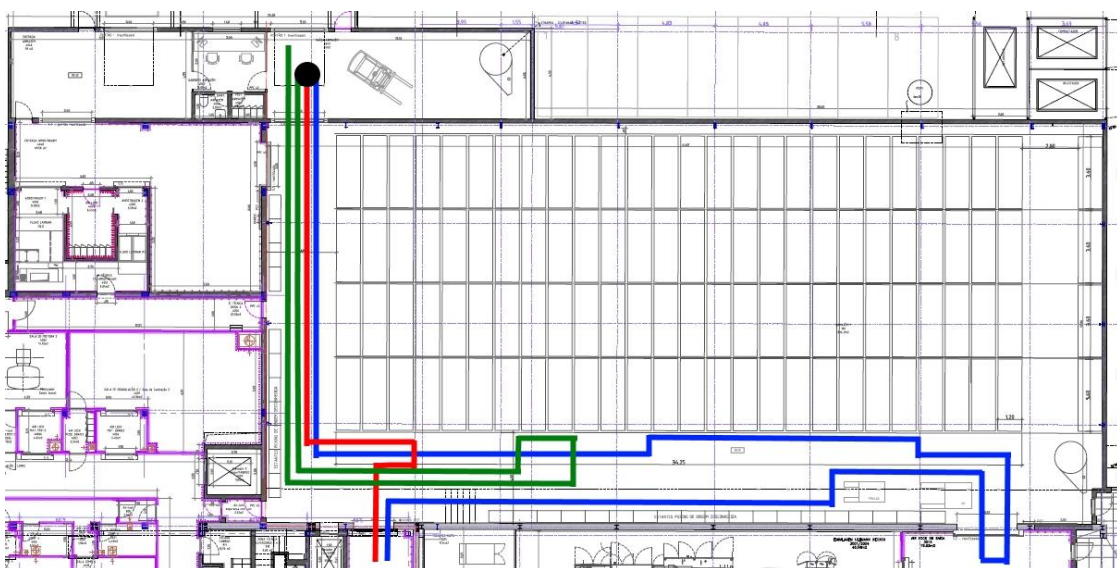


Figura 29 – Fluxos finais das operações do armazém 1 da Empresa X

Nas figuras 28 e 29 encontram-se representados os fluxos das operações no armazém 1 iniciais e finais, respectivamente. Nas figuras 28 e 29 não estão representados as recepções devido à variabilidade inerente ao seu percurso. De uma forma visual, nota-se que a situação final proporciona mais fluidez à operação do armazém 1, no entanto, são detalhados cada um dos fluxos representados, para ambas as imagens:

- Os fluxos vermelhos representam a operação de aviamentos de material de fabrico;
- Os fluxos azuis representam os aviamentos de material de embalagem;
- Os fluxos verdes representam as operações de expedição.

No seguimento das figuras 28 e 29, foi elaborada a tabela 4, para de uma forma visual comparar a situação inicial e a situação final.

Tabela 4 – Monitorização do Indicador de produtividade do armazém 1 da Empresa X

	Inicial	Final	%Movimentos	Mov. Médio Inicial	Mov. Médio Final	Diferença
Recepções de Fornecedor	04:42	04:57	29%	01:21	01:25	+00:04
Aviamentos de Fabrico	10:23	08:17	5%	00:31	00:25	-00:06
Aviamentos de Embalagem	20:31	13:06	48%	09:51	06:17	-03:34
Expedições	06:04	08:20	18%	01:07	01:32	+00:25
		<b>Sum:</b>	<b>100%</b>	<b>12:50</b>	<b>09:39</b>	<b>-03:11</b>

Através da análise da tabela 4, reparamos que houve uma melhoria significativa do tempo médio de operação do armazém 1 da Empresa X. A redução de 3 minutos e 11 segundos na operação média do armazém resultou numa redução de 25% face ao tempo médio de operação inicial. A solução implementada que mais reduziu o indicador do tempo médio de operação foi a alocação das referências “A” da embalagem a posições fixas de armazenamento, detalhada na secção 5.2. Detalhadamente, através da análise da tabela 8 e das figuras 34 e 35, são expostas as razões que levaram ao sucesso deste indicador:

- Houve um aumento do tempo das expedições e das recepções. Esse aumento teve origem relacionada com a perda de produtividade devido à utilização de racks móveis;
- É possível reparar na tabela 4 que a operação de aviamentos de material de embalagem teve um papel determinante no sucesso do indicador de produtividade. Tal aconteceu não só devido à alocação das referências “A” de material de embalagem a posições fixas, mas também devido à alocação geral de materiais, evidente na comparação entre as figuras 28 e 29. Na situação inicial, na figura 28, eram realizadas deslocações exageradas, a áreas distantes e congestionadas do armazém, o que provocava elevadas perdas de produtividade. Na situação atual, na figura 29, repara-se que a operação de aviamentos de embalagem é mais fluida, possibilitando uma melhor produtividade

O trabalho futuro a ser desenvolvido no âmbito da produtividade, está associado com o sistema de armazenamento utilizado. Os *racks* móveis, apesar de favorecerem a capacidade do armazém, prejudicam muito a sua produtividade devido aos tempos de espera associados às mudanças de corredor,

## 6.2.2 Capacidade

Tal como explicado na secção 6.1.2, o indicador de capacidade total de armazenagem da Empresa X foi monitorizada com base no número de posições existentes na situação inicial e na situação final, ao mesmo tempo que é comparada com o a capacidade do armazém do projeto inicial apresentado pela Empresa X. Lembra-se que o objetivo do indicador de capacidade é obter uma capacidade final igual à capacidade inicial.

De modo a facilitar a comparação entre o estado inicial e o estado final de implementação, foi desenvolvida a tabela 5.

Tabela 5 – Monitorização do Indicador de capacidade do armazém 1 da Empresa X

	Armazém 1	Armazém 2	Armazém 3	TOTAL	Diferença de Capacidade
Capacidade Inicial	2005	658	1182	<b>3845</b>	0%
Capacidade Projetada	2160			<b>2160</b>	-44%
Capacidade Final	3389			<b>3389</b>	-12%

Através de uma breve análise da tabela 5, podemos reparar que o objetivo de capacidade não foi cumprido. A solução implementada que mais influenciou a evolução do indicador de capacidade, foi relativa aos desenhos dos alçados das estantes, apresentados em detalhe na secção 5.3.

Através da análise da tabela 5, consegue-se identificar as principais razões que levaram a capacidade final a ser inferior ao objetivo:

- Apesar da expansão do armazém 1 reconstruído, o conjunto dos três armazéns iniciais têm uma capacidade de armazenamento superior ao armazém 1 final;
- Independentemente do cumprimento do objetivo, o desenho do *layout* implementado e os novos desenhos dos alçados das estantes do armazém 1 renovado, proporcionaram o aumento de 32 pontos percentuais a partir da capacidade projetada, face ao objetivo. Atingindo uma diferença de apenas 12% entre a capacidade final e a capacidade inicial.

O trabalho futuro a ser desenvolvido no âmbito da capacidade está relacionado com o estudo da possibilidade de alugar ou compra de um novo armazém, caso durante o ano de 2016, a capacidade proposta se prove insuficiente à operação da Empresa X. Paralelamente deve ser desenvolvido um trabalho no âmbito da redução de stock para as referências mais consumidas no armazém.

### 6.2.3 Distâncias

Associado às duas figuras que apresentam os fluxos do armazém 1 inicial e final, foi desenvolvida a tabela 6, para comparar a situação inicial com a situação final do indicador das distâncias.

Tabela 6 – Monitorização do Indicador de distâncias do armazém 1 da Empresa X

	% Movimentos	Distância Inicial (m)		Distância Final (m)		Resultados
		Real	Ponderada	Real	Ponderada	Diferença
Material de Embalagem	71%	159	112	115	81	-31
Expedições	18%	36	7	68	12	5
Matéria Prima de Fabrico	11%	35	4	31	3	-1,00
	100%		123		97	-27

Tal como apresentado na tabela 6, o resultado obtido foi a redução média de 27 metros das distâncias percorridas no armazém 1, o que corresponde a uma redução de 22% face à situação inicial. A principal solução implementada que provocou o sucesso deste indicador, foi a alocação de materiais, analisada em detalhe na secção 5.2.

Através da análise da tabela 6, é possível identificar as razões que levaram a este resultado bastante positivo:

- Da análise da tabela 6, apesar do aumento de 5 metros na distância percorrida nas expedições, as reduções obtidas nos movimentos associados a material de embalagem e a matéria prima de fabrico proporcionaram um excelente resultado na análise final do indicador. O aumento da distância percorrida quando;
- A maior redução de distância percorrida, foi nos movimentos associados a material de embalagem, a operação com mais importância e mais percentagem de movimentos no armazém da Empresa X. Na situação final, um operador do armazém não necessita de se deslocar a áreas distantes do armazém para requisitar material de embalagem, enquanto na situação inicial era necessário. Esta redução foi conseguida através da alocação de materiais implementada, descrita na secção 5.2;

- Para a matéria prima de fabrico, como inicialmente se encontrava numa boa localização, a redução de distância percorrida foi de pequena quantidade, refletindo-se em menos 1 metro na distância média percorrida pelos operadores do armazém.

Não foi identificada nenhuma proposta de trabalho futuro no âmbito do indicador das distâncias.

### **6.3 Conclusões de Capítulo**

No capítulo 6 foram expostos e analisados os indicadores de monitorização do trabalho desenvolvido na presente dissertação de mestrado.

Na secção 6.1, indicadores de projeto, foram detalhados os métodos utilizados na medição dos indicadores relativos a: produtividade, capacidade e distâncias.

Na secção seguinte, foram apresentados os resultados obtidos nos indicadores descritos na primeira secção, bem como a sua respectiva análise. Os principais resultados obtidos mostram:

- Uma diminuição de 25% do tempo médio de uma operação realizada no armazém 1 da Empresa X;
- Uma diminuição de 12% na capacidade total de armazenagem da Empresa X;
- Uma redução da distância média percorrida pelos operadores do armazém 1 da Empresa X em 22%.

O trabalho futuro proposto no âmbito da capacidade está relacionado com o estudo da possibilidade de alugar ou compra de um novo armazém, e no âmbito da produtividade, está associado com o sistema de armazenamento utilizado, de modo a escolher uma solução cuja perda de produtividade não fosse tão disruptiva.

## 7. Conclusões Gerais

O problema em análise nesta dissertação é referente à aplicação de metodologias Kaizen Lean na resolução de um problema de gestão de armazéns apresentado pela Empresa X ao Kaizen Institute. O âmbito deste problema assenta nas alterações implementadas na Empresa X no segundo semestre de 2015: a mudança de duas unidades de produção com armazém, mais um armazém, para apenas uma das unidades de produção com armazém já existentes, mas que sofreu uma expansão de capacidade de produção e de armazém.

Os principais intervenientes neste problema são a Empresa X, líder de mercado de medicamentos genéricos de farmácia com a sua marca própria, que simultaneamente produz e embala para outras marcas do sector. E o Kaizen Institute, empresa prestadora de serviços de consultoria *Lean*.

Na terceira secção da presente dissertação foi realizada uma Revisão Bibliográfica que possibilitou a caracterização do estado da arte acerca de assuntos relevantes como *Lean* e as suas ferramentas, Gestão de Armazéns e *Lean Warehousing*. Simultaneamente, a interpretação do estado da arte possibilitou caracterizar de melhor forma o problema em estudo, bem como seleccionar as metodologias base a aplicar na subsequente Dissertação de Mestrado.

A quarta secção descreve a fase preliminar, de planeamento, que se iniciou por uma caracterização do estado atual da Empresa X, onde foram analisados quatro assuntos: O layout do armazém, a alocação de materiais, os alçados das estantes e o mapeamento das operações de armazém e estratégia de *picking*. Como resultado de cada análise foram identificados os principais problemas da situação inicial do armazém da Empresa X.

Na quinta secção, de implementação, foram apresentadas as soluções implementadas para cada um dos assuntos abordados na secção anterior. Através do desenho do novo layout foi possível minimizar as distâncias entre as áreas de armazenamento do armazém 1 final, e a eliminação de constrangimentos de movimentação. A partir da alocação final de materiais, os materiais associados à mesma operação do armazém foram agrupados, de modo a que quando se realiza uma operação, os materiais necessários encontram-se todos na mesma zona, incluindo uma separação entre os materiais mais consumidos e os restantes, através de uma análise ABC. Com o redesenho dos alçados das estantes, baseados em dados logísticos, possibilitou-se uma maximização da ocupação volumétrica do armazém. A partir do redesenho de todos os processos do armazém, foi possível eliminar grande parte dos problemas levantados na situação inicial.

A fase de implementação terminou com a criação de reuniões normalizadas de equipa, no armazém da empresa X, de modo a criar uma cultura de melhoria contínua.

Na quinta secção, foram apresentados os resultados obtidos através das melhorias implementadas, para os indicadores descritos na primeira secção, bem como a sua respectiva análise. Os principais resultados obtidos mostram:

- Uma diminuição de 25% do tempo médio de uma operação realizada no armazém 1 da Empresa X;
- Uma diminuição de 12% na capacidade total de armazenagem da Empresa X;
- Uma redução da distância média percorrida pelos operadores do armazém 1 da Empresa X em 22%.

Os próximos passos a implementar estão divididos em três pontos principais:

- Manter a disciplina no cumprimento da cultura de melhoria contínua no armazém da Empresa X;
- Dar continuidade à implementação das metodologias Kaizen Lean nas restantes áreas da Empresa X;
- Estudar a possibilidade de alugar ou compra de um novo armazém, de modo a aumentar a capacidade de armazenagem da Empresa X;
- Alterar o sistema de armazenamento utilizado, de modo a escolher uma solução cuja perda de produtividade não seja tão disruptiva, tal como a proposta apresentada na secção 5.1.

## 8. Bibliografia

- Ackerman, K., 2007. Lean Warehousing: Ackerman Publications. □
- Ahmad, M.F. et al., 2012. Relationship of TQM and Business Performance with Mediators of SPC, Lean Production and TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(ICIBSoS), pp.186–191. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281205094X>.
- Alberto Bayo-Moriones, A.B.-P. and Cerio, J.M.-D. de, 2010. 5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance.
- Alcaraz, J.L.G. et al., 2014. A systematic review/survey for JIT implementation: Mexican maquiladoras as case study. *Computers in Industry*, 65(4), pp.761–773.
- Amelsvoort, P. Van & Benders, J., 1996. Team time: a model for developing self-directed work teams. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), pp.159–170.
- Amsden, R.T., Ferratt, T.W. & Amsden, D.M., 1996. TQM: Core paradigm changes. *Business Horizons*, 39(6), pp.6–14.
- Apifarma, 2013. A indústria farmacêutica em números.
- Bardhan, I.R. & Thouin, M.F., 2013. Health information technology and its impact on the quality and cost of healthcare delivery. *Decision Support Systems*, 55(2), pp.438–449. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2012.10.003>.
- Bateman, N., 2005. Sustainability: the elusive element of process improvement. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(3), pp.261–276. Available at: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570510581862>.
- Bateman, N. & David, A., 2002. Process improvement programmes: a model for assessing sustainability. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(5), pp.515–526. Available at: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210425156>.
- Beamon, B., 1999. Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), pp.275 – 292.
- Van den Berg, J.P. & Gademann, a. J.R.M., 2000. Simulation study of an automated storage/retrieval system. *International Journal of Production Research*, 38(6), pp.1339–1356.
- Bhaskar, V. & Lallement, P., 2008. Activity routing in a distributed supply chain: Performance evaluation with two inputs. *Journal of Network and Computer Applications*, 31(4), pp.402–428.
- Borgianni, Y. et al., 2015. Computers in Industry Business Process Reengineering driven by customer value : a support for undertaking decisions under uncertainty conditions. *Computers in Industry*, pp.1–16. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2015.01.001>.
- Bortolotti, T., Boscari, S. & Danese, P., 2015. Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, pp.182–201. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527314003508>.
- Bowen, D.E. & Youngdahl, W.E., 1998. “Lean” service: in defense of a production- line approach. *International Journal of Service Industry Management*, 9(3), pp.207–225. Available at: <http://dx.doi.org/10.1108/09564239810223510>.



- Brynzér, H. & Johansson, M.I., 1996. Storage location assignment: Using the product structure to reduce order picking times. *International Journal of Production Economics*, 46-47, pp.595–603.
- Buesa, R.J., 2009. Adapting lean to histology laboratories. *Annals of Diagnostic Pathology*, 13(5), pp.322–333. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anndiagpath.2009.06.005>.
- Chae, B. (Kevin), 2009. Developing key performance indicators for supply chain: an industry perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(6), pp.422–428.
- Chan, F.T.S. et al., 2005. Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95, pp.71–94.
- Chan, F.T.S. & Chan, H.K., 2011. Expert Systems with Applications Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems With Applications*, 38(3), pp.2686–2700. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>.
- Chen, J.C., Li, Y. & Shady, B.D., 2010. From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4), pp.1069–1086. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/00207540802484911>.
- Chen J.C., Cheng C.H., Huang P.T.B., Wang K.J., Huang C.J., Ting T.C., 2013. Warehouse management with Lean and RFID application: a case study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
- Chera, B.S. et al., 2012. Improving Quality of Patient Care by Improving Daily Practice in Radiation Oncology. *Seminars in Radiation Oncology*, 22(1), pp.77–85. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.semradonc.2011.09.002>.
- Chou, Y., Chen, Y. & Chen, H., 2012. Computers & Industrial Engineering Recency-based storage assignment and warehouse configuration for recurrent demands. *Computers & Industrial Engineering*, 62(4), pp.880–889. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2011.12.009>.
- Coimbra, E., 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*, McGraw-Hill, 2013
- Cusumano, M. A., 1985. The Japanese automobile industry: Technology and management at Nissan and Toyota (No. 122). *Harvard University Press*.
- Dharmapriya U.S.S., Kulatunga A.K., 2011. New strategy for warehouse optimization – Lean warehousing, *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*
- Dombrowski, U. & Mielke, T., 2014. Lean leadership -15 rules for a sustainable lean implementation. *Procedia CIRP*, 17, pp.565–570. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.146>.
- Doran, G. T., 1981. “There’s a S.M.A.R.T. Way to Write Management’s Goals and Objectives.” *Management Review* 70 (1): 35–36.
- Dotoli, M. et al., 2015. An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70, pp.56–69. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166361514002097>.
- ELA, AT Kearney, 2004. *Excellence in logistics 2004*. (Brussels: ELA)
- Fairbank, J.F. & Williams, S.D., 2001. Motivating Creativity and Enhancing Innovation through Employee Suggestion System Technology. *Creativity and Innovation Management*, 10(2), pp.68–74. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/1467-8691.00204>.

- Filho, M.G. & Uzsoy, R., 2013. The impact of simultaneous continuous improvement in setup time and repair time on manufacturing cycle times under uncertain conditions. *International Journal of Production Research*, 51(2), pp.447–464. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2011.652261>.
- Flores, B.E. & Whybark, D.C., 1986. Multiple Criteria ABC Analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 6(3), pp.38–46. Available at: <http://dx.doi.org/10.1108/eb054765>.
- Frazelle, E., & Frazelle, E., 2002. World-class warehousing and material handling. New York: McGraw-Hill.
- Garcia, F.C., 2004. Applying lean concepts in a warehouse operation. *lie Annual Conference and Exhibition 2004*, pp.2819–2859.
- Gergova, I., 2010. *Warehouse improvement with Lean 5S - A case study of Ulstein Verft AS*.
- Gopakumar B., Sundaram S., Wang S.Y., Koli S., Srihari K., 2008. A simulation based approach for dock allocation in a food distribution center. *Winter Simulation Conference, WSC 2008*, 7–10
- Graves, R.J., Konopka, J.M. & Milne, R.J., 1995. Literature review of material flow control mechanisms. *Production Planning & Control*, 6(5), pp.395–403. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/09537289508930296>.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F., 2007. Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21.
- Gu, J., Goetschalckx, M. & McGinnis, L.F., 2010. Research on warehouse design and performance evaluation : A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), pp.539–549. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>.
- Gunasekaran, A., Patel, C. & Tirtiroglu, E., 2001. Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(1/2), pp.71 – 87.
- Guenir, H. A., & Erel, E., 1998. Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm. *European Journal of Operational Research*, 105(1), 29–37.
- Hausman, W., Schwarz, L. & Graves, S., 1976. Optimal Storage Assignment in Automatic Warehouse Systems. *Management Science*, 22(6).
- Hicks, B.J., 2007. Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27, pp.233–249.
- Hofer, C., Eroglu, C. & Rossiter, A., 2012. Int . J . Production Economics The effect of lean production on financial performance : The mediating role of inventory leanness. *Intern. Journal of Production Economics*, 138(2), pp.242–253. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.025>.
- Hsieh, S., & Tsai, K.C., 2001. A BOM oriented class-based storage assignment in an automated storage/retrieval system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 17(9), 683–691.
- Ilyas, R. M., Banwet, D. K., & Shankar, R., 2007. Value Chain Relationship-A Strategy Matrix. In *Supply Chain Forum: an International Journal*(Vol. 8, No. 1, pp. 56-72). KEDGE Business School.

- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. (J. Bass e J. Madru, Eds.) (Second., p. 426). New York City: McGraw-Hill.
- Inoue, K. & Komatsu, T., 2007. Toyota Surpasses GM in Global Sales in First Quarter (Update8) - Bloomberg. Available at: <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aUZ5cZux4ooE&refer=Asia#share>
- Jimmerson, C., Weber, D., & Sobek, D. K., 2005. Reducing waste and errors: piloting Lean principles at Intermountain Healthcare. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 31(5), 249-257.
- Jones, D. T., Hines, P., & Rich, N., 1997. Lean logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(3/4), 153. □
- Kaizen Institute, 2015a. 5S - Work Station Organization.
- Kaizen Institute, 2015b. Daily Kaizen Level 1.
- Kaizen Institute, 2015c. Innovation and Development Management Introduction.
- Kaizen Institute, 2015d. Kaizen Change Management Introduction.
- Kaizen Institute, 2015e. Kaizen Foundations.
- Kaizen Institute, 2015f. Kaizen management system introduction. , pp.8–8.
- Kaizen Institute, 2015g. Total Flow Management Introduction.
- Kaizen Institute, 2015h. Total Productive Maintenance Introduction.
- Kaizen Institute, 2015i. Total Quality Control Introduction. Available at: [http://books.google.co.uk/books/about/Total\\_quality\\_control.html?id=YdBTAAMAAJ&pgis=1](http://books.google.co.uk/books/about/Total_quality_control.html?id=YdBTAAMAAJ&pgis=1).
- Kaizen Institute, 2015j. Total Service Maintenance Introduction.
- Karaman, A. & Altioik, T., 2009. Approximate analysis and optimization of batch ordering policies in capacitated supply chains. *European Journal of Operational Research*, 193(1), pp.222–237.
- Koster, R. De, Le-duc, T. & Roodbergen, K.J., 2007. Design and control of warehouse order picking : a literature review Design and control of warehouse order picking : a literature review. , 182, pp.481–501.
- Lage Junior, M. & Godinho Filho, M., 2008. Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. *Gestão & Produção*, 15(1), pp.173–188.
- Lapide, L., 2000. What about measuring supply chain performance. *Achieving Supply Chain Excellence Through Technology*, 2, pp.287–297. Available at: <http://ftp.gunadarma.ac.id/idkf/idkf-wireless/aplikasi/e-commerce/lapide.pdf>.
- Lambert, D.M., Stock, J.R. and Ellram, L.M., 1998. *Fundamentals of logistics management*. Singapore: McGraw-Hill.
- Lawler, E.L., Lenstra, J.K., Rinnooy Kan, A.H.G., and Shmoys, D.B., 1995. *The traveling salesman problem*. (Chichester: Wiley).

- Le-Duc, T. & De Koster, R. (M.)B. M., 2005. Travel distance estimation and storage zone optimization in a 2-block class-based storage strategy warehouse. *International Journal of Production Research*, 43(17), pp.3561–3581.
- Li, F., Xianyi, G. & Xin, M., 2012. on reasons of uncontrollable construction cost based on the ABC analysis method and the complete decomposition model. *Systems Engineering Procedia*, 4, pp.359–365. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sepro.2011.11.087>.
- Mansuri, M., 1997. Cycle-time computation and dedicated storage assignment for AS. RS systems. *Computers and Industrial Engineering*, 33(1–2), 307–310.
- Matsui, Y., 2007. An empirical analysis of just-in-time production in Japanese manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 108(1-2), pp.153–164.
- Melton, T., 2005. What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. , (June), pp.662–673.
- Millstein, M. a., Yang, L. & Li, H., 2014. Optimizing ABC inventory grouping decisions. *International Journal of Production Economics*, 148, pp.71–80. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.11.007>.
- Mulcahy, D. E., 1994. Warehouse and Distribution Operation Handbook.
- Neely, A. et al., 1996. A literature review and research agenda.
- Ohno, T., 1988. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, *Productivity Press*.
- Ortiz, C., 2010. Kaizen vs. Lean: Distinct but related. *Metal Finishing*, 108(1), pp.50–51. Available at: [http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0576\(10\)80011-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0576(10)80011-X).
- Pareto, V., 1971. (English Translation) Manual of Political Economy. AM Kelley, New York.
- Partovi, F. Y., & Anandarajan, M., 2002. Classifying inventory using an artificial neural network approach. *Computers and Industrial Engineering*, 41(4), 389– 404.
- Rahman, N.A.A., Sharif, S.M. & Esa, M.M., 2013. Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), pp.174–180. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567113002323>.
- Richards, G., 2011. Warehouse Management, Kogan Page
- Roodbergen, K.J. & Koster, R., 2001. Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. *International Journal of Production Research*, 39(9), pp.1865–1883.
- Rosenwein, M.B., 1994. AN APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS TO THE PROBLEM OF LOCATING ITEMS WITHIN A WAREHOUSE. *IIE Transactions*, 26(1), pp.101–103. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07408179408966588>.
- Rother, M., & Shook, J., 2003. Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. *Lean Enterprise Institute*.
- Shah, R. & Ward, P.T., 2003. Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), pp.129–149.
- Shin, H., Benton, W.C. & Jun, M., 2009. Quantifying suppliers' product quality and delivery performance: A sourcing policy decision model. *Computers and Operations Research*, 36, pp.2462–2471.

- Singh, A. et al., 2013. Use of Information System and lean manufacturing to reduce the waste in the process industry. *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*, 2, pp.778–786. Available at: <http://www.estdl.org/wp-content/uploads/2013/05/Volume-2Number-2PP-778-786x.pdf>.
- Singh, B., Garg, S.K. & Sharma, S.K., 2011. Value stream mapping: Literature review and implications for Indian industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 53(5-8), pp.799–809.
- Singh, R. et al., 2013. Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51(NUICONE 2012), pp.592–599. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>.
- Spear, S. & Bowen, H.K., 1999. Decoding the DNA of Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77, pp.96–106.
- Suárez-Barraza, M.F., Smith, T. & Dahlggaard-Park, S.M., 2012. Lean Service: A literature analysis and classification. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3-4), pp.359–380. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2011.637777>.
- Teichgräber, U.K. & De Bucourt, M., 2012. Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. *European Journal of Radiology*, 81(1), pp.e47–e52. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.12.045>.
- Vickson, R. G., & Lu, X., 1998. Optimal product and server locations in onedimensional storage racks. *European Journal of Operational Research*, 105(1), 18–28.
- Tostar, M. & Karlsson, P., 2008. *Lean Warehousing*.
- Waring, J. J., e Bishop, S., 2010. Lean Healthcare: rhetoric, ritual and resistance. *Social science and medicine* (1982), 71(7), 1332–40.
- Warnecke, H.J. & Hüser, M., 1995. Lean production. *International Journal of Production Economics*, 41, pp.37–43.
- Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos, D., 1992. The machine that changed the world. *Business Horizons*, 35(3), pp.81–82.
- Yu, M.C., 2011. Multi-criteria ABC analysis using artificial-intelligence-based classification techniques. *Expert Systems with Applications*, 38(4), pp.3416–3421. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.127>.

## 9 Anexos

### Anexo 1 – Medição de Desempenho nas Práticas Lean

Para Frazelle (2002), a medição é crucial para se tomarem decisões informadas e é necessária para a existência de melhorias: “O que é medido, é melhorado”. Outra grande vantagem da medição, que surge como consequência das anteriores, é a redução do desfasamento do plano com a execução.

A medição de desempenho através de indicadores não é uma ferramenta Lean, sendo essa a razão de não estar incluída na revisão bibliográfica, mais especificamente no subcapítulo 3.2. No entanto, a medição de desempenho está muito ligada ao pensamento Lean e ao pensamento Kaizen, especialmente em termos de motivação e utilização de dados para suportar decisões, pelo que se considerou relevante o seu estudo no âmbito da realização da dissertação subsequente à presente dissertação.

#### A. Medição de Desempenho

Medir o desempenho de uma equipa é o processo de quantificar uma dada ação através de uma métrica, um indicador (Neely et al. 1996). Da literatura existente, repara-se que a utilização de indicadores para medir a performance é um assunto relativamente recente, mas que dados os seus resultados, tem vindo a ganhar bastante importância.

Chae (2009) reforçou a importância da medição como a maneira de comparar o plano e a execução, que já tinha sido referido por Frazelle (2002), e acrescentou que é uma forma de retratar o estado inicial de uma organização e prever potenciais problemas. O mesmo autor, Chae (2009), constatou que é impossível controlar bem um processo sem medições, e que definir quais os indicadores corretos é desafiante pois não há uma norma de quais indicadores se aplicam a cada situação, e a melhor prática é organizá-los por hierarquias, tal como Ilyas et al. (2006) propõem (Chae 2009).

Para Ilyas et al. (2006) uma forma de garantir que os indicadores espelham a performance de uma equipa é adequá-los a uma hierarquia dividida em três níveis: Estratégico, tático e operacional, sendo o primeiro a base para os dois seguintes, e o segundo uma base para o terceiro. Em termos de horizonte temporal, os três níveis representam apoios a decisões de longo prazo, médio prazo e muito curto prazo, respectivamente (Ilyas et al. 2006). A divisão hierárquica dos indicadores, não só adjudica responsabilidades adequadamente como também apoia na decisão (Gunasekaran et al. 2001).

Independentemente da hierarquia, o grande objetivo da medição é a motivação, algo que segundo a teoria das expectativas de Victor Vroom, é atingido através de três critérios (Fairbank & Williams 2001): um colaborador realiza uma tarefa mais motivado caso acredite que é capaz de a fazer, caso pense que um bom desempenho é necessário para um bom resultado e se entenda que esse resultado originará uma compensação adequada.

## B. Indicadores para Avaliação de Práticas Lean

Relativamente ao tipo de indicadores usado, um dos grandes erros quando se fala de medir a performance passa pela utilização apenas de indicadores financeiros, o que resulta numa medição focada no histórico, sem indicadores mais operacionais e que não estão relacionados diretamente com a eficiência de uma equipa (Lapide 2000).

Já no âmbito de indicadores operacionais, Beamon (1999) apresentou uma estrutura de avaliação de performance que se divide em três: recursos, resultados e flexibilidade. No caso específico dos armazéns, para o autor, os mais gerais são “Custos de inventário”, “Ordens em atraso” e “Rupturas de Stock” (Beamon 1999). Relativamente ao mesmo assunto, Bhaskar e Lallement (2008) adicionaram simulação à avaliação de performance através de indicadores, de modo a conseguir medir o tempo no contexto de *picking* de ordens/pedidos (Bhaskar & Lallement 2008). Para indicadores de controlo de inventário na cadeia de abastecimento, Chae (2009) propôs: “dias de inventário de produto fornecido”, “taxa de produto obsoleto” e “dias de inventário de Produto Acabado”. Com o objetivo de perceber como é que deve ser a movimentação de inventário ao longo da cadeia de abastecimento para minimizar os custos totais, Karaman e Altioik (2009) criaram um modelo de simulação que analisa indicadores como tempos médios de inventário, rupturas de stock e nível de serviço (Karaman & Altioik 2009).

Todos os objetivos devem ser S.M.A.R.T, respeitando cinco critérios (Doran 1981):

- Específicos (*Specific*);
- Mensuráveis (*Measurable*);
- Atingíveis (*Attainable*);
- Relevantes (*Relevant*);
- Temporais (*Time-bound*)

Segundo a literatura do KI, para ser considerado um bom indicador, deve ser simples de obter, atuável pela equipa e dinâmico entre cada medição (Kaizen Institute 2015b).

Os indicadores de gestão de armazéns mais comuns estão relacionados com o número de produtos/linhas de produto que se efetuou *picking*, por dia, e os custos relacionados com o armazém (Kaizen Institute 2015b).

### Anexo 2 – Estratégia de *Picking* segundo Richards (2011)

Segundo Richards (2011), a criação de uma estratégia de *picking* pode ser realizada através da tomada de decisão acerca de seis critérios:

- Operador (*Picker*) (Richards 2011):
  - *Picker-to-goods* – Operador desloca-se ao local de *picking*;
  - *Picking Automático* – Material desloca-se até ao operador;
  - Robótica – Robô realiza *picking*.
- Ordens (Richards 2011):

- *Pick by order* – *Picking* de produtos ordem a ordem;
- *Cluster Picking* – Agregação de ordens para realizar *picking*;
- *Batch Picking* – Semelhante ao *cluster picking* mas com necessidade de organização posterior das ordens;
- *Picking* por zona;
- *Wave Picking* – *Picking* realizado a horas específicas durante o dia;
- *Compact Picking* – Método de *picking* automático;
- *Order Distribution Center* – Método de *picking* automático.
- Equipamento de manuseamento (Richards 2011):
  - Porta paletes;
  - Porta paletes elétrico;
  - Trolley – Pequena estante sobre rodas;
  - Empilhador;
  - *Order pickers* – Empilhador com plataforma de elevação;
  - Passadeiras rolantes;
  - *Automated Storage and Retrieval System* – *Racks* com *picking* automático controlados informaticamente;
  - *Ergonomic work stations* – Método de *picking* automático.
- Método de Armazenamento (Richards 2011):
  - Armazenamento em chão
  - *Racks* convencionais
  - *Racks* com corredores estreitos
  - *Flow rack* – *Racks* com níveis inclinados e rolamentos;
  - Prateleiras
  - *Racks* móveis
  - Carrosséis
- Operações de *Picking* (Richards 2011):
  - *Picking* por papel
  - *Picking* por etiqueta
  - *Scanning*
  - *Picking* por voz
  - *Picking* por RFID automático
  - *Picking* por RFID, em *scanner*
  - *Pick to Light* – Luz indica próximo local de *picking*
  - *Put to Light* – *Pick to Light* para grandes quantidades
- Hardware e Software (Richards 2011):
  - *Warehouse Management System* (WMS) – Software de gestão de armazéns
  - *Slotting software* – Software de alocação
  - Scanner de código de barras manual
  - Scanner de código de barras “sem mãos”



- Scanner RFID
- Auscultadores de voz

### **Anexo 3 – Análise ABC**

A classificação ABC convencional, hoje em dia muito utilizada, foi inicialmente desenvolvida pela empresa americana General Electric na década de 50 do século vinte (Yu 2011). Esta análise classifica os produtos de uma organização em três tipos: A, B ou C, e tem por base o princípio de Pareto (1971), que diz que é comum uma pequena parte do inventário de produtos representar a maioria das vendas e receitas de uma organização, o que levou à regra 80-20. Segundo uma avaliação, os 20% de produtos melhor classificados são categorizados como A, os seguintes 30% como B e os restantes 50% como C (Flores & Whybark 1986).

Li et Al. (2012) enunciaram cinco passos para aplicar a análise ABC a um caso específico de variabilidade de custos de construção, mas que podem ser aplicados a qualquer caso, alterando o critério de avaliação (Li et al. 2012):

1. Calcular variabilidade (critério de avaliação) para cada custo de obra;
2. Organizá-las por ordem descendente;
3. Calcular a proporção de cada variabilidade (critério de avaliação), face à variabilidade total, em percentagem;
4. Calcular a percentagem cumulativa para cada proporção;
5. Classificar todos os produtos até a percentagem cumulativa de 80% como A, classificar os que estiverem entre a percentagem cumulativa de 80% e 95% como B, e os restantes como C.

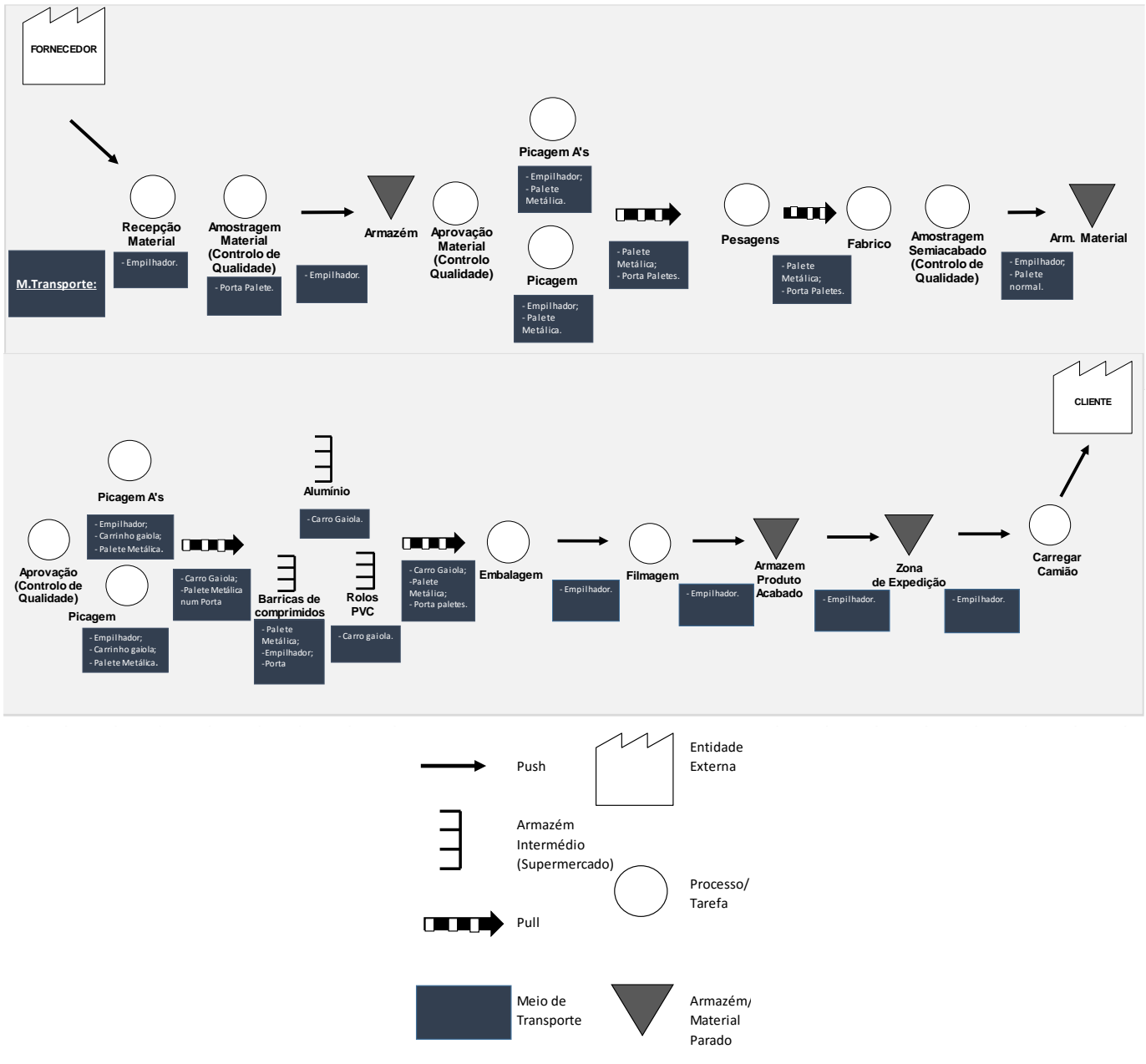
Pode-se constatar que os autores Flores e Whybark (1986) propõem um método que classifica os produtos baseando-se no número de produtos, enquanto os autores Li et al. (2012) propõem um que classifica os produtos baseando-se no critério de avaliação.

Para o caso específico da criação de classes de inventário através da análise ABC, que se enquadra perfeitamente no âmbito da dissertação subsequente à presente dissertação, foi encontrada pouca literatura, nomeadamente os autores Hausman et al. (1976) e Le-Duc e De Koster (2005), referidos no final do subcapítulo anterior, Alocação de Posições de Armazenamento e Picking 3.5.3.

A utilização da análise ABC no contexto de armazenamento consiste na criação de classes segundo um dado critério, dando localizações mais privilegiadas à classe A, seguidamente à B e no final à C (Le-Duc & De Koster 2005; Hausman et al. 1976). É relevante destacar que para Le-Duc e De Koster (2005), a política de armazenamento por criação de classes com a análise ABC é muito utilizada na prática pela sua facilidade de implementação, manutenção e facilidade em realizar alterações (Le-Duc & De Koster 2005).

Tostar e Karlsson (2008) efetuam a ligação entre a análise ABC, a alocação de posições de armazenamento e a filosofia Lean, dizendo que o principal objetivo da utilização da análise ABC para a criação de classes para arrumação de inventário, é a redução do desperdício de movimentação de pessoas e materiais, dois dos sete desperdícios identificados no subcapítulo 2.2.1 (Tostar & Karlsson 2008).

### Anexo 4 – VSM da situação inicial



## Anexo 5 – Número e tipo de posições por cada rack

RACK	POSIÇÕES PALETE	POSIÇÕES PRATELEIRA 400mm	POSIÇÕES PRATELEIRA 200mm	
A - REJEITADO	99			
B - REJEITADO	99			
C - FARMACOTECA	99			
D - MAT. EMBALAGEM RESTANTE	100	72		
E - MAT. EMBALAGEM RESTANTE	100	72		
F - MAT. EMBALAGEM RESTANTE	100	72		
G - MAT. EMBALAGEM RESTANTE	100	36	72	
H - MAT. EMBALAGEM RESTANTE	100	36	72	
I - MAT. EMBALAGEM RESTANTE	83	36		
O - MAT. EMBALAGEM RESTANTE	83	36		
N - MAT. EMBALAGEM REF. A	71	42	24	
M - MAT. EMBALAGEM REF. A	74	24	22	
L - MAT. EMBALAGEM REF. A	79	13	10	
K - MAT. EMBALAGEM REF. A	75	23	22	
J - MAT. EMBALAGEM REF. A	75	28	16	
P - LOC.GERAIS + REPACK + PA	99			
Q - PRODUTO ACABADO	99			
R - PRODUTO ACABADO	99			
S - PRODUTO ACABADO	99			
T - MAT. PRIMAS FABRICO RESTANTES	83			
U - MAT. PRIMAS FABRICO RESTANTES	99			
V - MAT. PRIMAS FABRICO RESTANTES	99			
W - MAT. PRIMAS FABRICO RESTANTES	99			
X - MAT. PRIMAS FABRICO REF. A	83			
Y - MAT. PRIMAS FABRICO REF. A	99			
Z - MAT. PRIMAS FABRICO REF. A	99			
AA - MAT. PRIMAS FABRICO REF. A	99			
AB - PSICOTROPICOS		8		
AB - PEQUENAS MAT. PRIMAS FABRICO		160		
<b>TOTAL</b>	<b>2493</b>	<b>658</b>	<b>238</b>	<b>3389</b>