

**Aumento da produtividade de um grossista farmacêutico  
com a implementação da metodologia *Kaizen Lean***

*Kaizen Institute Consulting Group*

**Inês Rafaela Sam Pedro Fernandes**

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> Susana Isabel Carvalho Relvas

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

Arguente: Prof. Amílcar José Martins Arantes

**Novembro 2016**

*Progress is impossible without the ability to admit mistakes.*

Masaaki Imai

## RESUMO

---

Os armazéns são vistos como uma engrenagem vital na cadeia de abastecimento, uma vez que é através dos mesmos que se torna possível equilibrar desvios entre a oferta e a procura e, por conseguinte, satisfazer melhor o mercado. No entanto, o nível de exigência em termos de gestão eficiente é crescente, obrigando a que se alcancem valores de produtividade cada vez mais elevados, com redução de inventário e custos, assim como uma melhoria simultânea no serviço prestado ao cliente (Won & Olafsson, 2005).

Neste sentido, a presente Dissertação de Mestrado introduziu a Empresa X, uma das líderes de mercado no sector da distribuição farmacêutica em Portugal. De forma a manter a sua posição de liderança e a alcançar vantagem competitiva em relação aos seus competidores, a Empresa X procura aumentar a eficiência das suas operações através da melhoria dos processos intrínsecos ao armazém de Lisboa. Por conseguinte, em conjunto com o *Kaizen Institute Consulting Group* foi desenhada solução através da aplicação de técnicas *Kaizen Lean* integrada num projeto com duração de seis meses.

A presente Dissertação permitiu à Empresa X melhorar a logística interna do armazém selecionado com a redução do tempo de conferência por palete em 17,30%; uma diminuição do número de reabastecimentos às linhas de aviamento manual e automatizada em 23,53% e 33,33%, respetivamente; uma redução em 22,20% do inventário presente na linha manual; e um decréscimo nas ocorrências de stock-outs nos canais do automático. Tendo em conta a intenção da mudança de instalações do armazém de Lisboa no curto-prazo, foram desenhadas e analisadas alternativas à proposta de *layout* construída pela própria organização. Assim, foi possível obter uma taxa de melhoria global de 13,95%, quando consideradas todas as variações face ao *layout* base.

**Palavras-Chave:** Distribuição farmacêutica, armazém, logística interna, *Lean*, *Kaizen*, *Kanban*, *layout*, KPIs.

## ABSTRACT

---

Warehouses are seen as the main gear in any supply chain. They are liable for the balance of the discrepancies associated with supply and demand, therefore satisfying the market needs. However, the levels of demand in terms of an efficient management are emerging, pushing productivity up, with the reduction of inventory and overhead as well as the improvement of customer service and satisfaction (Won & Olafsson, 2005).

To such degree, this Master's Dissertation holds the Company X. With the aim to sustain and improve its market position and obtain a competitive edge over competitors, this company pretends to increase the efficiency of its operations through the improvement of the processes in Lisbon's warehouse. With the partnership of Kaizen Institute Consulting Group, a solution was drawn through the application of Kaizen Lean's techniques during a six months project.

This Dissertation allowed the Company X to improve the inbound logistics of the warehouse with a reduction in the products checking time by 17,30%; a decrease in the number of replenishments regarding the manual and automated picking lines of 23,53% and 33,33%, respectively; a reduction of 22,20% in the inventory within the manual picking line; and a decrease of automated line channels stock-outs close to 82%. Furthermore, given that the company intends to change in short-term the current warehouse facility were proposed several alternatives to the initial layout designed by the own organization. Thus it was possible to obtain a layout for the new Lisbon's warehouse which allows a global result improvement of 13,95%, relatively to the initial proposal.

**Keywords:** Pharmaceutical Retail, warehouse, inbound logistics, Lean, Kaizen, Kanban, layout, KPIs

## AGRADECIMENTOS

---

Em primeiro lugar, à Professora Ana Isabel Carvalho por ter aceite ser minha Orientadora. Por todo o acompanhamento e apoio demonstrados ao longo do presente trabalho.

Ao *Kaizen Institute Consulting Group* pela oportunidade que me deu para desenvolver um projeto no contexto real, junto de um dos seus clientes. Nomeadamente, ao Eng.º Diogo Garcez por ter assumido a minha tutoria na empresa e por ter estado sempre disponível para qualquer dúvida relacionada com a Dissertação agora apresentada.

Agradeço de igual forma à minha mãe, ao meu pai, ao meu irmão e ao meu doce avô pela paciência demonstrada e por me fazerem acreditar - ao longo de todos estes anos de grande esforço pessoal - que iria conseguir atingir os meus objetivos académicos.

Ao meu namorado, que demonstrou uma vez mais ser dotado de grande humildade, tendo estado comigo em todos os momentos, sem nunca deixar que desistisse do meu caminho.

Aos meus amigos mais próximos, pelo apoio incondicional e compreensão demonstrada durante os vários períodos de ausência.

Por último, agradeço a Deus por tudo aquilo que me concedeu até hoje.

Em suma, fica o meu obrigada a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão de mais uma etapa da minha vida. Espero que continuem comigo.

## ÍNDICE

---

RESUMO.....	iii
ABSTRACT .....	iv
AGRADECIMENTOS .....	v
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xi
GLOSSÁRIO DE ACRÓNIMOS .....	xii
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....	xii
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	1
1.2 OBJECTIVOS DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO .....	1
1.3 METODOLOGIA .....	2
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO .....	3
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS .....	4
2.1 HISTÓRIA E APRESENTAÇÃO.....	4
2.2 METODOLOGIA KAIZEN LEAN .....	4
2.3 SISTEMA DE GESTÃO KAIZEN.....	6
2.3.1 Fundamentos Kaizen .....	6
2.3.2 Gestão da Mudança Kaizen.....	8
2.3.3 Os Cinco Pilares Kaizen .....	8
2.3.4 Visão Estratégica.....	10
2.4 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO .....	10
CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	11
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA X .....	11
3.1.1 Introdução.....	11
3.1.2 Mercado Farmacêutico Português - Contextualização .....	11
3.1.3 Operação atual do armazém da Empresa X .....	13
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	15
3.3 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO .....	18
CAPÍTULO 4 - ESTADO DA ARTE .....	19
4.1 METODOLOGIA LEAN.....	19
4.1.1 Produção Lean (Lean Manufacturing).....	19
4.1.2 Pensamento Lean .....	20
4.1.3 Limitações do Lean .....	20
4.2 LEAN PARA A SAÚDE (LEAN HEALTHCARE) .....	21
4.3 GESTÃO DE ARMAZÉNS .....	22
4.3.1 Gestão Interna .....	22
4.3.2 Lean em Armazéns (Lean Warehousing) .....	26
4.4 FERRAMENTAS LEAN .....	28
4.4.1 Envolvimento das equipas na cultura de melhoria contínua.....	28
4.4.2 Mapeamento da cadeia de valor (VSM).....	29
4.4.3 Gestão Visual.....	29
4.4.4 5S.....	30

4.4.5	Normalização .....	30
4.4.6	Sistema Kanban .....	31
4.4.7	Comboio Logístico.....	32
4.5	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO .....	32
CAPÍTULO 5 - CARATERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL .....		34
5.1	RECOLHA DE DADOS .....	34
5.2	ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS .....	44
5.2.1	Receção e Conferência de Mercadoria.....	45
5.2.2	Arrumação e Reabastecimento de Mercadoria.....	46
5.2.3	Picking Manual.....	47
5.2.4	Picking Automatizado .....	48
5.2.5	Expedição.....	49
5.3	PROPOSTA DE ATIVIDADES DE MELHORIA .....	50
5.4	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO .....	53
CAPÍTULO 6 - IMPLEMENTAÇÃO DAS ETAPAS DE MELHORIA DEFINIDAS.....		54
6.1	ETAPA 0 - ESTABILIDADE BÁSICA.....	54
6.1.1	Envolvimento das equipas na melhoria contínua .....	54
6.1.2	Melhoria das condições ergonómicas .....	57
6.1.3	Organização e identificação de espaços .....	57
6.1.4	Nivelamento semanal da mercadoria recebida.....	58
6.2	ETAPA 1 - REABASTECIMENTO EM PULL .....	59
6.2.1	Cálculo do nível de reaprovisionamento .....	59
6.2.2	Sistema Kanban - Racks estáticas da linha manual .....	60
6.2.3	Sistema Kanban - Racks dinâmicas .....	61
6.2.4	Sistema Kanban - Canais da linha automatizada.....	61
6.3	ETAPA 2 - CRIAÇÃO DE CENÁRIOS PARA O LAYOUT DO NOVO ARMAZÉM.....	62
6.3.1	Layout base proposto pela Empresa X.....	64
6.3.2	Alternativas à proposta apresentada.....	65
6.3.3	Definição de Indicadores.....	67
6.4	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO .....	68
CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....		69
7.1	AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DA ETAPA 0 - ESTABILIDADE BÁSICA .....	69
7.2	AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DA ETAPA 1 - REABASTECIMENTO EM PULL.....	72
7.3	AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DA ETAPA 2 - CRIAÇÃO DE CENÁRIOS PARA O LAYOUT DO NOVO ARMAZÉM.....	74
7.4	PROPOSTAS DE MELHORIA FUTURA .....	77
7.5	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO .....	78
CAPÍTULO 8 - CONCLUSÃO.....		79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		81
ANEXOS.....		87





## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Desenho da Metodologia aplicada na Dissertação de Mestrado .....	2
Figura 2 - Sistema de Gestão Kaizen (Adaptado de Kaizen Institute, 2015e) .....	6
Figura 3 - Evolução do mercado farmacêutico entre 2008 e 2013 (adaptado de EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015) .....	12
Figura 4 - Evolução do preço dos medicamentos entre 2008 e 2014 em Portugal (Adaptado de Empresa X, 2014) .....	12
Figura 5 - Zona de arrumação a granel .....	14
Figura 6 - <i>Racks</i> estáticas e dinâmicas da linha manual .....	14
Figura 7 - Equipamento que efetua a operação de <i>picking</i> de forma automática .....	15
Figura 8 - Integração das ferramentas analisadas como definição da metodologia a aplicar .....	33
Figura 9 - VSM do armazém de Lisboa da Empresa X - Situação Inicial .....	36
Figura 10 - Etapas do processo de receção de mercadoria .....	37
Figura 11 - Etapas do processo de conferência de mercadoria .....	38
Figura 12 - Linha de aviamento manual .....	39
Figura 13 - Fluxograma que integra o processo de arrumação e reabastecimento de mercadoria para a linha manual na Situação Inicial .....	41
Figura 14 - Distribuição das diferentes tipologias de produtos no autómato .....	42
Figura 15 - Linha de aviamento automatizada .....	42
Figura 16 - Percurso do contentor após aviamento .....	43
Figura 17 - Fluxograma que integra o processo de arrumação e reabastecimento de mercadoria para a linha automatizada na Situação Inicial .....	43
Figura 18 - Secção da Expedição .....	44
Figura 19 - Evolução semanal do número total de pedidos sem urgência despoletados .....	48
Figura 20 - Evolução semanal do número total de pedidos com urgência despoletados .....	48
Figura 21 - Número médio de canais vazios no autómato .....	49
Figura 22 - Quadro de Equipa .....	54
Figura 23 - Bancada de conferência: Situação Inicial .....	57
Figura 24 - Bancada de conferência: Fase posterior à implementação .....	57
Figura 25 - Zona de pré-conferência: Situação Inicial .....	58
Figura 26 - Zona de pré-conferência: Fase posterior à implementação .....	58

Figura 27 - Etapas do Sistema <i>Kanban</i> nas <i>racks</i> estáticas da linha manual .....	61
Figura 28 - Sistema <i>Kanban</i> das <i>racks</i> dinâmicas da linha manual e automatizada .....	61
Figura 29 - Sistema <i>Kanban</i> eletrônico nos canais do autômato .....	62
Figura 30 - Fluxograma que apresenta o processo de arrumação e reabastecimento após a introdução das atividades de melhoria .....	62
Figura 31 - Divisão do <i>layout</i> proposto pela Empresa X para o novo armazém em blocos .....	64
Figura 32 - Proposta de <i>layout</i> 1: Distribuição em corredores paralelos na vertical .....	65
Figura 33 - Proposta de <i>layout</i> 2: Distribuição em corredores paralelos na horizontal .....	66
Figura 34 - Proposta de <i>layout</i> 3: Distribuição combinada .....	66
Figura 35 - Diagrama de <i>Spaghetti</i> com localização de palete na zona de pré-conferência: Situação Inicial .....	70
Figura 36 - Diagrama de <i>Spaghetti</i> com localização de palete na zona de pré-conferência: Situação posterior à fase de implementação .....	70
Figura 37 - Tempo médio por palete conferida para a situação atual e fase posterior à implementação .....	70
Figura 38 - Comparação gráfica entre a Situação Inicial, visão futura e situação até ao fecho da Dissertação para o número de paletes recebidas intrasemanalmente .....	71
Figura 39 - Número de reabastecimentos diários em setor piloto da linha manual: Situação Inicial e após fase de implementação .....	72
Figura 40 - Nível de inventário diário em setor piloto da linha manual: Situação Inicial e após fase de implementação .....	73
Figura 41 - Número de reabastecimentos diários em setor piloto da linha automatizada: Situação Inicial e após fase de implementação .....	73
Figura 42 - Número de canais vazios semanais na linha automatizada: Situação Inicial e após fase de implementação .....	74

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 - Sumarização de publicações na comunidade académica em Operações e Desenho de Armazéns .....	25
Tabela 2 - Sumarização dos impactos observados com a implementação do <i>Lean Warehousing</i> .....	27
Tabela 3 - Enumeração dos 5S e seus objetivos primordiais (Buesa, 2009; Imai, 2012; Jiménez et al.,2015) .....	30
Tabela 4 - Sumarização dos desperdícios encontrados em cada uma das secções do armazém estudadas .....	44
Tabela 5 - Desperdícios identificados no processo de receção e conferência de mercadoria .....	45
Tabela 6 – Encomendas recebidas diariamente por transportadora na Situação Inicial .....	46
Tabela 7 - Desperdícios identificados no processo de arrumação e reabastecimento de mercadoria .....	47
Tabela 8 - Desperdícios identificados no processo de aviamento manual .....	47
Tabela 9 - Desperdícios identificados no processo de aviamento automatizado .....	49
Tabela 10 - Desperdícios identificados no processo de expedição de mercadoria .....	50
Tabela 11 - Etapas de melhoria e com a indicação dos respetivos problemas/oportunidades identificados .....	50
Tabela 12 - Indicadores que integram cada Quadro de Equipa .....	55
Tabela 13 - Visão futura para o número de encomendas recebidas diariamente por transportadora .....	59
Tabela 14 – Número de paletes recebidas no armazém distribuídas por tipologia ABC .....	63
Tabela 15 - Descrição dos KPIs operacionais para avaliação de <i>layouts</i> (adaptado de Bello (2011)) .....	67
Tabela 16 - Descrição dos KPIs de área para avaliação de <i>layouts</i> (adaptado de Bello (2011)) .....	68
Tabela 17 - Encomendas recebidas diariamente por transportadora até ao fecho da Dissertação .....	71
Tabela 18 - Resultados dos KPIs operacionais para as várias propostas com indicação da variação percentual face ao <i>layout</i> base .....	74
Tabela 19 - Valores constantes às várias alternativas de <i>layout</i> .....	75
Tabela 20 - Área dos corredores das várias alternativas de <i>layout</i> .....	75
Tabela 21 - Resultados dos KPIs de área para as várias propostas com indicação da variação percentual para o <i>layout</i> base .....	76

## GLOSSÁRIO DE ACRÓNIMOS

---

**X** - Denominação atribuída à empresa analisada por motivos de confidencialidade

**KICG** - *Kaizen Institute Consulting Group*

**QCD** - *Quality, Cost and Delivery*

**QCDM** - *Quality, Cost, Delivery and Motivation*

**VSM** - *Visual Stream Mapping*

**KPIs** - *Key Performance Indicators*

**PDCA** - *Plan, Do, Check, Act*

**SDCA** - *Standardize, Do, Check, Act*

**KMS** - *Kaizen Management System*

**KCM** - *Kaizen Change Management*

**TFM** - *Total Flow Management*

**TPM** - *Total Productive Maintenance*

**TQC** - *Total Quality Control*

**TQM** - *Total Quality Management*

**TSM** - *Total Service Management*

**IDM** - *Innovation and Development Management*

**WIP** - *Work In Process*

**PMEs** - *Pequenas e Médias Empresas*

**SMED** - *Single Minute Exchange of Die*

**OEE** - *Overall Equipment Effectiveness*

**WCP** - *World Class Performance*

**JIT** - *Just-In-Time*

**SKU** - *Inventário Keeping Unit*

**FEFO** - *First Expire First Out*

**SI** - *Sistema Informático*

**PVP** - *Preço de Venda ao Público*

**AS/RS** - *Automated Storage and Retrieval System*

**OPL** - *One-Point-Lesson*

**MCR** - *Mission Control Room*

**ROI** - *Return On Investment*

O capítulo 1 introduz o Dissertação de Mestrado tendo como principal pretensão a contextualização do problema e a definição clara dos objetivos, metodologia e estrutura na qual se desenha o presente documento. Encontra-se dividido em quatro secções: na secção 1.1 contextualiza-se o problema; na secção 1.2 clarificam-se os objetivos da presente Dissertação de Mestrado; na secção 1.3 dá-se a conhecer a metodologia a aplicar e a secção 1.4 contempla a estrutura delineada.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

No contexto atual, caracterizado por uma elevada exigência e competitividade, o sucesso ou fracasso de uma empresa depende da sua adaptação à incerteza do mercado e do nível de eficiência das práticas implementadas. É essencial para a organização entender que o seu desempenho está fortemente relacionado com o nível de integração e coordenação da cadeia de abastecimento onde está inserida (Papageorgiou, 2009). Neste sentido, o armazém representa uma componente-chave das cadeias de abastecimento contemporâneas, sendo reconhecido nos dias de hoje como uma das áreas onde podem ser conseguidas melhorias significativas e reduções consideráveis de custos (Won & Olafsson, 2005). O aumento de produtividade nas operações de armazenamento repercute-se em todas as atividades logísticas, permitindo não só melhorar a satisfação dos clientes, através da redução de tempos associados, assim como obter melhorias em termos de custos e mão-de-obra.

Uma das empresas líderes no sector grossista farmacêutico em Portugal, a Empresa X (assim denominada por motivos de confidencialidade) é constituída em território nacional por quatro armazéns, dois deles com maior capacidade instalada, localizados em Lisboa e no Porto, e outros dois de menor dimensão, situados em Almancil e Castelo Branco. A presente Dissertação de Mestrado passa pela projeção e implementação de soluções que visam melhorar a gestão do armazém de Lisboa através da metodologia *Kaizen Lean*, objetivando o aumento da produtividade das suas operações e a redução de desperdícios associados. As soluções perspetivadas devem ter em consideração que, perante o claro constrangimento ao qual este armazém se vê sujeito em termos de espaço, a administração decidiu durante o decorrer do presente projeto, que a curto-prazo existirá uma mudança de instalações em Lisboa. Desta forma, estas soluções devem ser devidamente desenhadas e testadas de forma a facilitar a sua implementação num novo espaço, tornando-se ainda mais crítica a criação de uma cultura de melhoria contínua que permita a sustentabilidade deste processo depois da mudança.

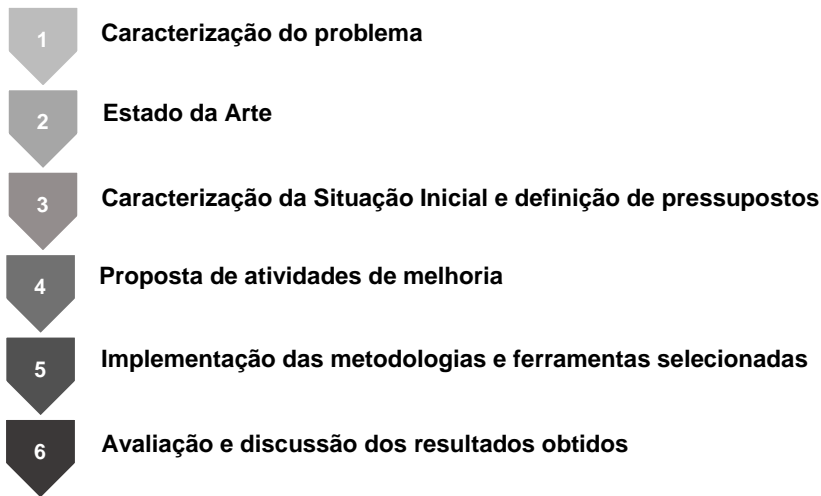
### 1.2 OBJECTIVOS DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Enumeram-se de seguida os principais objetivos da presente Dissertação de Mestrado:

- Desenvolvimento de uma metodologia que responda aos problemas identificados na presente Dissertação através da inegração das ferramentas mais apropriadas, as quais foram discutidas no Estado da Arte;
- Implementação da metodologia desenhada num contexto real, com conseqente avaliação e discussão dos resultados obtidos através de indicadores desenvolvidos para o efeito.

## 1.3 METODOLOGIA

As várias etapas da metodologia da Dissertação de Mestrado configuram um seguimento específico, tal como apresentado na Figura 1.



*Figura 1 - Desenho da Metodologia aplicada na Dissertação de Mestrado*

Seguidamente, explicita-se de forma sumária cada uma das seis fases enumeradas:

### **Etapa 1 - Caracterização do problema**

Etapa que compreende a caracterização da empresa cliente, Empresa X, seguida de uma contextualização da sua operação atual no mercado em que esta se encontra inserida e da apresentação do projeto *Kaizen* para a resolução do problema encontrado.

### **Etapa 2 - Estado da Arte**

A segunda etapa prende-se com a Revisão Bibliográfica acerca das temáticas estudadas ao longo da Dissertação, procurando enquadrar o caso de estudo através de uma base teórica fundamentada.

### **Etapa 3 - Caracterização da Situação Inicial e definição de pressupostos**

Neste terceiro ponto procedeu-se à recolha de todos os dados necessários à caracterização da situação atual do armazém em estudo e sua respetiva análise, permitindo a identificação dos principais desperdícios na operação:

- Ausência de motivação entre as equipas e ausência de reuniões normalizadas entre os trabalhadores;
- Ausência de uma cultura de melhoria focada em eliminar problemas;
- Ausência de organização e normalização de espaços;
- Ausência de um reabastecimento às linhas normalizado;
- Ausência do estudo de possíveis alternativas ao *layout* inicialmente desenhado para o novo armazém de Lisboa.

Foi necessária a definição de vários pressupostos no decorrer do tratamento da informação de forma a possibilitar a sua análise.

#### **Etapa 4 - Proposta de atividades de melhoria**

Na quarta etapa debateu-se a empregabilidade das ferramentas *Kaizen Lean* analisadas no Estado da Arte e foi proposto um conjunto de soluções adequadas ao problema apresentado, divididas nas seguintes etapas:

- Etapa 0: Estabilidade básica;
- Etapa 1: Reabastecimento em *pull*;
- Etapa 2: Criação de cenários para o *layout* do novo armazém.

#### **Etapa 5 - Implementação das metodologias e ferramentas selecionadas**

Por conseguinte, descreveu-se a implementação das várias ferramentas selecionadas integradas nas três etapas enunciadas.

#### **Etapa 6 - Avaliação e discussão dos resultados obtidos**

Na sexta e última etapa da Dissertação avaliaram-se as propostas implementadas de acordo com indicadores de medição de desempenho pré-estipulados, denominados frequentemente de *Key Performance Indicators* (KPIs). Os resultados obtidos foram depois discutidos e apresentadas propostas para trabalho futuro.

### **1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

A estrutura da Dissertação de Mestrado divide-se em quatro capítulos principais, desenvolvidos ao longo do documento:

**Capítulo 1** - Capítulo que pretende contextualizar o problema e descrever os objetivos a atingir. Apresenta ainda a metodologia aplicada e a estrutura na qual se baseia a presente Dissertação de Mestrado;

**Capítulo 2** - Capítulo que procura caracterizar a empresa prestadora de serviços, a metodologia *Kaizen Lean* e os elementos intrínsecos ao Sistema de Gestão *Kaizen*;

**Capítulo 3** - Capítulo que apresenta a empresa cliente, contextualiza a sua atividade no mercado onde atua e caracteriza o problema a estudar;

**Capítulo 4** - Capítulo destinado à Revisão da Literatura, com uma abordagem a diversos temas, nomeadamente conceitos e ferramentas *Lean*, Gestão de Armazéns e a aplicação do *Lean* a esta área;

**Capítulo 5** - Capítulo focado na caracterização da Situação Inicial com a recolha de dados e respetiva análise de desperdícios encontrados;

**Capítulo 6** - Implementação das ferramentas selecionadas através de etapas pré-definidas.

**Capítulo 7** - Apresentação, avaliação e discussão dos resultados intrínsecos às propostas apresentadas através de KPIs específicos;

**Capítulo 8** - Exposição das principais conclusões da presente Dissertação de Mestrado.

## CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS

---

No presente capítulo introduz-se o KICG, com a contextualização histórica da empresa e apresentação da metodologia aplicada por esta. Desta forma, os temas do capítulo 2 organizam-se nos seguintes pontos: na secção 2.1 apresenta-se a história e apresentação do KICG; no capítulo 2.2 descreve-se a metodologia *Kaizen Lean* e na secção 2.3 dá-se a conhecer o Sistema de Gestão *Kaizen*.

### 2.1 HISTÓRIA E APRESENTAÇÃO

Três décadas depois da publicação do livro “Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success” escrito por Masaaki Imai, fundador do *Kaizen Institute Consulting Group*, a expressão “kaizen it” tornou-se comum no dia-a-dia das organizações a nível global (Imai, 2012). Se for dissociada nas duas palavras que lhe deram origem, conclui-se que a palavra *kai* significa “mudança” e a palavra *zen* significa “bom”, o que, em conjunto, se interpreta como “mudança para melhor”. Adotou-se então a reconhecida expressão de “melhoria contínua” para a sua tradução sendo que, só anos mais tarde, na edição 1993 do “New Shorter Oxford English Dictionary”, a palavra “kaizen” foi pela primeira vez reconhecida como uma palavra inglesa (Kaizen Institute, 2015d). Ressalve-se que, atualmente, este pensamento é mais do que a aplicação de melhoria contínua nas organizações, trata-se antes de uma filosofia de negócio que implica um envolvimento de todos - *everyone* - desde os gestores de topo até aos colaboradores; em toda a organização - *everywhere* - e todos os dias - *everyday* (Imai, 2012).

O KICG é uma consultora de gestão *Lean*, pioneira e líder na prática da filosofia *Kaizen Lean*, com clientes (organizações públicas e privadas) em todos os sectores de atividade. Fundado em 1985 na Suíça, procura incrementar os níveis de desempenho das empresas de uma forma fácil, rápida e com baixos custos. O derradeiro objetivo da filosofia *Kaizen Lean* é melhorar o desempenho das organizações de forma a permitir-lhes um crescimento sustentado, levando o KICG a concentrar-se em três aspetos primordiais para todo e qualquer cliente: qualidade (*quality*), custos (*costs*) e serviço (*delivery*). Juntos formam a reconhecida sigla QCD, que mais recentemente foi atualizada para QCDDM, incorporando um quarto aspeto - a motivação (*motivation*) (Kaizen Institute, 2015d).

O presente caso de estudo encontra-se associado à sede ibérica do KICG, fundada em 1999, com escritório principal em Vila Nova de Gaia, Portugal. Atualmente tem ainda instalações em Lisboa, Madrid, Barcelona, Bilbao e Vigo, incorporando neste círculo cerca de 80 consultores. Numa perspetiva global, a empresa conta com mais de 1000 profissionais e 35 escritórios físicos, números estes que têm vindo a sofrer alterações todos os anos, tendo em conta o crescimento sustentado que o KICG tem registado.

### 2.2 METODOLOGIA KAIZEN LEAN

A metodologia *Kaizen Lean* rege-se por seis conceitos base que devem ser analisados e adotados nas organizações (Imai, 2012):



### 1. Kaizen e a gestão

Imai (2012) afirma que no contexto *Kaizen* a gestão tem como duas funções primárias a manutenção e a melhoria. A primeira refere-se a atividades diretamente relacionadas com o cumprimento das normas, definidas através do treino e disciplina, e a segunda trata de atividades que procuram elevar as normas já existentes. *Kaizen*, tal como já explicitado, define-se a partir de pequenas melhorias resultantes de um esforço contínuo de todos os elementos da organização (Imai, 2012).

### 2. Processo versus resultado

Ao contrário do pensamento mais ocidentalizado que se foca tendencialmente no resultado, a filosofia *Kaizen* tem uma orientação evidente para o processo. Entende-se que uma falha na concretização dos resultados aponta uma falha no processo, sendo esta a fase onde a gestão deverá concentrar esforços para identificar e corrigir os eventuais erros. Esta abordagem direccionada para o processo introduz várias estratégias *Kaizen*, como: ciclos *plan-do-check-act* (PDCA) e *standardize-do-check-act* (SDCA); Qualidade, Custo e Serviço (QCD); *Total Quality Management* (TQM); *Just-In-Time*<sup>1</sup> (JIT) e *Total Productive Maintenance* (TPM) (Imai, 2012).

### 3. Ciclos *standardize-do-check-act* (SDCA) e *plan-do-check-act* (PDCA)

Qualquer nova atividade é instável, o que leva a que só depois de uma normalização e estabilização do processo, com a implementação do ciclo SDCA, se aplique o ciclo PDCA. O SDCA é dotado para assegurar a manutenção das normas estabelecidas e a melhoria dos processos de forma contínua, através de quatro etapas fundamentais. A primeira é “planear”, etapa que estabelece uma meta de melhoria e a elaboração de planos de ação para atingir os objetivos estipulados. A segunda é “fazer”, que procura implementar o plano já definido. “Verificar” passa por determinar se a implementação continua a decorrer como projetado e se as metas estão a ser alcançadas. Por fim, “agir” refere-se à prática e normalização de novos procedimentos que possam vir a prevenir a recorrência do problema original, procurando definir objetivos para novas melhorias. O ciclo PDCA nunca está satisfeito com o “status quo”, o que leva à definição sucessiva de novas metas a atingir embora tendencialmente os colaboradores prefiram manter-se como estão (denominada resistência à mudança) (Imai, 2012).

### 4. “Qualidade primeiro”

Uma empresa que ofereça um produto/serviço com baixa qualidade no mercado não conseguirá competir com sucesso, mesmo que apresente um preço atrativo. Deve-se portanto tratar a qualidade de forma prioritária em relação aos restantes elementos do QCD, mesmo que muitas vezes isto se torne um desafio para a gestão de topo, que tem sempre a tentação de cortar nos custos (Imai, 2012).

### 5. “Falar com os dados”

O entendimento de um dado problema e a sua respetiva resolução depende da sua identificação, da recolha de dados e da sua posterior análise. Sem uma aglomeração de informação consistente esta resolução vai contra os princípios de uma abordagem científica e objetiva, enquadrando-se num contexto empírico que não incorpora o pretendido. Este quinto ponto demonstra-se como um ponto de

---

<sup>1</sup> *Just-In-Time*: A produção JIT ambiciona produzir o item correto, no tempo certo e na quantidade necessária, sendo que qualquer desvio a estas premissas é considerado desperdício.

partida para o processo de melhoria, assegurando decisões sólidas (Imai, 2012).

#### 6. “A próxima operação é o cliente”

Este axioma denomina dois tipos de clientes: os internos (pertencentes à organização) e os externos (no mercado). Permite um compromisso dos colaboradores em nunca passar peças defeituosas ou informações imprecisas para o processo subsequente, contribuindo para a satisfação do cliente interno que lhe sucede. Quando tal axioma é aplicado, todas as partes da organização contribuem para que o cliente externo obtenha um produto/serviço de alta qualidade (Imai, 2012).

### 2.3 SISTEMA DE GESTÃO KAIZEN

O KICG desenvolveu o Sistema de Gestão *Kaizen*, geralmente mencionado como *Kaizen Management System* (KMS), um modelo que tem como objetivo ser a base para o desenvolvimento de modelos particularizados de melhoria contínua para qualquer organização, tendo em conta as suas especificações (Coimbra, 2008). Reúne múltiplas abordagens da metodologia *Lean* com foco na adaptação da empresa a qualquer problema e na consecução de excelência a nível operacional.

De forma a facilitar a compreensão do KMS, este é frequentemente comparado à estrutura de uma casa (Figura 2), constituída por quatro elementos principais: 1) Fundamentos *Kaizen*; 2) Gestão da Mudança *Kaizen*; 3) Cinco Pilares *Kaizen*; e 4) Visão estratégica (Imai 2012; Kaizen Institute, 2015e).

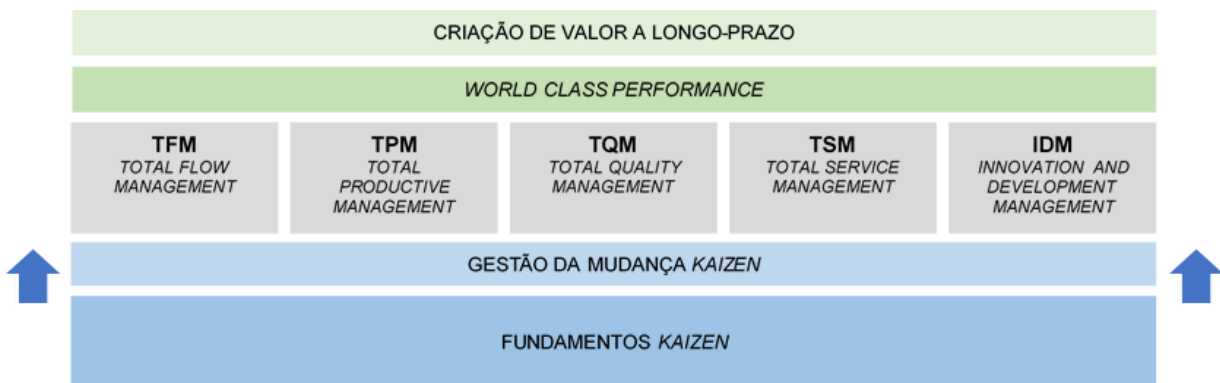


Figura 2 - Sistema de Gestão Kaizen (Adaptado de Kaizen Institute, 2015e)

#### 2.3.1 Fundamentos *Kaizen*

São cinco e denominam a base da casa, sendo estes: 1) Criação de valor para o cliente; 2) Envolvimento dos colaboradores; 3) Deslocação para o *gemba*; 4) Gestão Visual e 5) Eliminação de Desperdício.

##### 1. Criação de valor para o Cliente

A organização deve deixar de lado o velho paradigma do “product out”, que se revê na estratégia de empurrar o produto para o cliente, passando antes a executar o denominado “market in”, ou seja, a preocupação na entrega de utilidade, que inclui a qualidade do produto e do serviço oferecido. Note-se que valor para o cliente é medido através da diferença entre a utilidade gerada e o preço cobrado (Kaizen Institute, 2015d).

## 2. Envolvimento dos colaboradores

O novo paradigma assenta na designação de objetivos claros para todos os níveis da organização, com um esforço para que todos os colaboradores se sintam envolvidos no processo de melhoria dos indicadores da empresa. As atitudes repetidas que se prendiam essencialmente com a culpabilização de terceiros e o seu julgamento, passam agora à aprendizagem motivada pelo erro e ao fomento da liderança. Espera-se então que a gestão de topo procure desenvolver continuamente as capacidades dos trabalhadores a partir de programas de *coaching* e acompanhamento diário. Desta forma, todos os envolvidos neste processo desenvolverão capacidades para identificar possíveis problemas que possam surgir na organização, tornando-se aptos a contribuir a favor da sua resolução o que, em última análise, contribuí para o sucesso da empresa (Kaizen Institute, 2015d).

## 3. Deslocação para o *gemba*

*Gemba* é a palavra japonesa para terreno, ou seja, o único local na organização onde se acrescenta valor, sendo que, toda a organização deve trabalhar no sentido de apoiar as operações que aí decorrem, com o intuito de proporcionar prosperidade à atividade. A gestão de topo deve compreender a derradeira importância da sua presença frequente no terreno, permitindo uma rápida identificação de potenciais problemas e a sua respetiva resolução (Imai, 2012). Imai (2012) refere que a distância colossal a que frequentemente se assiste nas organizações entre estas duas partes pode torná-las vulneráveis ao desafio do desperdício interno e competição externa.

## 4. Gestão Visual

Tendo em conta que 83% da informação que o ser-humano capta é através da visão, defende-se que o processo e o desperdício devem ser expostos de forma visual. A implementação destas medidas permite capacitar de forma bastante mais eficiente qual o nível de cumprimento dos objetivos inicialmente definidos por parte dos colaboradores, ou que tipos de anomalias estão presentes nos processos da organização, prevenindo riscos e melhorando indicadores (Kaizen Institute, 2015d).

## 5. Eliminação do desperdício

Shingo (1989) refere-se a valor acrescentado como as atividades pelas quais o cliente está disposto a pagar. Além do *muda* (palavra japonesa para “desperdício”), a filosofia *Kaizen* aponta outros dois conceitos que devem ser eliminados em qualquer organização: o *mura* - palavra japonesa para “variabilidade” - e o *muri* - palavra japonesa para “sobrecarga” (Imai, 2012).

Eliminar o desperdício é um dos princípios fundamentais da metodologia *Kaizen Lean* porém, é importante perceber que existem atividades sem acréscimo de valor para o cliente que não podem ser eliminadas. Ohno (1988) identificou as sete fontes primárias de desperdício: 1) excesso de produção; 2) tempo de espera; 3) transporte; 4) excesso de processamento; 5) inventário; 6) movimento; e 7) defeitos. Segundo o mesmo autor, a sua eliminação promove de forma explícita o aumento da eficiência operacional, possibilitando a libertação de operadores em determinadas áreas e a sua posterior realocação em sectores mais críticos da organização.

### 2.3.2 Gestão da Mudança *Kaizen*

A Gestão da Mudança *Kaizen*, vulgarmente designada de *Kaizen Change Management* (KCM), representa nesta figuração a laje da casa (Kaizen Institute, 2015c). De forma a garantir um sistema sustentável, é necessário ponderar qual a melhor maneira de aplicar todas as ferramentas, ação que na metodologia *Kaizen Lean* se denomina de Gestão da Mudança, onde é incluído o desenvolvimento da capacidade interna de mudança e a definição clara da direção e autodomínio para a organização. Os modelos e ferramentas de melhoria devem ser selecionados de forma específica e individual, dependendo em grande medida do sector de atividade de cada organização e das suas características (Coimbra, 2008). Segundo Coimbra (2008) a aplicação direta e cega dos modelos da Toyota normalmente resulta em *outputs* pouco positivos.

O KCM é constituído por quatro pilares principais: o *Kaizen* Diário, com funções primordiais de alteração de comportamentos e cultura no *gemba* e responsável pela sustentação, estabilização e melhoria dos processos numa base diária; o *Kaizen* Líderes, que procura estabelecer o aumento do compromisso da gestão no apoio às atividades geradas no terreno; o *Kaizen* Suporte, que surge com o intuito de diligenciar uma orientação especializada na organização; e o *Kaizen* Projeto, que descreve um trabalho orientado por metas bem definidas com implementação num período máximo de 6 meses (Kaizen Institute, 2015a).

### 2.3.3 Os Cinco Pilares *Kaizen*

São modelos que garantem a sustentação da estrutura da casa sendo que, para cada um deles está associado um conjunto de ferramentas criadas pelo KICG, com a pretensão de solucionar os mais diversos constrangimentos nas organizações:

#### 1. Total Flow Management (TFM)

Com origens na *Toyota Motors Corporation*, o TFM é uma estratégia baseada no sistema *pull*, ou seja, na produção por encomenda (*make-to-order*), em que é o próprio cliente a puxar qualquer um dos fluxos - material ou informação - do nível anterior da cadeia de abastecimento. Limita explicitamente a quantidade de trabalho em processo (WIP) que pode encontrar-se no sistema e é definido pelas quantidades reais de encomendas ou pelo consumo real do cliente (Hopp & Spearman, 2004; Imai 2012). O seu principal objetivo prende-se com a redução do *lead time* total na cadeia de abastecimento da organização, medido através da cobertura de inventário ao longo da mesma. A redução do *lead time* leva a uma diminuição do desperdício em tempo de espera e cria um verdadeiro fluxo de material. Quando aplicado, o TFM gera resultados positivos para a organização, que passam pela redução dos custos e capital investido, pelo aumento de produtividade e da qualidade, e pela melhoria substancial do nível de serviço e satisfação do cliente (Imai, 2012). A si, estão associados cinco conceitos fundamentais (Kaizen Institute, 2015g):

- I. Estabilidade Básica - Marca o início da melhoria contínua e tem como objetivos primordiais a eliminação de desperdício, variabilidade e sobrecarga, criando condições favoráveis ao processo e ao desenvolvimento da própria organização.

- II. Fluxo de Produção - Otimização do fluxo produtivo através de um conjunto de boas práticas relativas ao *layout*, linhas de produção, bordos de linha de produção (zona onde um operador acrescenta valor ao produto) e normas de trabalho (melhor prática conhecida até ao momento para a execução de uma dada tarefa). Outras iniciativas como a automação de baixo custo ou a redução do tempo de arranque de uma máquina, com recurso ao SMED<sup>2</sup>, contribuem também para a otimização do fluxo produtivo.
- III. Fluxo de Logística Interna - Tem como objetivo principal a criação de fluxos na logística e a sua respetiva otimização através de: supermercados de abastecimento; comboio logístico; sincronização de compras/informação (com a utilização do Sistema *Kanban* e *Junjo*<sup>3</sup>); nivelamento de inventário; e planeamento em *pull*.
- IV. Fluxo de Logística Externa - Pretende minimizar os custos logísticos totais, eliminando inventário e trabalhando com o objectivo de chegar aos 100% de “on time delivery”. Utiliza ferramentas como o Desenho de Armazéns; *Milkrun*<sup>4</sup>; *Inbound* e Fornecimento; *Outbound* e Entrega; e Planeamento em *Pull Total*.
- V. Value Stream Design - Tem como objetivo mapear o fluxo atual de material e informação da organização.

## 2. Total Productive Maintenance (TPM)

Procura maximizar a eficácia do equipamento a partir de um sistema que garante a sua manutenção e tudo o que com isso se relaciona, incorporando neste processo todos os colaboradores, através da gestão motivacional e satisfação dos mesmos (Tsuchiya, 1992 in McKone et al., 2001). O TPM está orientado para tolerância zero ao desperdício, a defeitos, às paragens das máquinas e a acidentes - o que vem responder, cada vez mais, a diversos problemas que atingem as demais indústrias (Singh et al., 2013). Pode ser medido em termos do “Overall Equipment Effectiveness” (OEE), uma métrica que permite calcular de forma efetiva a eficiência de uma só máquina ou de um sistema integrado de produção (Chan et al., 2005).

## 3. Total Quality Control (TQC)

Modelo constituído por um conjunto de ferramentas que procura continuamente a melhoria com bases sólidas na procura da satisfação do cliente, na estruturação de processo e na participação “total” da organização nesta disciplina (Juran & Godfrey, 1998 in Valmohammadi & Roshanzamir, 2015). Segundo Samson & Terziovski (1999) são muitas as empresas de sucesso que sofreram uma recuperação depois de períodos conturbados através do TQC, restaurando o seu quota de mercado e a sua rentabilidade, tais como a Xerox, a Harley Davidson e a Ford. Os mesmos autores sublinham ainda que são raras as organizações que não têm em consideração esta abordagem e que, mesmo assim, continuam a prosperar.

---

<sup>2</sup> SMED: Método utilizado para redução do tempo de *setup*.

<sup>3</sup> *Junjo*: abastecimento sequencial.

<sup>4</sup> *Milkrun*: Consiste num sistema de entrega, com rotas programadas e sem cruzamentos, em que ao mesmo tempo se deixa a mercadoria e se leva outra ao mesmo tempo, de forma a reduzir os custos de transporte.

#### 4. *Total Service Management (TSM)*

De forma a responder às necessidades do mercado, que se denota cada vez mais competitivo e globalizado, o KICG desenvolveu um novo modelo que procura adaptar as metodologias originalmente aplicadas no meio industrial ao meio dos serviços ao cliente (Kaizen Institute, 2015h). Segundo Andrés-López et al. (2015), as áreas administrativas podem beneficiar da aplicação do TSM, através do aumento da competitividade organizacional, satisfação do cliente e da natural redução da variabilidade e desperdícios do processo.

#### 5. *Innovation and Development Management (IDM)*

É sabido que, 70 a 85% do custo de cada produto está relacionado com decisões tomadas nas fases preliminares da sua conceção (Kaizen Institute, 2015b). Tendo isto em consideração, KICG procurou ter uma ação focada nesta fase inicial através do desenvolvimento do IDM, um modelo que constitui o último pilar da mencionada casa, auxiliando projetos em áreas de desenvolvimento de novos produtos, novas técnicas de manutenção, melhoria de processos de negócio, organização de eventos e desenvolvimento de *software* (Kaizen Institute, 2015b).

#### 2.3.4 Visão Estratégica

Em última instância, o KMS ambiciona alcançar a “World Class Performance”, ou seja, o melhor desempenho possível em termos de custo, serviço, motivação, inovação, flexibilidade e crescimento com rentabilidade. Desta forma, a organização alcança uma vantagem competitiva sustentável, motivada pela criação de valor a longo-prazo (Kaizen Institute, 2015f).

### 2.4 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

O capítulo apresentado começou por introduzir a primeira das duas empresas intervenientes no desenvolvimento da Dissertação de Mestrado - o *Kaizen Institute Consulting Group*.

Seguidamente, explicitou-se metodologia pela qual a empresa se rege no desenvolvimento diário do seu trabalho, com uma abordagem estruturada às técnicas *Kaizen Lean* e a todos os seus conceitos, assim como uma análise ao Sistema de Gestão *Kaizen*, modelo criado pelo KICG para a implementação com sucesso da melhoria contínua nas organizações. Aqui, descreveram-se todos os seus pilares constituintes: Fundamentos *Kaizen*; Gestão da Mudança *Kaizen*; Cinco Pilares *Kaizen*; e Visão Estratégica.

O presente capítulo antecede a caracterização do problema, com a descrição da empresa cliente e do problema que motiva o trabalho a realizar na próxima fase.

## CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

---

No presente capítulo introduz-se a Empresa X através de uma breve contextualização histórica, descreve-se as principais características do mercado onde esta se encontra inserida, dá-se a conhecer o atual modo operativo do armazém e caracteriza-se o problema em estudo, com a explicitação das várias restrições às quais a empresa está sujeita, tanto a nível interno, como externo. Desta forma, os temas do capítulo 3 organizam-se nos seguintes pontos: a secção 3.1 subdivide-se na apresentação da Empresa X (3.1.1); na contextualização geral do mercado farmacêutico português (3.1.2); e na atual operação do armazém (3.1.3). A secção 3.2 é composta pela caracterização do problema em análise e a secção 3.3 encerra o capítulo 3 com a sumarização das principais conclusões.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA X

#### 3.1.1 Introdução

A Empresa X foi fundada em 1990, tendo sofrido desde então diversas mudanças estratégicas, sendo que a última das quais ocorreu em 2014, resultando na parceria atual definida entre a Empresa Y (49%), a Empresa W (49%) e a Empresa Z (2%) (Empresa X, 2014).

A Empresa X é uma das atuais líderes no mercado de distribuição farmacêutica em Portugal, contando com 430 colaboradores e detendo um total de 4 armazéns em território nacional, situados em Lisboa, Porto, Almancil e Castelo Branco, condições que possibilitam servir mais de 2.000 farmácias em todo o país. Possui ainda um portefólio de marcas próprias e presta serviços de pré-distribuição à indústria farmacêutica através de uma empresa do grupo, líder europeia neste tipo de serviços, que vão desde a armazenagem e distribuição até à rotulagem de produtos (Empresa X, 2014).

#### 3.1.2 Mercado Farmacêutico Português - Contextualização

O ano de 2009 ficou marcado pela crise económica e pelo debate em torno de eventuais reorganizações do regime de preços e margens no mercado da indústria farmacêutica, bem como pela necessidade de desencadear ações face a situações de verticalização e limitações da concorrência existentes no sector. Consequentemente, o ano de 2010 viu-se sujeito a medidas sucessivas e inesperadas de reduções no preço dos medicamentos (que chegaram a atingir os 13%) e de inevitáveis restrições ao seu acesso (Apifarma, 2014).

O período entre 2011 e 2013, durante o qual Portugal esteve sob o Programa de Assistência Económica e Financeira com fortes medidas de austeridade, condicionou fortemente a atividade económico-financeira nacional com implicações explícitas no agravamento do desemprego, desaceleração do consumo privado e redução no investimento público. Desta forma, foram impostas diversas medidas de contenção de custos sobre o medicamento, tendo inclusive sido desenvolvida nova legislação nesta área, destacando-se: 1) a implementação total da obrigatoriedade de prescrição eletrónica para efeitos de comparticipação pelo Serviço Nacional de Saúde; 2) a alteração das margens de comercialização dos medicamentos; 3) a revisão anual de preços com a seleção dos países de referência com os preços mais baixos a nível europeu; 4) o incentivo à prescrição de medicamentos genéricos; e 5) o controlo e

monitorização de prescrições através das Normas de Orientações Clínicas e dos gastos a nível hospitalar, com a ampliação da instituição de compras centralizadas (Apifarma, 2014).

O contexto económico e social descrito revelou uma contração explícita do valor do mercado farmacêutico português, tendo este totalizado 2.804 milhões de euros em 2013, ou seja, menos 23,4% do valor registado em 2008. Este decréscimo revelou a segunda maior queda percentual no contexto europeu, ultrapassada apenas pela Grécia, com uma perda total de 29,1%, tal como se demonstra na Figura 3 (EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015).

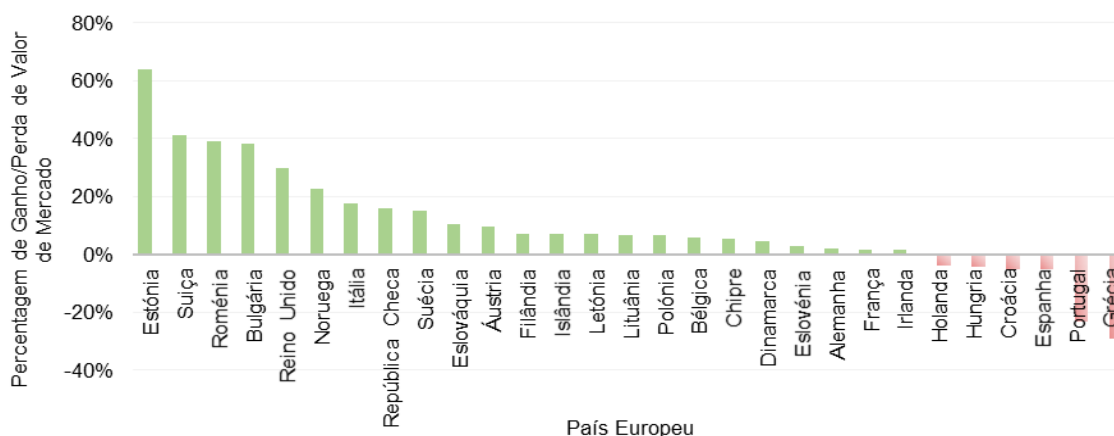


Figura 3 - Evolução do mercado farmacêutico entre 2008 e 2013 (adaptado de EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015)

O mercado grossista farmacêutico em Portugal define-se por um elevado número de empresas concorrentes que apresentam quotas de mercado relativamente constantes. Compreenda-se que o mercado da distribuição grossista continua a apresentar argumentos competitivos focados no preço e na proximidade, o que a médio-prazo poderá tornar-se insustentável, tendo em conta a pressão sentida sobre as margens de comercialização. Esta pressão resulta numa inevitável racionalização da estrutura de custos operacionais, de forma a ser possível absorver os impactos negativos decorrentes dos constrangimentos a que está sujeito o mercado do medicamento (Empresa X, 2014).

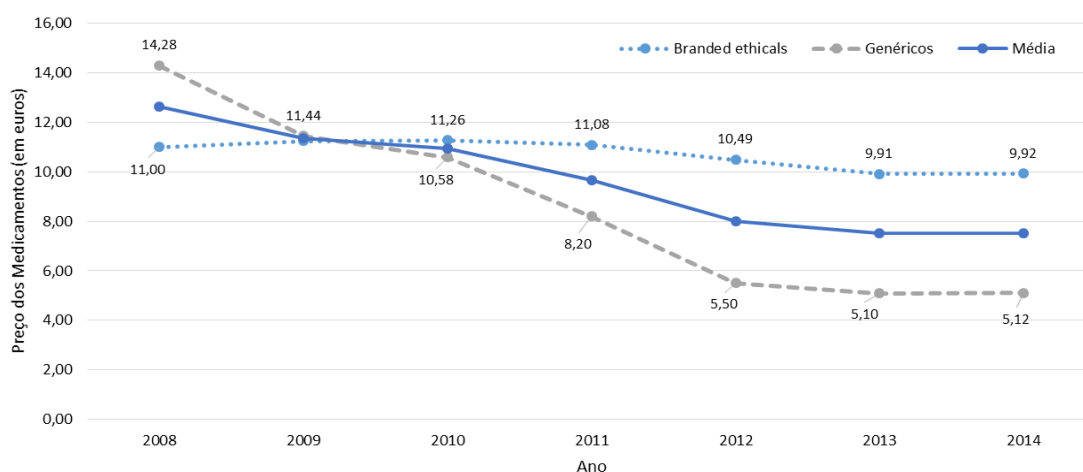


Figura 4 - Evolução do preço dos medicamentos entre 2008 e 2014 em Portugal (Adaptado de Empresa X, 2014)



2014 evidenciou uma estagnação na tendência negativa do valor de vendas brutas registado em Portugal desde meados de 2009 (Empresa X, 2014). Ressalve-se que os valores de 2014 foram influenciados pelo aumento em 2,3% de unidades de medicamentos genéricos vendidas, o que representou, apesar disso, um aumento marginal de apenas 0,3% no preço por unidade, o qual se encontra representado na Figura 4 (Empresa X, 2014).

Mesmo assim, o ano de 2014 ficou marcado pela melhoria significativa dos resultados para a Empresa X, com um aumento de 5,7 milhões de euros de resultado líquido no ano anterior para 12,5 milhões de euros de resultado líquido (Empresa X, 2014). Em suma, e apesar de todos os constrangimentos associados ao sector nos últimos anos, a Empresa X mantém-se como uma das líderes de mercado em Portugal.

### 3.1.3 Operação atual do armazém da Empresa X

Apesar da posição privilegiada de mercado na qual a Empresa X se encontra, é necessário um esforço gerado pela própria organização de forma a manter este resultado, objetivando-se um crescimento sustentado com foco no aumento da produtividade das operações e adoção de uma política de melhoria contínua transversal todas as suas instalações, com consequentes impactes no nível de serviço oferecido ao cliente e no aumento potencial de vendas.

O armazém da região centro foi selecionado pela administração da empresa como armazém piloto para o desenvolvimento do presente projeto. Com 4.800 m<sup>2</sup> de área, está dividido em cinco funções principais: 1) Receção e Conferência de Mercadoria; 2) Arrumação de Mercadoria; 3) *Picking* Automatizado; 4) *Picking* Manual; e 5) Expedição. Todas estas atividades devem ser executadas com o objetivo primordial de satisfazer o cliente final, ou seja, as farmácias, com a certeza de que um nível de serviço apropriado só é garantido se uma dada encomenda incluir o material pedido, for entregue no tempo devido, no local indicado e na quantidade requerida. Por motivos de logística interna, existem também aviamentos entre armazéns do grupo que, como para qualquer outro cliente, devem ser executados com objetividade. De seguida, descrevem-se resumidamente as atividades realizadas nas cinco designadas áreas do armazém:

#### 1. Receção e conferência

Rececionam-se as paletes provenientes dos pré-grossistas ou operadores logísticos. Posteriormente, as mesmas são colocadas em espera até que o conferente as transporte para a bancada de conferência (encomendas urgentes têm prioridade). Depois, a mercadoria é transportada para a paleta à qual o produto já conferido pertence e, caso esta fique completa, segue para a secção da Arrumação.

#### 2. Arrumação

Os operadores da equipa da arrumação deslocam-se à zona das paletes conferidas e, consoante a designação de cada caixa, transportam o material para *racks* dinâmicas que alimentam o autómato, ou para *racks* dinâmicas ou estáticas, que servem a linha do *picking* manual. O reaprovisionamento é realizado quando são recebidos pedidos por qualquer uma das linhas de *picking*, procurando garantir a inexistência de roturas.



Figura 5 - Zona de arrumação a granel

### 3. Picking manual

Esta área é composta por 31 corpos de *racks* dinâmicas e 308 corpos de *racks* estáticas, com cerca de 700 e 6.000 SKUs, respetivamente (Figura 6). Aqui, encontram-se os produtos com menor rotação e aqueles que devido às suas características não podem ser aviados de forma automatizada. As *racks* dinâmicas incorporam as denominadas *racks* combinadas, que além do abastecimento à linha detêm um nível de posições para paletes que operam como armazenamento a granel.



Figura 6 - Racks estáticas e dinâmicas da linha manual

### 4. Picking automático

Secção composta por 1.800 canais com diferentes alturas, incorporados num total de 60 sectores tal como demonstrado na Figura 7. Em média, existem cerca de 1.800 SKUs (“stock keeping units”) diferentes no automático, que são revistos normalmente uma vez por mês. Aqui, são armazenadas todas as referências que têm maior rotatividade de vendas, excetuando os produtos que necessitam de permanecer a temperaturas inferiores à temperatura ambiente, produtos com volumes que não lhes permitam permanecer no automático ou produtos veterinários. Os canais são alimentados por *racks* dinâmicas nas quais estão caixas de fornecedor ou caixas *standard* que permitem a transferência das embalagens pelo operador de um lado para o outro.



Figura 7 - Equipamento que efetua a operação de picking de forma automática

Como é de esperar, os produtos com maior rotatividade dentro do autómato estão localizados mais perto da zona de expedição.

#### 5. Expedição

Área composta por 5 cais e 27 rampas, onde o transporte até ao cliente garantido por *outsourcing*. As carrinhas começam a chegar às 6h00 para carregar a mercadoria respetiva e percorrer a rota que lhes é associada, procurando garantir os horários alinhados com cada um dos clientes finais. São aviados entre 5.500 e 7.500 contentores por dia, com uma saída diária próxima das 60 carrinhas.

De forma mais pormenorizada, entenda-se que os produtos estão armazenados de acordo com a sua tipologia, a qual pode designar referências A, B ou C. As referências A são aquelas com maior rotatividade no armazém sendo que se encontram, como já referido, no autómato o qual garante uma maior eficiência do processo. As referências B, com rotatividade inferior às anteriores, dispõem-se também no autómato mas em canais substancialmente mais afastados da zona de expedição, percorrendo um maior trajeto. São ainda colocadas referências B nas *racks* dinâmicas da linha manual, abastecidas manualmente mas com maior rapidez que os restantes produtos presentes nas *racks* estáticas. Estas últimas comportam designadamente as referências C e todos aqueles produtos que, por algum motivo em específico, estejam impedidos de permanecer no autómato.

O Anexo 1.1 apresenta o *layout* do armazém com a indicação das suas principais secções, assim como a distribuição do armazenamento por tipologia de produto.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Por decisão da administração da Empresa X, em 2016 o armazém da região centro foi incorporado num projeto que pretende criar uma cultura de melhoria contínua na organização e um aumento da produtividade global das suas operações, através de conceitos associados à metodologia *Kaizen Lean* e à aplicação de algumas das suas ferramentas.

O projeto de melhoria da Empresa X visa a avaliação e o planeamento das ações subsequentes, através do estudo das operações no terreno e do desenvolvimento de um mapeamento da cadeia de

valor (VSM), processo que envolve a totalidade dos supervisores das diversas áreas do armazém, assim como os gestores operacionais. Consequentemente, são identificados inúmeros desperdícios e respetivas oportunidades de melhoria que permitirão desenhar um conjunto de soluções a serem implementadas nas fases posteriores. Porém, é possível desde já identificar limitações internas ao atual armazém, as quais são descritas de seguida:

- Dependendo das zonas e localizações das farmácias, existem encomendas realizadas até 30 minutos antes da saída do veículo de transporte do armazém, implicando uma operação de aviamento eficaz num tempo curto, o que nem sempre é cumprido. A melhoria de desempenho de todas as equipas do armazém permitirá tornar a operação de aviamento mais expedita, designando uma integração eficiente das várias atividades.
- Existem diversos problemas a nível de planeamento, o que origina um forte desnivelamento das encomendas recebidas ao longo da semana no armazém, obrigando as equipas a suportar picos e dificultando toda a gestão da infraestrutura.
- Ocorrem diariamente transferências internas (*transshipment*) entre os quatro armazéns do grupo, com recurso a transporte próprio. Não existe uma correta normalização definida para este processo e, apesar de conduzir a potenciais vantagens em termos de nivelamento de inventário, acaba por causar uma elevada complexidade na conferência de mercadorias do armazém. Esta complexidade deve-se ao estado no qual são recebidas as encomendas, frequentemente com diversos SKUs diferentes acondicionados na mesma caixa e de forma desorganizada.
- Tal como nas transferências internas no grupo, grande parte dos pré-grossistas que abastecem a Empresa X envia também as encomendas nas condições descritas. Mais, na maioria das vezes é necessária a abertura e conferência das caixas já que estas estão identificadas como tendo uma determinada quantidade e tipo de produto que, de facto, não correspondem à realidade.
- Inúmeras atividades vêm-se sujeitas a fortes dificuldades devido à carência de desenvolvimento do sistema informático (SI). Este foi adaptado a partir de um programa de gestão de armazéns, sendo que carece de uma atualização profunda desde o ano de 2009, encontrando-se atualmente entregue a uma empresa prestadora de serviços externa. A inadaptabilidade deste sistema leva a que existam zonas onde não é possível localizar o produto (como localizações de reserva ou inventário intermédio), tal como uma fraca gestão de datas ou de lotes de produto. Desta forma, é necessário encontrar soluções simples que respondam aos problemas gerados.
- Não existe uma clara normalização dos processos nas diversas áreas do armazém. Um esforço neste sentido contribuirá para uma estabilização dos processos e para um aumento da eficiência global das operações.
- Foram identificadas diversas falhas a nível da ergonomia associada aos postos de trabalho, obrigando os colaboradores a percorrerem grandes distâncias, levantarem pesos superiores ao recomendado e fazerem movimentos repetitivos, ações com possíveis consequências negativas para a sua saúde e bem-estar, e com impacto direto na qualidade do trabalho e eficiência.

- Relativamente às operações de arrumação e *picking*, o reabastecimento das linhas manual e automática não é feito recorrendo a sinais físicos ou informáticos, mas sim através da perceção de necessidade por parte dos colaboradores da equipa da arrumação, ou consoante os pedidos recebidos, com ou sem urgência, com recurso ao preenchimento e entrega de folhas em formato de papel. Isto resulta numa elevada percentagem de retrabalho nas operações e um fluxo inverso de difícil gestão, em especial na arrumação, com movimentos constantes de entrada e saída de produto das *racks*, já que não é possível na receção indicar o destino final do SKU. Exige-se assim uma simplificação dos fluxos entre estas áreas, com a consequente eliminação de desperdícios e risco de rutura de inventário nas linhas de *picking*.
- A instalação não está preparada para o volume de inventário atualmente armazenado, obrigando a que no espaço de armazenamento a granel existam diferentes produtos associados à mesma localização (caixas empilhadas com diferentes referências). Esta situação gera um aumento da tendência ao erro na localização de produtos, alongando diversas vezes e de forma significativa o tempo de procura de uma referência.

Foram também identificadas múltiplas restrições externas com influência direta no dia-a-dia da gestão do armazém em estudo. São comuns à distribuição farmacêutica e não controláveis pela Empresa X, devendo ser tidas em conta como pressupostos logo à partida durante o estudo da situação atual e na posterior implementação de cenários:

- A Empresa X lida com picos de procura que são gerados no início de cada mês com o volume de aviamentos a ultrapassar largamente a média dos restantes dias, facto que resulta fundamentalmente do aumento da capacidade de crédito por parte dos clientes durante estes períodos.
- Qualquer grossista farmacêutico tem que respeitar escrupulosamente o FEFO (“First To Expire First Out”), o denominado princípio de gestão de inventário no qual o produto que sai em primeiro lugar é aquele que apresenta a menor data de validade.
- Tendo em conta as flutuações inerentes ao mercado, são necessárias alterações constantes de preços de venda ao público (PVP) na gestão diária de inventários.

Relativamente às limitações de espaço identificadas logo à partida, importa realçar que a própria administração da Empresa X há muito que se inteirou deste problema, planeando a médio prazo uma mudança necessária de instalações. Desta forma, exige-se um esforço para que o trabalho desenvolvido durante os próximos meses possa ser transposto e aplicado numa realidade que não a atual. Para tal, é imprescindível criar desde início uma cultura de melhoria contínua sólida entre todas as equipas do armazém, de forma a garantir a sustentação das ações implementadas.

Em suma, e tendo em consideração os problemas e restrições apresentados, foram desenhadas soluções que contemplam o modo de operação e organização de fluxos internos, visando melhorar a gestão do atual armazém e perspetivando a sua implementação imediata nas novas instalações. O

trabalho desenvolvido na presente Dissertação permitiu um aumento da produtividade nas operações, melhoria da gestão visual e organizacional, normalização de processos e redução de erros.

### **3.3 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO**

No presente capítulo foi apresentada a empresa cliente, o seu modo de operação atual, a contextualização do mercado farmacêutico português e a caracterização do problema que motiva a presente Dissertação de Mestrado.

Apesar de todos os constrangimentos associados ao sector farmacêutico nos últimos anos, afetado pelas sucessivas medidas de austeridade e conseqüente diminuição do valor do mercado, a Empresa X mantém-se como uma das líderes em Portugal, defendendo uma política de criação de valor para o cliente em todas as suas operações.

Por conseguinte, visando manter a sua posição de mercado no atual clima de competitividade que a economia atravessa, surgiu a necessidade de tornar os processos do armazém mais robustos, os fluxos menos complexos e a eficiência das operações mais alta, sem que para isso fosse necessário um grande investimento. O armazém analisado foi selecionado pela administração como piloto para este projeto, perspetivando-se num futuro próximo a aplicação das soluções encontradas nas restantes infraestruturas do grupo em Portugal.

O capítulo 4 pretende apresentar conceitos e resultados práticos revelados pela comunidade académica no âmbito da metodologia *Lean* e discutir a sua aplicabilidade em áreas diversas, destacando também as suas limitações num âmbito geral. Descrevem-se ainda as principais características que compõem a Gestão de Armazéns e sintetiza-se o conjunto das ferramentas mais comuns para resolução de problemas aqui inseridos. A secção 4.1 apresenta a metodologia *Lean*, contemplando a Produção *Lean* (4.1.1); o Pensamento *Lean* (4.1.2) e as Limitações do *Lean* (4.1.3). Na secção 4.2 destaca-se o *Lean* para a Saúde. A secção 4.3 subdivide-se na Gestão Interna associada à Gestão de Armazéns (4.3.1) e na empregabilidade do *Lean* no contexto de armazéns (4.3.2). A secção 4.4 descreve as ferramentas *Lean* adotadas no âmbito do trabalho futuro: Envolvimento das Equipas na Cultura de Melhoria Contínua (4.4.1); Mapeamento da Cadeia de Valor (4.4.2); Gestão Visual (4.4.3); 5S (4.4.4); Normalização (4.4.5); Sistema *Kanban* (4.4.6) e Comboio Logístico (4.4.7). A secção 4.5 encerra o Estado da Arte com as principais conclusões do capítulo.

### 4.1 METODOLOGIA LEAN

#### 4.1.1 Produção *Lean* (*Lean Manufacturing*)

O surgimento do conceito *Lean* associa-se em primeira instância ao Fordismo de Henry Ford, com a primeira integração global de um processo produtivo que funcionava sequencialmente ao longo de uma linha de produção. A limitação do Sistema de Produção em Massa não era o fluxo, mas sim a falta de capacidade de oferecer variedade aos seus clientes, o que motivou a concepção do Sistema de Produção Toyota, desenvolvido na *Toyota Motor Company* nos anos 40.

Eiji Kiichiro e Taiichi Ohno, ambos engenheiros da *Toyota Motor Company*, visitaram e observaram a unidade fabril da Ford em Detroit por diversas vezes, de forma a compreender o sucesso da indústria automóvel americana dominada pela produção em massa (Womack et al., 1990). Sublinhe-se que a situação na indústria japonesa era deveras preocupante, tanto que o rácio de eficácia de produção entre um trabalhador japonês e americano se encontrava na ordem de 1 para 9 (Ohno, 1988). A partir da experiência e conhecimento adquirido por Kiichiro e Ohno, dinamizaram-se múltiplas experiências na *Toyota Motor Company*, tendo levado mais de 20 anos para que ambos implementassem todos os seus pareceres na cadeia de abastecimento da empresa (Womack et al., 1990; Imai, 1985).

Nasceu assim o *Toyota Production System* (TPS), sistema com fortes melhorias em relação ao sistema de Ford, que obriga a uma resolução contínua de problemas por todos os colaboradores da organização com o intuito de tornar o sistema cada vez mais robusto. Apresenta como pilares a *autonomation* (aplicação da inteligência humana nas máquinas) e o JIT (Sutherland & Bennett, 2007; Ohno, 1988). A sua aplicação apoia-se invariavelmente em cinco princípios chave: 1) eliminação do desperdício; 2) foco no processo; 3) aplicação do *genchi genbutsu* (“ir ao *gemba*”); 4) aplicação do *Kaizen*; e 5) motivação do respeito mútuo entre a gestão, colaboradores e parceiros de negócio (Sutherland & Bennett, 2007). Foram diversos os efeitos positivos na produtividade, qualidade do produto e resposta às alterações da procura do mercado que a implementação do TPS trouxe a inúmeras organizações,

tornando-as mais sustentáveis e autónomas no seu processo de desenvolvimento e melhoria (Womack et al., 1990).

#### 4.1.2 Pensamento *Lean*

De acordo com Shah & Ward (2007), a produção *Lean* é frequentemente descrita a partir de duas perspetivas diferentes: aquela que a descreve de um ponto de vista prático e a que a analisa através de uma visão filosófica. Esta última perspetiva incorpora a cultura associada ao *Lean*. Sublinhe-se que, no início dos anos 90, grande parte das empresas americanas que tentaram implementar o *Lean* falharam, isto porque se encontravam completamente focadas nas ferramentas associadas à metodologia, negligenciando por completo a importância dos aspetos culturais que garantem a sua implementação e manutenção a médio/longo prazo (Bhasin & Burcher, 2006; Hines et al., 2004). Desta forma, a produção *Lean* deve incorporar equipas multifacetadas em todos os níveis da organização, tanto na conceção, como na própria produção, procurando atribuir responsabilidade e poder mesmo aos “escalões” mais baixos, motivando todos os colaboradores para a melhoria contínua (Womack et al., 1990 in Melton, 2005).

No ano de 1996, o conceito inicial de *Lean* foi redefinido, passando a incorporar cinco princípios fundamentais (Hicks, 2007; Womack & Jones, 2003): 1) Identificação dos fluxos de valor para cada produto ou família de produto; 2) Valor específico através da especificação das atividades que criam valor na perspetiva do cliente; 3) Criação de valor com tomada de ações que contribuam para este objetivo; 4) Estratégia pull que ocorre quando a produção é despoletada pela encomenda, com recurso ao JIT; e 5) Perseguição da perfeição por meio da remoção contínua de desperdício em todos os níveis da cadeia de valor, com a ambição consciente pela perfeição e não apenas o “good enough”.

Segundo Melton (2005) a metodologia *Lean* sustenta inúmeras vantagens, evidenciando-se a redução do *lead time* para o cliente, redução dos inventários para as empresas, melhoria da gestão de conhecimento e obtenção de processos mais robustos (com menos erros e, conseqüentemente, menos retrabalho). O mesmo autor desenvolveu ainda uma abordagem estruturada com os vários passos que compõem a aplicação do *Lean*, tendo em conta os seus princípios básicos: 1) recolha de dados; 2) análise de dados; 3) desenho da mudança; 4) implementação da mudança; e 5) mensuração de benefícios. Sublinhe-se que a equipa deve continuar a recolher dados e a examinar o desempenho alcançado de forma contínua, para que novas melhorias possam ser implementadas.

#### 4.1.3 Limitações do *Lean*

Desde o seu aparecimento, o *Lean* tem assistido não só a um reconhecimento generalizado dos seus benefícios, como a posições críticas dentro da comunidade académica, que se debatem fundamentalmente com a falta de contingência e de habilidade para lidar com a variabilidade, a falta de consideração por aspetos humanos e o foco generalizado da metodologia no *shop-floor* (“chão de fábrica”) (Hines et al., 2004).

Cusumano (1994) defende que a metodologia *Lean* tem origens numa indústria com uma procura relativamente estável (indústria automóvel), caracterizada por grandes volumes e procuras repetitivas,



o que facilita a implementação de sistemas como o JIT ou o *Kanban*. Porém, estes podem ser inflexíveis na adaptação a outras realidades, em organizações onde a variedade de produtos oferecidos ao cliente é tão elevada que, frequentemente existe a necessidade de responder a encomendas com pouco volume e com tipologias pontuais, obrigando a constantes *setups* de máquinas e alterações aos *kanbans*. O mesmo autor apresenta outros métodos disponíveis no mercado com recurso a sistemas tecnológicos em alternativa ao *Lean*, garantindo terem uma eficiência muito mais elevada em organizações com bastante variabilidade na procura.

Danford (2010) desenvolveu um estudo com o apoio da Universidade de *West of England*, elaborado a partir de um conjunto de entrevistas realizadas antes e após a implementação da metodologia *Lean* em espaços administrativos. Concluiu-se que a generalidade dos entrevistados sofreu um impacto negativo no desenvolvimento das suas *skills*, um aparente aumento de *stress* e deterioração do estado de saúde, uma redução do *empowerment* e, conseqüentemente, um aumento generalizado da insatisfação. O estudo foi realizado no âmbito da introdução do *Lean* nos sectores públicos ingleses, com o objetivo de reduzir as atividades sem valor acrescentado e aumentar a produtividade global dos serviços (Danford, 2010).

Trent (2008) expressa que há um foco generalizado na implementação do *Lean* na produção, negligenciando-se frequentemente a visão do “*Lean end-to-end*”, conceito desenvolvido pelo autor que defende a aplicação o *Lean* na cadeia de abastecimento por inteiro, envolvendo as interações necessárias com os fornecedores externos e internos, de forma a adotar-se uma transformação *Lean* holística. Bozer (2012) reitera esta visão afirmando que os verdadeiros benefícios do *Lean* são unicamente atingidos no seu pleno quando as unidades industriais estão integradas numa cadeia de abastecimento *Lean*, a operar num sistema logístico *Lean*.

Compreenda-se que todas as metodologias têm lacunas e que o *Lean* não é exceção. Desde a década de 90, data em que surgiram os princípios *Lean*, muitas das suas lacunas foram sendo colmatas, sendo que outras foram pela primeira vez identificadas. Ressalve-se que inúmeras das críticas encontradas na literatura não têm em conta a evolução da metodologia, motivada em grande parte pelo progresso das organizações na sua curva de aprendizagem e pela extensão do pensamento *Lean* para novos sectores com diferentes características e novos desafios (Hines et al., 2004).

## **4.2 LEAN PARA A SAÚDE (LEAN HEALTHCARE)**

Embora o conceito *Lean* estivesse inicialmente focado na melhoria da produção no sector automóvel, hoje em dia os seus princípios são globalmente reconhecidos e a sua aplicação tornou-se numa realidade em diversos sectores, incluindo o da saúde. Este ponto de vista é reforçado com o número crescente de casos de sucesso nesta área relatados na literatura, demonstrando que o *Lean Healthcare* está a ganhar terreno não só por ser um “novo movimento”, mas porque introduz resultados sustentáveis nas organizações (Souza, 2009).

Souza (2009) apresenta uma Revisão da Literatura neste tema, dividindo as publicações em duas categorias principais: teóricas e casos de estudo. Qualifica as publicações com carácter teórico em dois grupos distintos: 1) Especulativas - sem evidências concretas do que resulta ou não na prática ou 2)

Metodológicas - que providenciam uma contribuição mais específica. Em relação aos casos de estudo, defende que estes se dividem em quatro categorias: 1) Tipo produção - relativos a departamentos dentro dos hospitais que se caracterizam de forma semelhante a uma fábrica; 2) Gestão e suporte - relativos a áreas do hospital que lidam sobretudo com fluxos de informação; 3) Fluxo de pacientes - implementação *core* do *Lean Healthcare*; ou 4) Organizacionais - desenho da estratégia e da cultura para uma implementação da metodologia com sucesso.

Sobek & Jimmerson (2003) reportam a implementação da metodologia *Lean* num departamento farmacêutico de um hospital norte-americano que resultou num evidente envolvimento dos colaboradores para a mudança e uma redução em 40% nos medicamentos perdidos. Em relação à mesma farmácia, são similarmente descritas reduções nas encomendas não satisfeitas e no inventário acumulado, segundo o artigo de Jimmerson et al. (2005). Ainda no sector das farmácias, Esimai (2005) relata uma redução em 50% nos erros despoletados pelos técnicos farmacêuticos, um aumento da capacidade, uma diminuição dos custos e uma evidente melhoria na motivação dos profissionais.

O princípio de produzir em fluxo e em sistema *pull* é diversas vezes considerado contraintuitivo pelos gestores tradicionais nesta área, que tendem a perspetivar o seu processo como *push*. Jones & Mitchell (2006) apresentam o caso do *Flinders Medical Centre*, hospital situado na Austrália, descrevendo a transição do sistema *push* para *pull*. Antes, empurravam-se (*push*) os doentes para as enfermarias, mesmo que estas não fossem especializadas no estado clínico da pessoa em causa. Além de conflitos sucessivos, geravam-se graves ineficiências (médicos percorriam as várias enfermarias para assistir os seus pacientes) e diversas preocupações com o estado clínico dos envolvidos. Atualmente, cada enfermaria seleciona os pacientes que melhor se adaptam às suas especialidades (*pull*) e, no caso de não existir oferta suficiente, trabalha-se para se encontrar as melhores alas alternativas. Atingiu-se assim a redução do tempo de viagem dos profissionais de saúde, uma diminuição em 50% no número de pacientes que não eram colocados nas alas corretas, o aumento de *turnover* de pacientes em 20% (redução de 1 dia na estadia média por paciente) e uma melhoria na comunicação entre os profissionais.

Robinson et al. (2012) argumentam que o *Lean Healthcare* pode ser empregue em conjunto com a simulação, provando que ambos podem complementar-se a fim de serem obtidos resultados ainda mais positivos, embora admitam que sejam metodologias frequentemente empregues de forma isolada.

O *Lean* aplicado à saúde tem a capacidade de aumentar a segurança e qualidade, melhorar o serviço oferecido e diminuir os custos associados. Porém, é crucial a existência de uma boa liderança com uma visão clara dos princípios desta metodologia, de forma a permitir aos colaboradores da organização a participação sem restrições no processo de melhoria contínua (Jones & Mitchell, 2006).

## 4.3 GESTÃO DE ARMAZÉNS

### 4.3.1 Gestão Interna

O movimento da produção para o Extremo Oriente, o crescimento do *e-commerce* e o aumento da procura são algumas das razões que justificam os desafios ímpares aos quais os armazéns se vêem

forçados a responder. Desta forma, a gestão de armazéns desempenha hoje um papel fundamental nas organizações (Frazelle, 2002a).

Todas as empresas detêm inventário. Aqui, pode englobar-se a matéria-prima, o WIP, materiais diversos utilizados em operações e produto acabado (Muller, 2011). Richards (2011) apresenta um conjunto de fatores que explicam a real necessidade de armazenar inventário, onde se destacam: 1) Incerteza e os padrões erráticos da procura; 2) Distância entre o local de produção e o cliente final; e 3) *Trade-off* existente entre a compra de grandes volumes - sujeitos a descontos de quantidade - e o custo de armazenamento.

O fluxo de materiais através de um armazém pode ser dividido em quatro funções (Rouwenhorst et al., 2000): 1) Receção de mercadoria; 2) Arrumação; 3) *Picking* para aviamento; e 4) Expedição. Note-se que estes processos envolvem inúmeras questões definidas no âmbito do desenho do armazém e das suas operações. Os recursos disponíveis como o espaço, trabalho e equipamento, carecem de uma alocação às diferentes funções do armazém, sendo que cada uma destas funções deve ser atentamente implementada, operada e coordenada, possibilitando o cumprimento dos requisitos do sistema em termos de capacidade, fluxo produtivo e serviço, ao mínimo custo possível (Gu et al., 2007). Rouwenhorst et al. (2000) associam a cada uma das decisões a ser tomada um dos três níveis seguintes, permitindo assim, a sua análise de uma forma mais estruturada:

- **Nível Estratégico** - Inclui decisões com impacto a longo-prazo e associadas, normalmente, a grandes investimentos: definição da unidade de armazenamento, desenho do fluxo de processo e selecção dos sistemas de armazenamento e triagem.
- **Nível Tácito** - Implica decisões de médio-prazo, tais como o desenho do *layout*, dimensionamento do sistema de armazenamento, dimensionamento das zonas de *picking*, determinação das políticas de reaprovisionamento, selecção do conceito de armazenagem (aleatório, dedicado ou baseado na classe do produto), alocação de produtos a locais de armazenamento, dimensionamento dos cais de expedição, dimensionamento do material de manuseamento e dimensionamento dos recursos humanos.
- **Nível Operacional** - Engloba todas as decisões com incidência a curto-prazo, tais como a alocação de novos produtos a localizações livres, definição de rotas de *picking*, designação dos cais de chegada e partida na expedição e atribuição de tarefas às equipas.

Gu et al. (2007) descrevem os problemas associados à definição do desenho do armazém e à sua operação, enunciando de forma mais particular as várias decisões a serem tomadas por parte da organização. Gu et al (2010) dividem o desenho do armazém em cinco áreas de atuação:

#### 1. Estrutura geral do armazém

Inclui a determinação do padrão de fluxo, a definição das diversas áreas funcionais e os respetivos fluxos entre eles. Esta área de atuação é pouco abordada na comunidade académica, encontrando-se frequentemente limitada a aproximações ou a modelos qualitativos combinados com uma escassa exploração do desenho do espaço, que por si só pode ser restringido a hipóteses simplificadoras.

## 2. Capacidade e dimensionamento do armazém

A primeira traduz a capacidade de armazenagem da instalação e o dimensionamento exprime a capacidade em espaço de chão do armazém, possibilitando a avaliação da construção e dos custos operacionais.

## 3. Definição do *layout* do armazém

A definição do *layout* com o desenho das suas diversas áreas é um tema amplamente discutido na literatura. Gu et al. (2010) discutem um conjunto variado de problemas englobados neste âmbito, classificando-os em três grandes grupos: 1) Padrão de empilhamento de paletes; 2) *Layout* da área de armazenamento; e 3) Configuração do AS/RS (“Automated Storage and Retrieval System”). Ressalve-se que todas estas decisões afetam o desempenho do armazém, com especial impacto no custo de construção, manutenção e manuseamento de material; na capacidade de armazenamento; e na utilização de espaço e equipamento.

## 4. Seleção do equipamento do armazém

Selecionar o equipamento implica a determinação do nível de automação, do tipo de armazenamento e dos sistemas de manuseamento de material a instalar. Estas decisões são obviamente estratégicas, já que têm influência no investimento a aplicar e no desempenho do próprio armazém. A escolha das estratégias de operação não é alterada frequentemente e tem um importante efeito no sistema global. A opção entre o armazenamento aleatório ou dedicado e o método de *picking* a implementar são decisões que se inserem neste âmbito. Gu et al. (2007) detalham as políticas de operação e discutem as suas implementações.

A operação do armazém surge repartida em três grupos, segundo Gu et al. (2007):

### 1. Receção e expedição

As decisões mais comuns no âmbito das operações de receção e expedição passam pela alocação dos fluxos de entrada e saída aos cais (o que determina os fluxos internos agregado de matéria), pelo escalonamento do serviço de transporte em cada cais e pela alocação de recursos às respetivas atividades. Importa mencionar que continuam a ser poucos os modelos direcionados para a gestão das operações de receção e expedição até hoje desenvolvidos.

### 2. Armazenamento

É a principal função de um armazém. Tem como decisões fulcrais na sua definição a quantidade de inventário a ter por SKU, a frequência de reabastecimento, a localização do inventário de cada SKU e a movimentação do inventário entre as diferentes áreas. Um SKU pode ser armazenado em mais do que uma área do armazém, sendo esta especificação uma decisão englobada no desenho da instalação. Uma vez tomada, é necessário determinar que SKUs devem estar em cada uma das áreas, em que quantidade, e que movimentos entre estas devem existir, para um dado SKU. Espera-se uma deliberação assertiva por parte dos decisores tendo em conta o *trade-off* existente entre o armazenamento, custo de manuseamento e capacidade. O *zoning* caracteriza-se pela etapa posterior, que procura delimitar diferentes zonas de armazenamento dentro de uma dada área, onde são alocados determinados SKUs. Note-se que diferentes áreas no armazém podem utilizar diferentes políticas de atribuição de localizações de armazenamento, dependendo das suas características.

### 3. *Order Picking*

É reconhecida, na generalidade, como a operação com custos mais elevados no armazém já que tende a implicar elevada mão-de-obra ou investimentos avultados (Frazelle, 2002b). Existem diversas estratégias e diferentes métodos de *picking*, o que implica uma análise prévia por parte das empresas no sentido de selecionarem aquilo que melhor se adapta às suas características e objetivos. Todas as estratégias de *picking* são constituídas por uma, ou todas, as seguintes etapas chave: lote (*batching*); escalonamento (*sequencing*) e definição de rota (*routing*); e triagem (*sorting*). A primeira determina a partição do conjunto de encomendas recebidas em lotes, onde cada lote será selecionado e acumulado para embalagem e expedição, durante uma janela de tempo específica. O escalonamento e definição de rota determinam a melhor sequência e trajeto de localizações para o *picking* e/ou triagem de um dado conjunto de itens, objetivando normalmente a minimização do custo total de manuseamento de material. A triagem é necessária quando múltiplas encomendas são conjuntamente sujeitas a *picking*, podendo ser implementada durante este processo ou posteriormente.

Existe portanto um conjunto primário de questões envolvidas no desenho e nas operações de um armazém que permite que este consiga responder aos requisitos para o qual é concebido. Todas devem ser cuidadosamente abordadas pela organização para que as escolhas tomadas se adaptem o melhor possível aos objetivos delineados. A Tabela 1 compreende uma sumarização de diversas publicações que abordam cada um dos temas enunciados, complementando este processo de decisão.

Tabela 1 - Sumarização de publicações na comunidade académica em Operações e Desenho de Armazéns

Autor	Framework	Métricas ou Indicadores	Estrutura geral	Capacidade e dimensionamento	Seleção de equipamento	Estratégia operacional	Layout	Receção	Armazenamento	Order-picking	Expedição
Sharp et al. (1994)					x						
Bartholdi & Gue (2000)							x	x			x
Petersen (2002)							x			x	
Önüt et al. (2008)			x						x	x	
Karaman & Altioek (2009)		x									
Chae (2009)	x	x							x		
Utterbeeck et al. (2009)			x								
Minner (2009)				x					x		
Chan & Chan (2011)									x	x	
Cuthbertson et al. (2011)	x	x									
Chuang et al. (2012)			x							x	
Schleyer & Gue (2012)								x	x	x	
Yang et al. (2012)						x			x		
Kristianto et al. (2012)									x		
Ramasesh & Rachamadugu (2012)				x		x					
Schmid et al. (2013)	x					x					

### 4.3.2 *Lean* em Armazéns (*Lean Warehousing*)

Atualmente, também os armazéns e centros de distribuição estão focados na agilização dos seus processos porém, contrariamente ao esperado, o *Lean Warehousing* é ainda pouco explorado pela comunidade acadêmica, contrastando com todo o trabalho já desenvolvido no *Lean* aplicado à produção (*Lean Manufacturing*) ou direcionado para a Saúde (*Lean Healthcare*) (Bozer, 2012). Note-se que as principais diferenças entre o *Lean* na produção e o *Lean* nos armazéns são encontradas maioritariamente na variabilidade e na previsibilidade de cada um. Trebilcock (2004) afirma que num contexto industrial a previsibilidade é normalmente conseguida, permitindo a sincronização dos processos e atividades *Lean*. Todavia, esta realidade contrasta com o paradigma dos armazéns, onde a capacidade de controlar ou prever a procura de produtos é comparativamente mais baixa, tendência que contribui invariavelmente para o aumento do desperdício.

Esta secção procura analisar as já enumeradas sete fontes primárias de desperdício, mas agora perspetivadas na ótica do armazém e da sua gestão (Bozer, 2012):

- **Desperdício em sobreprodução** - Tendo em conta que os armazéns não têm normalmente processos de produção a si associados, então este desperdício não é aplicável.
- **Desperdício em tempo de espera** - Ocorre quando o colaborador está pronto para continuar o seu trabalho mas o processo não lho permite ou quando o produto fica à espera para prosseguir. Por exemplo, quando o colaborador tem disponibilidade para realizar o *picking* associado a uma determinada encomenda, mas o inventário não está disponível ou quando os equipamentos para manuseamento de materiais são necessários mas não estão prontos a utilizar no momento. Este desperdício é minimizado a partir do terceiro princípio *Lean*, o fluxo, onde os atrasos no processo são diminuídos drasticamente.
- **Desperdício em transporte** - O movimento de produtos pelo colaborador é normalmente definido como um processo necessário mas sem qualquer valor para o cliente, não podendo ser totalmente eliminado. Contudo, deve existir um esforço no sentido de o minimizar. A disposição dos produtos armazenados deve ser estudada para que não sejam feitas viagens desnecessárias ou distâncias desapropriadas. A metodologia *Lean* aplica o princípio do fluxo de forma a auxiliar a sua redução.
- **Desperdício em excesso de processamento** - Ocorre quando é necessário duplicar informação ou tarefas de forma a prosseguir-se com o trabalho diário no armazém (múltiplos *scans* de códigos de barras é um exemplo). Os fluxos de valor podem trazer benefícios em termos de agilização do processo, o que conseqüentemente eliminará grande parte do desperdício.
- **Desperdício em inventário** - Por motivos vários, os armazéns invulgarmente detêm a quantidade adequada de inventário, sendo que idealmente deve existir um equilíbrio bem definido que evite a escassez e subseqüentes encomendas não satisfeitas, e o excesso. Ambos têm conseqüências negativas no fluxo do armazém e são considerados desperdício em inventário. Em conjunto com ferramentas como a quantidade económica de encomenda (EOQ) e a otimização do nível máximo e mínimo de inventário, a metodologia *Lean* procura definir a quantidade precisa de inventário necessária através da implementação do princípio *pull*.

- **Desperdício em movimento** - Incluem-se casos em que o inventário está armazenado em localizações de difícil acesso para o colaborador, obrigando-o a posições pouco ergonómicas ou a necessitar de apoios para alcançar o item pretendido. A aplicação de um fluxo apropriado poderá eliminar parte deste desperdício, com o armazenamento dos itens em localizações convenientes.
- **Desperdício em produtos defeituosos** - Um dos maiores desafios de um armazém é evitar que se recolha o item ou a quantidade errados, o que pode levar a trocas ou devoluções que desencadeiam um processo de retrabalho, descontentamento do cliente e inevitáveis custos. A juntar a estes acontecimentos, estão os produtos com defeito. Desta forma, deve aplicar-se o quinto e último princípio da metodologia *Lean* - “a procura pela perfeição” - que obriga o armazém a abastecer o cliente com o produto pedido, na quantidade certa, tempo acordado e local designado.

Um estudo realizado por Gaunt (2006) caracterizou o potencial de aplicar o pensamento *Lean* na gestão de armazéns, destacando que durante o tratamento de uma encomenda regular apenas 37,9% do seu tempo de ciclo é realmente empregue no processamento da mesma. Desta forma, a Tabela 2 reúne alguns dos resultados da aplicação do *Lean Warehousing*, revelando manifestos benefícios em termos de produtividade e diminuição de erros.

Tabela 2 - Sumarização dos impactos observados com a implementação do *Lean Warehousing*

Empresa	Autor	Ferramentas	Impacto observado
Armazém genérico	Garcia (2003)	VSM; Desenho de <i>Layout</i> ; Gestão Visual.	Redução em 50% no processamento de uma encomenda e redução em 25% no <i>lead time</i> total.
<i>Eastman Kodak Company</i>	Cook et al., (2005)	JIT; Nivelamento de Produção; <i>Milkruns</i> ; Sistema <i>Kanban</i> ; <i>Poka-yoke</i> <sup>5</sup> ; Envolvimento das Equipas na Cultura de Melhoria Contínua.	Redução em 71% do tempo de ciclo <i>inbound</i> , em 76% os níveis de inventário e em 51% o espaço necessário para armazenamento.
<i>Menlo Worldwide Logistics</i>	Bradley (2006)	VSM; Desenho de <i>Layout</i> ; Normalização; Gestão Visual; 5S; Envolvimento das Equipas na Cultura de Melhoria Contínua.	Aumento de produtividade em 32% e redução da percentagem de erros em 44%. Percentagem de expedições “on-time” de 100%.
Armazém genérico	Dharmapriya & Kulatunga (2011)	Desenho de <i>Layout</i> ; VSM.	Redução em 30% da distância percorrida durante as operações.
<i>Bosch Group</i>	Dehdari (2013)	Foram definidos diferentes graus de maturidade consoante o estado de implementação de diversas técnicas <i>Lean</i> , onde se incluí a Normalização; o VSM; os 5S; a Gestão Visual; etc.	A implementação do <i>Lean</i> com base no método apresentado pelo autor aumentará a produtividade do armazém, no mínimo, em 5% (esta percentagem depende do grau de maturidade das técnicas aplicadas, medido através de KPIs)
<i>Broedrene Dahl</i>	J. K. Petersen (2015)	Fluxo em <i>Pull</i> ; Normalização de tarefas; Envolvimento das Equipas na Cultura de Melhoria Contínua.	Aumento da eficiência em 20% em todas as áreas do armazém e 40% em algumas destas; redução significativa das <i>backorders</i> .

<sup>5</sup> *Poka-yoke*: Dispositivo destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabrico ou na utilização de produtos.

Porém, é necessário ter em conta que a metodologia *Lean* por si só não é suficiente para resolver todos os problemas que frequentemente estão relacionados com o funcionamento de um armazém. Deve antes ser integrada com outras ferramentas associadas à Gestão de Armazéns, amplificando os seus resultados e transformando a instalação num sistema organizado, tal como uma linha de produção (Phogat, 2013).

Mingers & Brocklesby (1997) defendem que a aplicação da Multimetodologia permite uma contribuição mais efetiva e uma melhor adaptação ao mundo real. No entanto, os mesmos autores admitem que, a combinação de diversas metodologias, tantas vezes associadas a diferentes paradigmas, pode levar a determinados constrangimentos: filosoficamente, em termos da incomensurabilidade do paradigma<sup>6</sup>; teoricamente, na procura pela capacidade de adaptação de diferentes metodologias de forma efetiva; e, em termos práticos, devido à necessidade de um amplo conhecimento, diferentes *skills* e grande flexibilidade exigida a todos os elementos envolvidos.

#### **4.4 FERRAMENTAS LEAN**

Depois da apresentação de uma abordagem global da metodologia *Lean*, esta secção apresenta a seleção das ferramentas *Lean* com enquadramento no seguimento da Dissertação de Mestrado. Refira-se que, para garantir a estabilidade exigida no processo de implementação das ferramentas e na sua sustentabilidade a longo-prazo, é necessário que antes exista um envolvimento de todos os elementos da empresa, independentemente do nível que ocupam na estrutura organizacional.

##### **4.4.1 Envolvimento das equipas na cultura de melhoria contínua**

De forma a ser possível a existência de bases sólidas que permitam o desenvolvimento e sustentação de melhorias numa organização, é fulcral assistir-se a um esforço global no sentido de mudar mentalidades e comportamentos de todos os que aí laboram. Se este esforço não for significativo, as melhorias alcançadas nos projetos podem rapidamente regredir e voltar ao ponto de partida (Kaizen Institute, 2015a).

Segundo Bessant et al. (2001), a gestão eficaz da melhoria contínua depende em muito da visão da mesma não como uma atividade de curto prazo, mas como a evolução e agregação de um conjunto de rotinas comportamentais dentro da organização. A construção de uma capacidade comportamental deste tipo constitui uma importante contribuição para a concretização de objetivos estratégicos, como menores custos, maior qualidade e capacidade de resposta mais rápida. Contudo, o processo não é fácil, obrigando a uma articulação e aprendizagem de comportamentos, os quais estão sujeitos a uma prática contínua até que se tornem hábitos.

Marquardt (1996) defende que os colaboradores com capacidade de escolha são capazes de tomar decisões tão acertadas, ou mesmo melhores, do que os próprios gestores, isto porque, na generalidade dos casos, possuem um maior conhecimento acerca dos processos onde estão envolvidos.

---

<sup>6</sup> Incomensurabilidade do paradigma: Impossibilidade de comparar dois paradigmas de forma objectiva, de forma a concluir que um é melhor do que o outro.



Em suma, Ahmed et al. (1999) revelam que no futuro as organizações com maior êxito serão aquelas que concentram os seus recursos não só no produto, processo e aperfeiçoamento técnico, como também na construção de ambientes duradouros que procuram alcançar um maior nível de competência, através da gestão do individuo, do grupo e da aprendizagem organizacional.

#### **4.4.2 Mapeamento da cadeia de valor (VSM)**

O VSM é uma ferramenta que auxilia a observação e compreensão do fluxo de materiais e informação de um produto ao longo da sua cadeia de valor, com o cuidado de representar todos os processos envolvidos no seu decurso. É a maneira mais apropriada e rápida para que se identifique as fontes de desperdício nas cadeias de valor das organizações, perspetivando um olhar global sobre a cadeia e não apenas em determinados processos ou na otimização específica de determinadas partes (Rother & Shook, 1999). Denota três passos fundamentais: 1) escolha de um determinado produto, ou uma família de produtos, como base para a melhoria a aplicar; 2) mapa do estado atual do sistema; e 3) criação do mapa do estado futuro. Este último mapa é a base para a implementação das mudanças no sistema (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Para muitas organizações que sempre implementaram métodos tradicionais, pode existir uma relutância superior ao esperado para a implementação do VSM e de outras técnicas *Kaizen Lean*. Desta forma, recorre-se à simulação para que seja possível lidar da melhor forma com a incerteza e, para que se criem vistas dinâmicas de níveis de inventário, *lead times* e utilizações de máquinas para diferentes mapas de estados futuros. Assim, é possível a comparação do desempenho expectável no futuro e dos resultados que atualmente estão a ser obtidos (Detty & Yingling, 2000).

Grove et al. (2010) utilizaram esta ferramenta num hospital para mapear as principais tarefas do serviço de cuidados primários ao domicílio, tendo verificado que 65% das mesmas podiam ser removidas. Concluíram ainda que, 15% das atividades dos clínicos e 46% das atividades do pessoal administrativo eram, efetivamente, desperdício.

T. Yang et al. (2015) apresentam o caso de uma empresa produtora de redes de pesca, onde o VSM possibilitou perceber que apenas 56% do *lead time* era composto por tarefas de valor acrescentado. Com recurso à simulação, percebe-se que os futuros mapas de fluxo de valor apresentam um aumento do nível de serviço e uma redução do WIP em, pelo menos, 29,41% e 33,92%, respetivamente.

#### **4.4.3 Gestão Visual**

Indo ao encontro do descrito de forma sumária na secção 2.3.1, a Gestão Visual parte do princípio de que todas as ferramentas, atividades e indicadores de desempenho devem estar visíveis e perceptíveis, possibilitando a todos os envolvidos a compreensão do estado atual do sistema de forma fácil e célere (Marchwinski et al., 2008 in Koch et al., 2012).

Parry & Turner (2006) apresentam três casos de estudo de empresas do sector aeroespacial (mais propriamente a Rolls Royce, Airbus UK e Weston Aerospace), demonstrando que o recurso a esta ferramenta complementa a avaliação e medição de desempenho, incorporando além disso a disciplina, que resulta na transparência, sendo que esta, por sua vez, auxilia a alocação de recursos e

agendamentos. Os mesmos autores consideram a Gestão Visual uma ferramenta largamente subestimada tendo em conta os *outputs* tão positivos que pode gerar nas organizações.

Tjell & Bosch-sijtsema (2015) realizaram um estudo na indústria da construção no âmbito deste tema, concluindo que a Gestão Visual oferece às equipas um grau de independência mais elevado quando os envolvidos no desenvolvimento de um projeto participam ativamente nas reuniões de seguimento, motivando a partilha de conhecimento entre todos.

#### 4.4.4 5S

Os 5S são um método composto por cinco etapas, explicitadas na Tabela 3, todas elas começadas por “s” em japonês, procurando criar um local de trabalho organizado com a envolvimento de todos, através da utilização de normas e disciplina (Womack & Jones, 2003). É aplicável com sucesso em todos os sectores, auxiliando qualquer organização a obter resultados com impacto.

*Tabela 3 - Enumeração dos 5S e seus objetivos primordiais (Buesa, 2009; Imai, 2012; Jiménez et al., 2015)*

5S	Objetivo
Triagem ( <i>seiri</i> )	Separação entre o que é necessário e desnecessário
Arrumação ( <i>seiton</i> ),	Classificação dos materiais triados consoante a frequência de utilização
Limpeza ( <i>seiso</i> )	Limpeza do local de trabalho e dos equipamentos, prontos a utilizar pelo próximo
Normalização ( <i>seiketsu</i> )	Garantia da manutenção dos procedimentos apontados nas etapas antecedentes
Disciplina ( <i>shituke</i> )	Compromisso de todos os envolvidos que garante a sustentabilidade a longo-prazo

Alguns autores na comunidade académica estendem esta metodologia a um sexto “s” - a segurança - motivando práticas que contribuam para um espaço de trabalho mais seguro para todos os colaboradores e eventuais visitantes (Kimsey, 2010).

Neste sentido, Paula & Costa (2009) apresentam as conclusões de um questionário de autoanálise efetivado após a implementação dos 5S no serviço de imagiologia de um hospital português, revelando que os inquiridos têm uma perceção global bastante positiva no que concerne à implementação desta ferramenta, opinião motivada pelo crescimento interno das equipas através da mudança de hábitos, atitudes e organização diária.

Jiménez et al. (2015) apresenta os resultados da implementação dos 5S num laboratório piloto, demonstrando que a ferramenta possibilita a criação de uma cultura de melhoria contínua com consequências positivas no ambiente de trabalho e na motivação de todos os envolvidos. Além disso, confirma o já referido papel da ferramenta na diminuição dos riscos sistemáticos na atividade.

Buesa (2009) defende que os 5S por si só levam a resultados de excelência, não obstante de beneficiar do uso de outras ferramentas *Lean* que os complementem.

#### 4.4.5 Normalização

A base do sistema *Lean* passa pela normalização. Uma norma define-se como uma imagem clara de uma condição ambicionada que torna imediatamente identificáveis quaisquer desvios ao desejado, possibilitando uma ação corretiva rápida. A norma deve ser simples e visual, designando a maneira

mais segura, fácil e eficaz conhecida até hoje de executar um processo ou tarefa (Dennis, 2002).

Dennis (2002) enumera os benefícios do trabalho normalizado numa organização, destacando-se: a contribuição para a estabilidade do processo; a definição de pontos de início e fim claros para cada processo; o incentivo às auditorias; a resolução de problemas; o envolvimento dos colaboradores na construção de normas; e a designada redução de desperdício. A normalização do trabalho baseia-se em três elementos primários: o *takt time* (corresponde ao ritmo de produção necessário para responder à procura), a sequência exata pela qual o colaborador desempenha as tarefas dentro do *takt time* e o WIP normalizado para que o processo prossiga sem paragens (Marchwinski et al., 2008).

Dennis (2002) entende que devem ser os colaboradores a desenhar as normas e, que só assim se torna possível providenciar a base pretendida para a melhoria. Porém, em muitas organizações, o trabalho normalizado torna-se um meio para o aumento de controlo por parte da gestão, distorcendo os verdadeiros objetivos deste método. De notar ainda que, numa fase anterior à implementação da normalização nas várias tarefas, devem ser eliminadas todas as fontes de instabilidade do processo.

Existem vários tipos de normas, nomeadamente: regras de execução e de inspeção; “One-Point-Lessons”<sup>7</sup> (OPL’s); ajudas visuais; *check-lists*; auditorias e instruções de trabalho (Kaizen Institute, 2015a).

#### **4.4.6 Sistema Kanban**

Normalmente é representado por um cartão retangular que autoriza a produção ou a proíbe, podendo conter também outros tipos de informação, tais como o fornecedor do produto, o cliente, o local de armazenamento e as condições de transporte aconselhadas. Atualmente existem *kanbans* compostos por luzes dispostos, por exemplo, num quadro de controlo de produção por exemplo, ou sinais eletrónicos enviados à máquina para que esta pare de produzir. As atuais mensagens de aviso no computador têm também os princípios do *kanban* com a natural evolução tecnológica associada (Dennis, 2002).

Lage Junior & Godinho Filho (2010) estudaram as variações presentes neste sistema com a análise a 32 aplicações diferentes de *kanban*, concluindo que as organizações têm não só dificuldade em adaptar-se a este sistema quando existe uma procura e tempos de processamento instáveis, como quando sujeitas a grandes distâncias entre postos de trabalho, sistemas automatizados, fluxos complexos de materiais, equipamentos poucos confiáveis ou a um grande número de fornecedores.

Num contexto industrial, Naufal et al. (2012) demonstram que a implementação do Sistema *Kanban* trouxe melhorias a uma empresa malaia de componentes automóveis, com reduções no *lead time* de 40% e, no inventário de WIP e produto acabado, entre os 23 e os 29%, respetivamente.

Azian et al. (2013) identificam os principais fatores que impedem sistematicamente as pequenas e médias empresas (PMEs) de adotar esta ferramenta, entre os quais a ineficaz gestão de inventário, a

---

<sup>7</sup> “One-Point.Lesson”: É uma instrução de trabalho visual para o operador, com os passos da operação ilustrada com fotografias, permitindo: eliminar a variabilidade; aumentar a produtividade; evitar erros e normalizar tarefas.

fraca participação dos fornecedores, a inexistência de melhorias e controlo em matéria de qualidade, a ausência de participação dos trabalhadores e a falta de compromisso da administração.

#### 4.4.7 Comboio Logístico

Na década de 50 o sistema de comboio logístico desempenhava um papel de transferência daquilo que era pedido para produção entre unidades industriais, onde se incluía a matéria-prima, componentes e peças. Com o desenvolvimento e expansão do TPS nas organizações e indústrias, o *mizusumashi* (designação em japonês para comboio logístico) passou a abastecer também o bordo de linha (Nomura & Takakuwa, 2006). Segundo Ichikawa (2009), o comboio logístico tem a capacidade de abastecer o bordo de linha com os itens necessários, nas quantidades necessárias e em JIT, utilizando o *Sistema Kanban* e, contribuindo assim, para um aumento geral da produtividade. Pode ser constituído por trabalhadores que fornecem as peças ou partes para as linhas de montagem com as suas próprias mãos ou ter recurso a instrumentos com algum grau de automação, facto que leva Nomura & Takakuwa (2006) a defenderem que este sistema desempenha um importante papel na produção, em parte porque apresenta maior flexibilidade do que um sistema automático de fornecimento à linha.

O comboio logístico deve percorrer em ciclo uma determinada rota e um horário bem definido, delineados de acordo com as necessidades e coerência do percurso. Permite que nos locais onde o material é necessário com elevada frequência, a sua rotação seja maior, possibilitando assim uma menor quantidade de material parado no bordo de linha. Significa portanto que o *mizusumashi* concentra todo o desperdício, permitindo conceber máxima produtividade à linha (Machado, 2008).

Moreira (2010) apresenta a implementação conjunta de um comboio logístico de informação e de material numa empresa portuguesa do sector têxtil. O primeiro tinha como função primordial a coordenação de todos os elos da cadeia para que estes funcionem de forma sincronizada, o que permitiu um aumento da visibilidade dos processos, uma melhoria na comunicação entre as áreas e uma descentralização na resolução de problemas. Por sua vez, o comboio logístico de material possibilitou aos operadores a supressão da preocupação relacionada com a entrada e saída de material, potenciando a atenção exclusiva nas suas tarefas de valor acrescentado.

Martins (2014) refere que a implementação do comboio logístico entre o armazém e as áreas de produção de uma outra empresa do mesmo sector permite um aumento evidente na eficiência das operações, obtido através da poupança de uma hora por dia ao operador no início do seu turno.

### 4.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

No presente capítulo foram abordados os diversos conceitos teóricos que fundamentam a metodologia aplicada na Dissertação de Mestrado.

Primeiramente, começou por ser apresentada a metodologia *Lean*, subdividida na Produção *Lean* (*Lean Manufacturing*), Pensamento *Lean* e suas limitações. Tendo em conta que a Empresa X se insere no sector da Saúde, introduziu-se o *Lean* para a Saúde (*Lean Healthcare*) juntamente com a descrição de múltiplos casos com êxito. Na secção seguinte contemplaram-se as principais características da Gestão de Armazéns, informação complementada com a compilação de diversas publicações neste

âmbito, divididas de forma estruturada segundo o tema tratado. Posteriormente, introduziu-se a metodologia *Lean* aplicada em Armazéns (*Lean Warehousing*) e uma sumarização de várias implementações de sucesso presentes na literatura, com a sucinta apresentação dos resultados obtidos. Por forma a complementar o Estado da Arte, apresentaram-se na última secção as várias ferramentas *Lean* a aplicar no trabalho que será futuramente desenvolvido. Por conseguinte, a Figura 8 integra todas as ferramentas analisadas, definindo a metodologia a aplicar, a qual vem colmatar a inexistência na literatura de uma resposta tão específica ao problema apresentado.

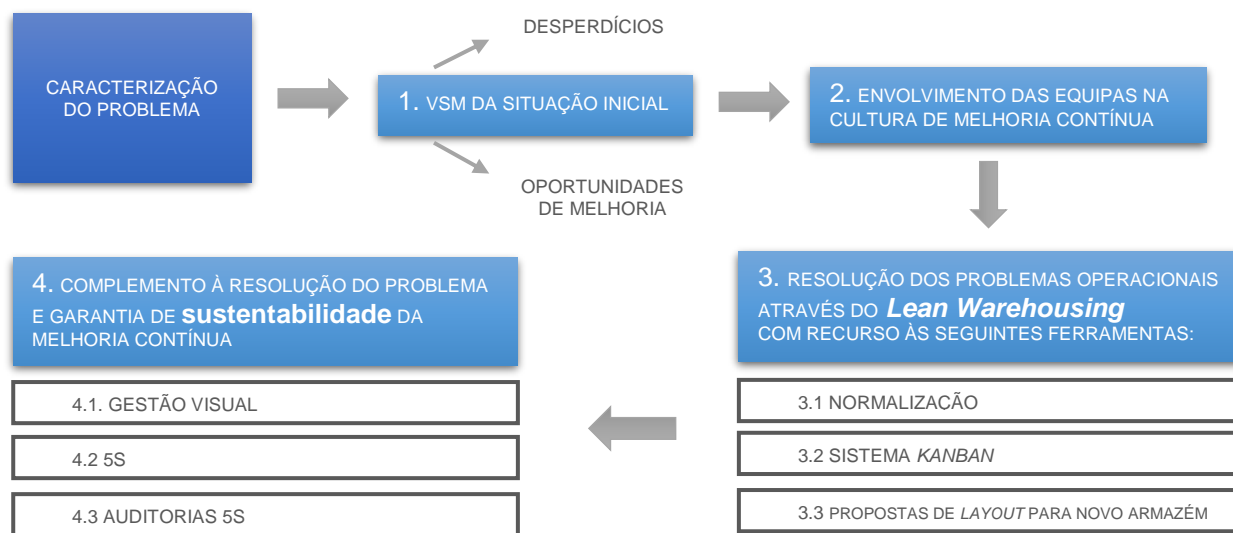


Figura 8 - Integração das ferramentas analisadas como definição da metodologia a aplicar

Após a identificação e caracterização do(s) problema(s) é elaborado um VSM (1) que permite identificar os desperdícios na cadeia de valor e as oportunidades a si associadas. Este trabalho deve ser seguido da criação de uma cultura de melhoria contínua na organização (2), o que permitirá o sucesso da implementação das fases subsequentes. Aqui, a gestão de topo tem um papel crucial no sentido em que deve fomentar o envolvimento de todos os colaboradores neste processo desde o início e sem restrições hierárquicas. A resolução dos problemas operacionais (3) tem como alicerce o *Lean Warehousing*, com a implementação da normalização de trabalho nas equipas do armazém (3.1), do Sistema *Kanban* para um reabastecimento mais eficaz (3.2) e do comboio logístico (3.3). Para que seja possível sustentar as melhorias em curso, criar continuamente novas formas de fazer prosperar os indicadores das várias equipas e, conseqüentemente, os resultados da empresa (4), deve existir um esforço para a implementação da gestão visual (4.1) e dos 5S (4.2). A sua correta implementação deve ser avaliada através de auditorias regulares, possibilitando a prossecução dos processos implementados a médio/longo-prazo e a estimulação da necessidade de “ser cada vez melhor”.

Em suma, a Revisão da Literatura deixou claro que a aplicação prática de conceitos *Lean* é, atualmente, uma vantagem competitiva face às empresas concorrentes, viabilizando a redução de custos e o aumento da eficiência sem investimentos avultados. Num contexto de Gestão de Armazéns, apesar de ser ainda pouco explorado, o *Lean* tem um elevado potencial face a todo desperdício inerente à operação de um armazém, fazendo prever a sua crescente implementação durante os próximos anos.

O presente capítulo tem como principal objetivo recolher e analisar dados que permitam edificar uma estratégia de melhoria nas operações do armazém. A secção 5.1 enuncia os dados caracterizados no VSM, explicita os pressupostos utilizados e descreve de forma pormenorizada as operações do armazém. A secção 5.2 analisa os dados recolhidos de forma estruturada, identificando os principais desperdícios associados a cada secção. Subdivide-se na Receção e Conferência de Mercadoria (5.2.1); Arrumação e Reabastecimento de Mercadoria (5.2.2); *Picking* Manual (5.2.3); *Picking* Automatizado (5.2.4); e Expedição (5.2.5). A secção 5.3 descreve as várias etapas de implementação das soluções a aplicar, com as respetivas estratégias e ferramentas propostas. Finalmente, a secção 5.4 encerra o capítulo enunciando as principais conclusões inerentes ao seu desenvolvimento.

### 5.1 RECOLHA DE DADOS

No contexto da Dissertação de Mestrado definiu-se um processo como um conjunto de atividades ou operações realizadas pelos operadores, podendo estas ser físicas, como uma operação de *picking*, ou não-físicas, como um pedido de produto. Por conseguinte, construiu-se numa primeira fase um VSM geral da atividade do armazém, com o principal objetivo de apresentar uma visão geral das operações respeitantes à Situação Inicial (Figura 9). O seu desenvolvimento gerou diversas visitas ao *gemba*, permitindo a recolha dados referentes a cada processo, identificação de problemas ou erros processuais e, conseqüentemente, oportunidades de melhoria. Estas sessões foram desencadeadas na presença dos líderes das múltiplas equipas do armazém.

Como ponto de partida, foram caracterizados os seguintes dados inerentes ao VSM:

- Número de operadores intervenientes numa dada operação e respetivos turnos.
- Tempo de ciclo (TC) - Tempo no qual um dado processo é executado. Inclui o tempo em que se realizam efetivamente as operações que acrescentam valor ao cliente final (exemplo: colocação do produto a aviar no contentor) e o tempo em que decorrem atividades de preparação da encomenda, tendo em vista a dita criação de valor (exemplo: deslocação do operador para ir buscar produto à prateleira durante o aviamento). Este tempo é dado em segundos.
- Tempo de valor não acrescentado (TVNA) - Tempo de movimentação ou de espera entre atividades do processo (exemplo: tempo de espera da mercadoria na zona de *pré-arrumação* para ser armazenada a granel e carregada a *stock*). Este tempo é dado em dias.

Tendo em conta que o controlo de dados no armazém é bastante limitado, foram assumidos diversos pressupostos para que fosse possível a construção do VSM. Mais, foi construído um processo durante um período experimental de recolha de dados que não eram até aqui trabalhados pela Empresa X. Desta forma, foi possível ultrapassar as limitações iniciais e construir um fluxo de valor que releva de forma macro a atividade global do armazém de Lisboa.

Enumera-se, de seguida, os pressupostos utilizados para construção do VSM da Situação Inicial:

- Os valores apresentados são valores médios, já que ao longo do ano estes valores não

apresentam grandes variações. A barra temporal apresentada para o tempo de cada tarefa com valor acrescentado apresenta-se em segundos, já que foi utilizada uma unidade que pudesse ser semelhante a qualquer etapa do VSM. Por outro lado, as etapas sem valor acrescentado estão representadas em dias e têm em conta que um dia corresponde às horas de trabalho para cada secção.

- Foi observada de uma amostra considerável que permitiu admitir que uma paleta de fornecedor comporta em média 30 caixas, cada uma com cerca de 120 embalagens de produto e que cada contentor de aviamento transporta em média 20 embalagens de produto a expedir. De forma a elaborar-se todo o mapa com unidades comparáveis, transformou-se os dados recolhidos na menor unidade de movimentação utilizada nas operações - número de embalagens de produto.
- Os tempos médios por tarefa foram determinados a partir de várias medições efetuadas juntamente com os supervisores de secção. As 8 horas de trabalho/turno com as quais foi possível calcular os dados apresentados no VSM já assumem o desconto de 1 hora, que compõe 30 minutos para refeição e duas pausas de 15 minutos intervaladas. A receção de mercadoria ocorre apenas entre as 6 e as 11 horas da manhã sendo que, para efeitos de cálculo, um dia de trabalho corresponde a 5 horas (FTE preenche as restantes horas com funções de gestão).
- O número de paletes recebidas foi considerado igual ao número de paletes tratadas nas várias operações posteriores. Para o cálculo do número de dias de paletes em espera para arrumação, através da aplicação de uma média ponderada, considerou-se que cerca de 30% das paletes rececionadas têm prioridade elevada e as restantes 70% não determinam qualquer tipo de priorização.
- Relativamente ao número de reabastecimentos para a secção de Arrumação, este assume-se igual ao número de pedidos efetuados pelas equipas de aviamento. Os valores obtidos foram alcançados através da contagem dos pedidos ao longo de 2 semanas durante o mês de Abril.
- Para o cálculo da quantidade de mercadoria armazenada contabilizou-se apenas as posições de paleta, ou seja, as caixas que alimentam ambas as linhas de aviamento não entram neste total. Considerou-se que todas as 1.314 posições para paleta estão ocupadas (devido à sobrelotação denotada) e que a taxa média de ocupação da paleta corresponde a 2/3 da capacidade média ocupada - uma paleta tem cerca de 20 caixas a cada momento. Aqui, englobam-se ainda 20 posições de paleta extra que, devido à falta de espaço com a qual se deparam as instalações atuais, foram criadas como posições fictícias no solo. Por outro lado, para o cálculo do período médio de tempo da mercadoria em armazém, foi tido em consideração o tempo médio por tipo de referência - 5 dias, 30 dias e 105 dias para referências A, B e C, respetivamente (dados internos à Empresa X).
- São apresentados os valores médios de aviamento por unidade de contentor para contentores aviados apenas pela linha manual, especificamente pela linha automatizada ou por ambas, com percentagens e tempos respetivos de 21,5% e 9 minutos; 35,6% e 24 minutos; e 42,9% e 44 minutos (valores obtidos através de relatórios do autómato). Aqui, assume-se que 65% das unidades aviadas em contentor misto são aviadas de forma automatizada e as restantes 35% manualmente.

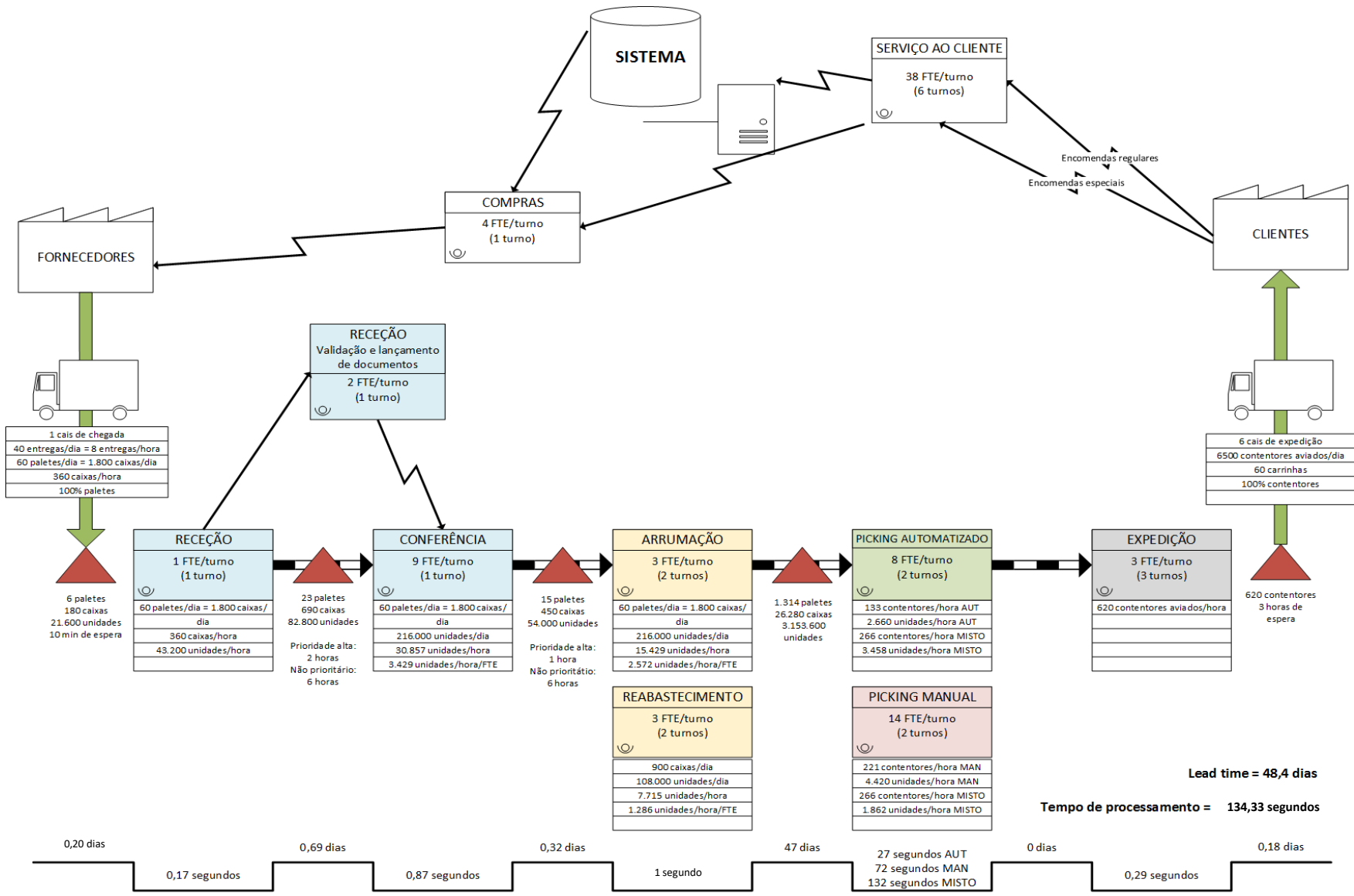


Figura 9 - VSM do armazém de Lisboa da Empresa X – Situação Inicial



Os dados apresentados revelam como principal problema a ausência de um fluxo contínuo ao longo do processo, caracterizado por longos tempos de espera e quantidades excessivas de material parado entre operações, gerando uma ineficiência geral. Com particular relevância encontra-se a zona de pré-conferência, onde é denotada uma média 25 paletes em espera a cada momento. Note-se que em determinados períodos este número é bastante superior, dependendo da chegada de mercadoria dos fornecedores, que não está uniformizada. Da mesma forma, a zona de *pré-arrumação* apresenta valores elevados de mercadoria em espera - uma média de 15 paletes a cada momento - a qual aguarda pela arrumação e entrada em inventário (que só é realizada após localização de armazenamento definida). Especificamente em relação ao tempo das operações, embora estes não apresentem valores designadamente elevados, poderão ainda assim vir a ser reduzidos.

Ao desenhar-se o VSM foi necessário suplementar a análise com um maior detalhe dos processos, já que na sua maioria são caracterizados por uma grande complexidade, motivada pelo inexistente desenvolvimento do SI e pela falta de espaço inerente ao armazém de Lisboa da Empresa X. Assim, são agora explicitadas as operações associadas a cada uma das secções estudadas, com incidência sobre os detalhes que tornam os processos pouco eficientes. Cada uma das ditas secções está representada no VSM com uma cor, podendo integrar um ou vários processos: Receção e Conferência de Mercadoria (azul); Arrumação (laranja); *Picking* Automatizado (verde); *Picking* Manual (rosa); e Expedição (lilás).

### 1. Receção

A receção é da responsabilidade de um FTE que transporta a mercadoria do veículo do pré-grossista ou operador logístico para a zona de receção, entrega a documentação à equipa administrativa e efetua a triagem de mercadoria. Todas estas operações são realizadas no espaço apresentado na Figura 10a. Após este processo, o mesmo operador transporta - com recurso a um empilhador - as paletes até à zona de pré-conferência representada na Figura 10b, onde aguardam a operação seguinte.



Figura 10 - Etapas do processo de receção de mercadoria

### 2. Conferência

Já após a equipa administrativa lançar o documento da mercadoria rececionada em sistema, os operadores selecionam a paleta a conferir, procuram-na na zona de pré-conferência e transportam-na - com recurso a um porta-paletes - até à zona da sua bancada de trabalho. Caso se tratem de encomendas urgentes, estas são identificadas e indicadas pelo supervisor aos operadores, os quais lhes potenciarão prioridade sobre as restantes.

O processo inicia-se com a remoção dos materiais de acondicionamento, seguindo-se a verificação do material recebido e a inserção dados no sistema. Todas as caixas são identificadas com a localização

geral onde o produto deve ser armazenado e colocadas na palete respectiva junto da célula de trabalho. Quando a palete englobar uma quantidade de caixas que justifique a sua arrumação (Figura 11b), é transportada com um porta-paletes por um dos operadores até à zona de pré-arrumação (Figura 11c). Quando as encomendas recebidas incorporam diferentes SKUs (normalmente, em pequenas quantidades) com localização no autómato, os produtos depois de conferidos são colocados em contentores no solo, tal como é possível observar na Figura 11a. Caso se tratem de referências com localização de armazenamento na linha manual, os produtos são transportados pelo tapete desde a zona de conferência até à linha, mesmo que não exista necessidade de reabastecimento. Este envio direto acontece atualmente de forma a evitar a arrumação de pequenas quantidades na zona de armazenamento a granel.



Figura 11 - Etapas do processo de conferência de mercadoria

Os dados apresentados pelo VSM para o tempo médio de conferência (cerca de 60 minutos por palete) foram compilados a partir de um documento preenchido pelos operadores durante duas semanas, com campos para indicação do número de linhas conferidas e hora de início, fim e pausas. Cada entrada da tabela corresponde a uma nova paleta (Anexo 2.1).

### 3. Arrumação

Os elementos da equipa da Arrumação são responsáveis pelo tratamento da mercadoria colocada na zona de *pré-arrumação* e pelo reabastecimento das *racks* que alimentam as linhas. Normalmente, estão alocados para a arrumação de mercadoria e resposta a pedidos de reabastecimento 3 FTEs por tarefa, em cada turno.

O processo de arrumação inicia-se a partir da zona denominada de *pré-arrumação*, onde a mercadoria aguarda para posteriormente ser colocada na sua devida localização na zona de produtos a granel. A Situação Inicial demonstra que, dependendo da classe do produto, diferente é o período de tempo que a mercadoria fica a aguardar tratamento e posterior lançamento ao *stock*. O VSM apresentado enuncia estes tempos médios de espera, medidos ao longo de duas semanas através da identificação das paletes de cada classe e respetivo registo dos tempos de entrada e saída de mercadoria da zona de *pré-arrumação*, pelos operadores de ambas as equipas. O Anexo 2.2 apresenta um exemplar do documento utilizado para esta recolha de dados.

Nem todas as paletes são arrumadas a granel já que, sempre que possível, procede-se ao reabastecimento na hora, justificado internamente pela limitação de espaço do armazém. Isto acontece para os produtos da linha manual com localização de armazenamento nas prateleiras caso a consulta de inventário em sistema revele um número de caixas perto ou inferior a 40 unidades (número

considerado como aceitável pelos operadores). Este é um processo falível já que a atualização do inventário em sistema não é imediata. Desta forma, as caixas são transportadas até o interior da linha manual (com separação da mercadoria pelos sectores respetivos). Se, posteriormente, os FTEs da linha verificarem que não existe espaço suficiente, a mercadoria sofre logística inversa e é colocada na zona de armazenamento a granel (duplo transporte de produto).

Também as *racks* dinâmicas do armazém são reabastecidas, se possível, logo após conferência. Aqui, o arrumador percorre os corredores com a mercadoria de forma a perceber se é possível deixar as caixas na sua respetiva localização. Produtos recebidos em contentores vindos da conferência eram ainda transferidos para caixas de cartão adaptadas ao espaço disponível e só depois colocados na respetiva *rack*. Caso não exista capacidade suficiente, as caixas são arrumadas na zona de armazenamento a granel.

Os tempos totais médios das operações de arrumação e reabastecimento apresentados no VSM têm valores de 40 e 60 minutos por palete, respetivamente. Contabiliza para o primeiro, a consulta de inventário, o transporte e a movimentação das caixas. Já para o segundo, engloba a aglomeração de pedidos, o transporte e a movimentação das caixas. Estes valores foram encontrados através de medições efetuadas conjuntamente com a supervisora da secção durante uma semana de trabalho.

#### 4. Picking Manual

Existem, por turno, na linha manual 2 FTEs associados a cada sector e 6 FTEs sem sector fixo. O *picking* manual é efetuado com recurso a um “ring scanner” (Figura 12a) para contentores verdes que percorrem um tapete de rolos com trajetória até à zona de Expedição (Figura 12b).



Figura 12 - Linha de aviamento manual

O pedido para reabastecimento é realizado pelos elementos da equipa do *picking* manual através da elaboração de um pedido automaticamente impresso na zona de supervisão. Por conseguinte, pela hora da refeição, os operadores deixam os pedidos na secção de Arrumação. Se o pedido for urgente a folha é escrita de forma manual e colocada no interior do contentor em aviamento, o qual fica a aguardar para continuar o seu percurso. Por conseguinte, dois FTEs da arrumação - destacados para estarem dentro da linha manual em períodos de pico - garantem a sua recolha e tradução em produto no menor tempo possível.

Não existe um método para o reabastecimento em *pull*, sendo que parte dos operadores têm o paradigma de pedir produto antes dos picos de aviamento, tirando partido da sua experiência e garantindo a gestão de produto sem *stock-outs* durante esse período. Porém, outra parte solicita o produto apenas e só quando é realmente necessário na linha. Para qualquer dos casos, se a

quantidade de produto pedida exceder o espaço em prateleira, as caixas são armazenadas nos topos das *racks* - as denominadas reservas (Figura 12c a vermelho).

Além do abastecimento por parte dos operadores da arrumação explicitada no ponto anterior, existe ainda a receção de produtos em contentores diretamente da zona de conferência, para produtos recebidos em pequenas quantidades ou esgotados em linha.

Com o intuito de consolidar e sintetizar todo o detalhe apresentado para as operações atuais de arrumação e reabastecimento de mercadoria englobada na linha manual, foi construído um Fluxograma que integra os vários intervenientes nestes processos e todas as suas particularidades (Figura 13). As cores utilizadas procuram facilitar a sua leitura, sendo que: a azul estão representadas as decisões ou operações nos fluxos desencadeadas pela equipa que confere a mercadoria; a verde identifica-se a equipa que arruma a mercadoria e reabastece as linhas (a denominada equipa de Arrumação); e a laranja marcam-se todos os blocos que são da responsabilidade dos operadores das equipas de aviamento.

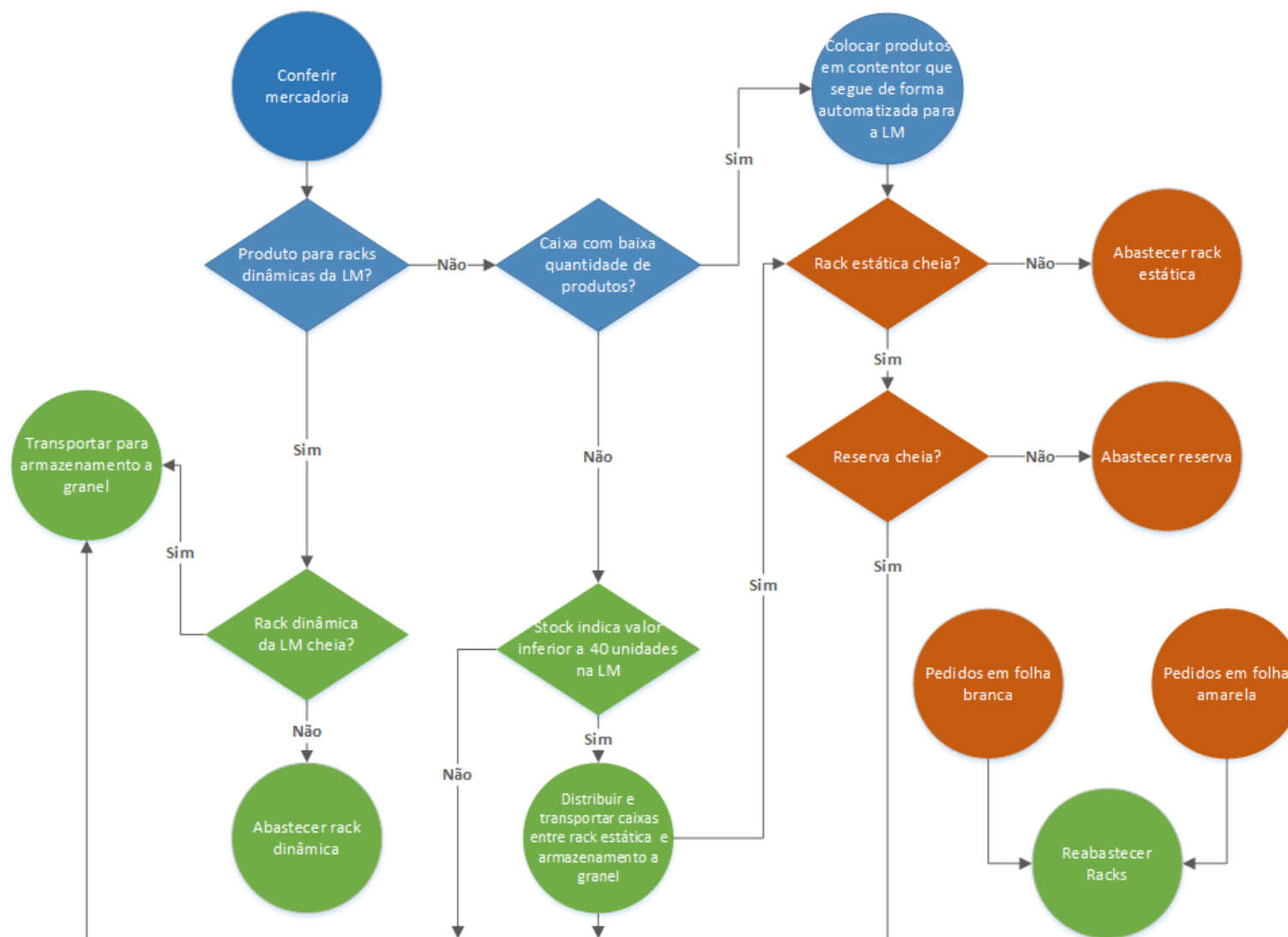


Figura 13 - Fluxograma que integra o processo de arrumação e reabastecimento de mercadoria para a linha manual na Situação Inicial

## 5. *Picking* Automatizado

No automático são armazenadas as referências A e B, o que globalmente determina 65% dos produtos do armazém, sendo que existem pontuais exceções para produtos com determinadas características já mencionadas em 3.1.3. Geralmente, um produto tem apenas um canal associado, todavia podem existir determinados SKUs que num dado mês necessitem de uma maior quantidade disponível e, dessa forma, de um maior número canais associados. Em relação à distribuição de produtos, esta tem em conta a rotatividade e a distância à Expedição, sendo que SKUs com maior rotatividade estão mais perto dessa zona. De acrescentar que, quando o número pedido no aviamento é maior que uma determinada quantidade pré-especificada por SKU, então a encomenda é aviada manualmente, evitando *stock-outs* no equipamento.

Para as referências B está associada a zona representada com traço descontinuado na Figura 14, com 24 módulos distribuídos nas duas faces do automático, o que determina a alocação de 2 FTEs. As referências A estão dispostas ao longo de 36 módulos (Figura 14 a traço continuado) e têm como responsáveis 6 FTEs, tendo em conta a sua elevada rotação. Assim, na totalidade, a equipa é constituída por 16 FTEs que enchem canais (Figura 15b), 2 gestores de automático e o supervisor.

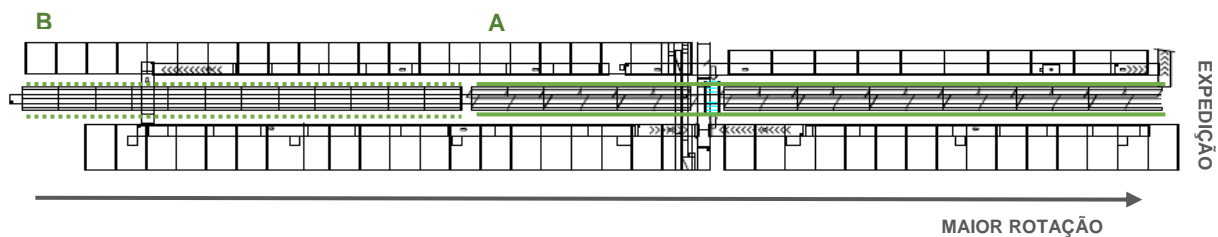


Figura 14 - Distribuição das diferentes tipologias de produtos no automático

As *racks* dinâmicas situadas paralelamente ao automático (Figura 15a e Figura 15c) são aquelas que permitem alimentar os canais. O seu reabastecimento não tem qualquer norma associada, podendo ser realizado autonomamente pelos operadores da Arrumação ou através de pedidos de produto pelos operadores da equipa do automático.

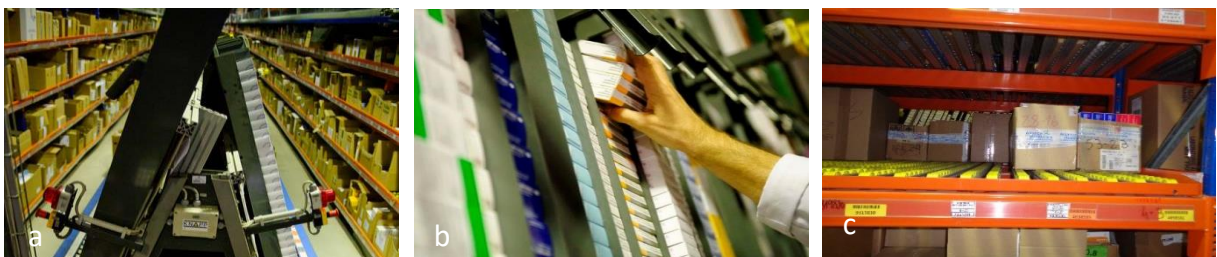


Figura 15 - Linha de aviamento automatizada

Caso seja detetado algum erro, é automaticamente impresso um relatório de erro. O gestor de automático deve corrigir o erro em sistema e colocar/retirar o produto no contentor. Seguidamente, o contentor prossegue o seu trajeto onde automaticamente lhe é anexado o rótulo, a fatura, colocada a tampa e a aplicada a cinta em cruz, garantindo que o contentor chega selado ao cliente (Figura 16).

Quando o número de unidades pedidas no aviamento é maior que uma determinada quantidade pré-especificada por SKU, então a encomenda é aviada de forma manual, evitando *stock-outs* no equipamento.



Figura 16 - Percurso do contentor após aviamento

Da mesma maneira que foi apresentado um Fluxograma que espelha as operações de arrumação e reabastecimento da linha manual, elaborou-se um mapeamento de fluxo para a linha automatizada com uma estruturação clara das atividades (Figura 17).

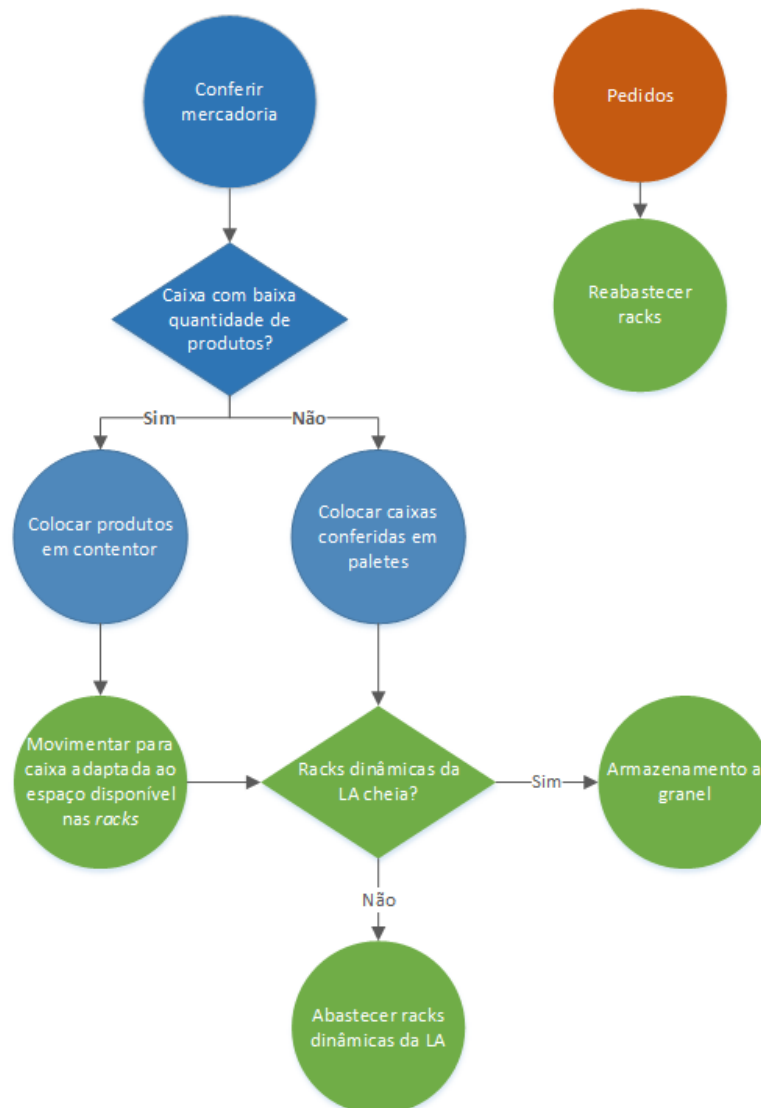


Figura 17 - Fluxograma que integra o processo de arrumação e reabastecimento de mercadoria para a linha automatizada na Situação Inicial

## 6. Expedição

Depois das etapas explicitadas, o tapete do autómato divide-se em 27 rampas devidamente identificadas com as rotas respetivas para fácil gestão das viaturas (Figura 18a e 18b). Todo o produto aviado deixa o armazém em contentores, independentemente de necessitarem de condições de acondicionamento especiais (contentores adaptados para transporte em frio). Em média são expedidos diariamente 6.500 contentores (Figura 18c).



Figura 18 - Secção da Expedição

## 5.2 ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS

A partir da construção do VSM e mapeamento dos vários processos associados à operação do armazém de Lisboa, assim como dos consequentes “gemba walks” executados em conjunto com os elementos das equipas de terreno, foi possível identificar uma série de desperdícios. A cada secção do armazém estão associados um ou vários dos sete tipos de desperdício enunciados em 4.3.2. Esta sumarização apresenta-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Sumarização dos desperdícios encontrados em cada uma das secções do armazém estudadas

Tipo de desperdício	Receção e Conferência	Arrumação	Picking Manual	Picking Automatizado	Expedição
Sobreprodução	NA	NA	NA	NA	NA
Tempo de Espera	x	X	x	x	NA
Transporte	x	x	x	x	NA
Excesso de Processamento	x	NA	NA	NA	NA
Inventário	NA	NA	x	NA	NA
Movimento	x	x	x	x	x
Defeitos	NA	NA	NA	x	NA

Conclui-se que os desperdícios em Tempo de Espera, Transporte e Movimento têm uma elevada incidência, tendo sido identificados na maioria das secções. O transporte de mercadoria por longas distâncias, as viagens do porta-paletes em vazio, as movimentações de caixas e a espera de material por períodos de tempo alargados foram os principais constrangimentos encontrados.

As secções contíguas do capítulo apresentam a explicitação detalhada de cada um dos desperdícios enunciados para que posteriormente sejam propostas atividades de melhoria que sustentem a sua eliminação.



### 5.2.1 Receção e Conferência de Mercadoria

A Receção e Conferência de Mercadoria foi a primeira secção do armazém a ser estudada. O acompanhamento das operações no *gemba* e o seu mapeamento em sala permitiu enumerar uma série de desperdícios, caracterizados na Tabela 5. Cada um dos desperdícios assinalados são depois esclarecidos pela mesma ordem na qual foram apresentados.

Tabela 5 - Desperdícios identificados no processo de receção e conferência de mercadoria

Problemas identificados/oportunidades de melhoria	Tipo de desperdício
a) Falta de organização e ergonomia do posto de trabalho	Movimento
b) Falta de identificação geral	Movimento
c) Espera pelo lançamento de documentos no sistema	Tempo de espera
d) Desequilíbrio intrasemanal no número de encomendas recebidas	Inventário

- a) Falta de organização e ergonomia do posto de trabalho:** Foi também notória uma falta de organização geral das bancadas de conferência e identificadas várias características da célula de trabalho que resultam em posições ergonómicas incorretas dos operadores, provocando a médio/longo-prazo mal-estar, lesões e conseqüente desmotivação. O operador transfere de forma manual a caixa a conferir da paleta para um bloco de esferovite e coloca embalagens conferidas individuais em contentores que estão no solo, sendo que ambas estas operações obrigam-no ao abaixamento por diversas vezes.
- b) Falta de identificação geral:** Verificou-se a inexistência de marcações do solo na zona de pré-conferência e falta de informação relativa à localização física das paletes a conferir, que frequentemente ocupam todo o espaço disponível. No *gemba*, verificou-se ainda que os locais específicos para as bancadas de conferência, paletes, repouso de porta-paletes e arquivo não se encontram devidamente identificados. Mais, constatou-se a existência de inúmeros materiais que não necessários à operação gerando uma conseqüente entropia. Esta falta de identificação e organização provoca movimentos desnecessários dos operadores e maiores tempos de procura associados, o que conseqüentemente atrasa a tarefa de conferência.
- c) Espera pelo lançamento dos documentos no sistema:** Percebeu-se que, quando os operadores pretendem iniciar a conferência de uma determinada encomenda, ficam por várias vezes impedidos de o fazer devido à falta de lançamento dos documentos em sistema - tarefa da equipa administrativa da Entrada de Mercadoria. Esta situação foi identificada durante a hora de refeição, na qual todas as administrativas vão almoçar ao longo do mesmo período de tempo, gerando um desperdício em tempo de espera para os colegas que pode ultrapassar uma hora de duração.
- d) Desequilíbrio intrasemanal no número de encomendas recebidas:** A Empresa X trabalha em parceria com 22 transportadoras que garantem a entrega das encomendas relativas aos atuais quase 300 laboratórios que fornecem o armazém. Na Situação Inicial, o armazém da Empresa X não detinha qualquer mecanismo que permitisse determinar qual o valor de paletes recebidas por laboratório ou transportadora, apenas um indicador em sistema que possibilitava o conhecimento sobre o número de unidades linhas conferidas por dia, que se apresentava com resultados bastante irregulares. Foi proposta a criação de um registo diário pelo supervisor da secção, e responsável

pela receção de mercadoria para que, ao longo de quatro semanas todas as paletes recebidas fossem assinaladas de acordo com o dia da semana, transportadora e quantidade (consultar um dos exemplares do documento no Anexo 3.6). Assim, decorridas as semanas de registo foi exequível condensar os dados (Tabela 6) e fazer uma média diária semanal, possibilitando a perceção real do desnivelamento existente. Sublinhe-se que o número de FTEs desta e das restantes equipas é fixo, o que significa que quaisquer picos de trabalho geram equipas sub ou sobredimensionadas. Verificou-se que a grande quantidade de mercadoria acumulada na zona de pré-conferência nos dias tendencialmente mais fortes causava a obstrução de passagens, tornava o tempo de procura pelas paletes a conferir visivelmente mais elevado e, conseqüentemente, gerava a impossibilidade da conferência de toda a mercadoria recebida nesse dia, sem a introdução de horas extra de trabalho.

*Tabela 6 - Encomendas recebidas diariamente por transportadora na Situação Inicial*

Número de paletes	69	43	31	73	63
Dia da semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Transportadora 1	0	1	0	0	6
Transportadora 2	1	0	0	1	0
Transportadora 3	0	0	0	0	0
Transportadora 4	0	1	0	0	0
Transportadora 5	0	0	0	2	3
Transportadora 6	0	2	0	0	0
Transportadora 7	0	0	0	0	0
Transportadora 8	8	0	0	7	3
Transportadora 9	1	0	0	0	0
Transportadora 10	1	0	0	7	2
Transportadora 11	15	10	15	19	9
Transportadora 12	0	8	0	3	1
Transportadora 13	0	0	0	0	0
Transportadora 14	38	12	16	24	30
Transportadora 15	0	0	0	0	0
Transportadora 16	0	0	0	0	0
Transportadora 17	0	0	0	6	0
Transportadora 18	2	1	0	0	1
Transportadora 19	3	8	0	3	5
Transportadora 20	0	0	0	0	1
Transportadora 21	0	0	0	0	1
Transportadora 22	0	0	0	1	1

A listagem de transportadoras foi realizada de acordo com o histórico recente de receção de mercadoria. Porém, existem algumas transportadoras que, durante as semanas analisadas, não fizeram qualquer entrega no armazém de Lisboa da Empresa X. Por esta razão na Tabela 6 existem transportadoras sem qualquer registo.

### 5.2.2 Arrumação e Reabastecimento de Mercadoria

O processo de arrumação e reabastecimento de mercadoria foi analisado durante vários dias, permitindo a enumeração de dois dos principais desperdícios encontrados, apresentados agora na Tabela 7. Cada um dos desperdícios assinalados são seguidamente esclarecidos.

Tabela 7 - Desperdícios identificados no processo de arrumação e reabastecimento de mercadoria

Problemas identificados/oportunidades de melhoria	Tipo de desperdício
a) Falta de identificação geral	Movimento
d) Espera prolongada de produto urgente para entrar em inventário	Tempo de espera
b) Logística inversa de caixas	Transporte/movimento

- a) Falta de identificação geral:** No *gemba* verificou-se que as zonas de paragem de porta-paletes e empilhadores, juntamente com as zonas de arquivo e armazenagem de pistolas, não estão devidamente identificadas. Esta falta de identificação origina movimentos desnecessários dos operadores e tempos de procura mais elevados, o que consequentemente gera um atraso na tarefa de arrumação e uma consequente entrada dos produtos em *stock* mais tardia.
- b) Espera prolongada de produto urgente para entrar em inventário:** Foi identificado um período de tempo - compreendido entre a entrada da mercadoria no armazém até que é arrumada a granel - no qual os produtos já estavam nas instalações, mas ainda não estão inseridos em sistema. Ou seja, é como se não existissem em inventário. Este período pode ter um prazo máximo de 24 horas definido pela própria empresa e é consequência da necessidade de arrumação da mercadoria para prevenir constrangimentos na sua posterior localização. Surge então um *trade-off* entre os cortes de produto no aviamento (por incapacidade de localizar o produto) e as vendas potenciais que deixavam de ser realizadas quando o produto requisitado já se encontrava no armazém mas não era aviado. O desperdício operacional evidente depreende-se com o tempo no qual a mercadoria fica em espera.
- c) Logística inversa de caixas:** Tal como explicitado em 5.1, os fluxos associados a esta equipa são de elevada complexidade, suportando uma grande quantidade de desperdício a nível de transporte de mercadoria - devido aos frequentes fluxos logísticos inversos - e da consequente movimentação que daí surge, já que exige a retirada e colocação de caixas nas *racks*.

### 5.2.3 Picking Manual

Para a secção de *Picking* Manual foram identificados três principais causas de desperdício – Tabela 8. Os pontos b) e c) estão intrinsecamente relacionados com a operação de arrumação e reabastecimento de mercadoria e os seus atuais constrangimentos. Desta forma, a sua análise e posterior construção de solução devem ser integradas.

Tabela 8 - Desperdícios identificados no processo de aviamento manual

Problemas identificados/oportunidades de melhoria	Tipo de desperdício
a) Falta de identificação geral	Movimento
b) Reabastecimento não normalizado da linha manual	Transporte/tempo de espera
c) Excesso de inventário na linha manual	Inventário

- a) Falta de identificação geral:** No *gemba* verificou-se que os corredores, as zonas de triagem, apoio à linha, armário de consumíveis, arquivo e zona de armazenagem de “ring scanners” não estavam devidamente identificados. Esta falta de identificação gera movimentos desnecessários dos

operadores e maiores tempos de procura, o que consequentemente gera um atraso na tarefa de aviamento manual e tarefas complementares.

- b) Reabastecimento não normalizado da linha manual:** Tendo em conta que não existe um método normalizado para o reabastecimento em *pull* - o qual permita o abastecimento da linha manual com a quantidade necessária aos períodos de pico - por diversas vezes são realizados pedidos urgentes de produto durante o aviamento. Esta situação resulta em tempos de espera do contentor na linha, atrasando assim a entrega dos contentores à Expedição. Por outro lado, são feitos inúmeros pedidos de mercadoria que não são nesse momento necessários, o que gera desperdício em inventário na linha, desperdício de transporte de mercadoria entre secções e retira ainda o foco aos *operadores* para a sua tarefa *core* - o aviamento. Para ilustração desta situação, apresentam-se as Figuras 19 e 20, as quais demonstram que nos sectores com menor solicitação de pedidos sem urgência ao longo do dia, existe um valor mais elevado de pedidos urgentes durante o pico, e vice-versa. Isto evidencia tanto a falta de normalização do processo, como os efeitos da gestão proactiva e reativa do *stock* em linha.

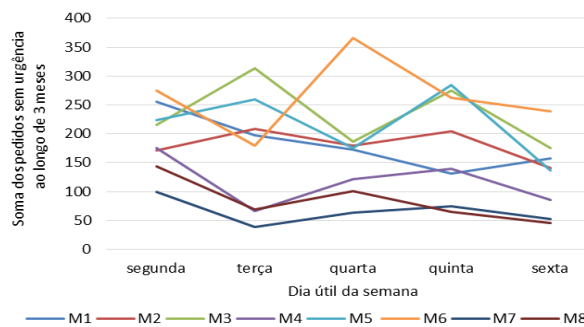


Figura 19 - Evolução semanal do número total de pedidos sem urgência despoletados

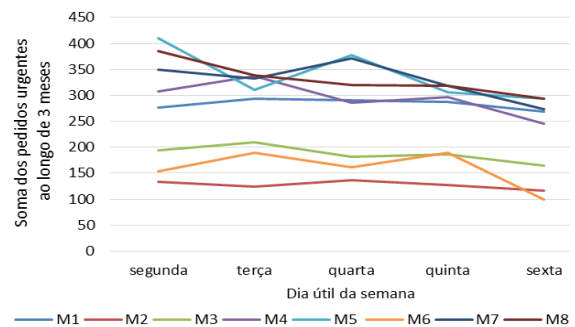


Figura 20 - Evolução semanal do número total de pedidos com urgência despoletados

Esta compilação provém do registo diário elaborado pela supervisora da secção, dados que até hoje não tinham sido recolhidos.

- c) Excesso de inventário na linha manual:** Embora a presente Dissertação não esteja focada no estudo da gestão de inventário do armazém, identificou-se um excesso de produtos nos topos das *racks* estáticas da linha manual. Tendo em conta que existe uma zona de armazenamento a granel, esta quantidade suplementar é puro desperdício, contribuindo para o aumento potencial do risco de perda de produto e atrasos no processo devido aos tempos de procura elevados.

#### 5.2.4 Picking Automatizado

Para o *Picking* Automatizado encontraram-se três oportunidades de melhoria (Tabela 9) sendo que, tal como anteriormente, o ponto 9b) está relacionado com as operações de arrumação e reabastecimento, desencadeadas pela equipa da Arrumação.

Tabela 9 - Desperdícios identificados no processo de aviamento automatizado

Problemas identificados/oportunidades de melhoria	Tipo de desperdício
a) Falta de identificação geral	Movimento
b) Reabastecimento não normalizado da linha automatizada	Transporte/tempo de espera
c) Número de canais vazios	Tempo de espera/defeitos

- a) Falta de identificação geral:** No *gemba* verificou-se que diversas zonas (como zona para consumíveis, produtos danificados, produtos em excesso, produtos não enviados pelo autómato, entre outros) não estão organizadas e devidamente identificadas. Isto origina movimentos desnecessários dos operadores e maiores tempos de procura, o que consequentemente origina um atraso na operação.
- b) Pedido para reabastecimento da linha automatizada:** Tal como na linha manual, existem constantemente períodos de espera por produto quando os pedidos são urgentes. Por outro lado, observou-se também inúmeros pedidos de reabastecimento à equipa da Arrumação, sem que exista esta real necessidade no momento da solicitação. Por conseguinte, o foco destes elementos não está totalmente na sua tarefa *core* - alimentar canais e garantir correto aviamento de contentores - e além disso, gera-se um transporte sucessivo de mercadoria à linha que pode atrasar outras tarefas com maior prioridade.
- c) Número de canais vazios:** A partir de dados obtidos no sistema, é possível analisar o número de canais vazios totais no autómato. A Figura 21 revela uma elevada magnitude de canais vazios ao longo de cinco semanas de análise.

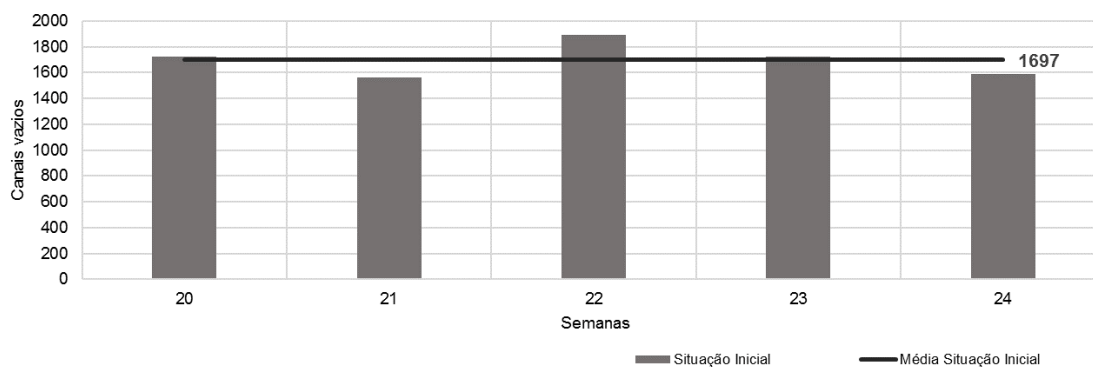


Figura 21 - Número médio de canais vazios no autómato

A Situação Inicial caracteriza-se por não deter nenhum sinal que alerte o operador que deve abastecer, o que torna a tarefa mais difícil e maior a probabilidade de ocorrer *stock-out* no canal. Se for esse o caso, o contentor continua o trajeto de aviamento mas é automaticamente impedido de prosseguir para a Expedição até à reposição do produto em falta na encomenda.

## 5.2.5 Expedição

A secção de Expedição não apresentou grandes oportunidades de melhoria. A operação não determina grande complexidade já que é em grande medida automatizada. A Tabela 10 apresenta o único desperdício considerado nesta área.

Tabela 10 - Desperdícios identificados no processo de expedição de mercadoria

Problemas identificados/oportunidades de melhoria	Tipo de desperdício
a) Falta de identificação geral	Movimento

a) **Falta de identificação geral:** As visitas realizadas ao terreno permitiram perceber que apenas a zona das rampas de expedição se encontram devidamente identificadas. A restante secção não apresenta locais definidos para cada objeto, tornando todo o espaço confuso. Esta realidade torna os processos mais lentos, já que os operadores perdem mais tempo à procura sempre que precisam de algo.

### 5.3 PROPOSTA DE ATIVIDADES DE MELHORIA

Nesta secção são debatidas as atividades de melhoria a seguir, com o propósito de reduzir os desperdícios identificados na fase anterior. Todas elas partem da metodologia *Kaizen Lean* e das ferramentas abordadas no Estado da Arte da presente Dissertação. Desta forma, as propostas são distribuídas em diferentes etapas. Primeiramente, objetiva-se a criação de condições basilares para a implementação das melhorias desenhadas para as etapas posteriores. Depois, desenha-se uma solução para tornar o reabastecimento normalizado. E por fim, estudam-se vários cenários para o *layout* do futuro armazém de Lisboa. A Tabela 11 sumariza os problemas/oportunidades identificadas. Abaixo disto, explicita-se as estratégias e ferramentas a empregar em cada etapa da presente Dissertação.

Tabela 11 - Etapas de melhoria e com a indicação dos respetivos problemas/oportunidades identificados

Etapa	Problemas/Oportunidades
<b>Etapa 0</b> Estabilidade básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desmotivação falta de entreaajuda nas equipas;</li> <li>▪ Pobres condições ergonómicas do posto de trabalho;</li> <li>▪ Falta de organização e identificação geral;</li> <li>▪ Desequilíbrio intrasemanal no número de encomendas recebidas;</li> <li>▪ Espera pelo lançamento de documentos no sistema para conferência de mercadoria.</li> </ul>
<b>Etapa 1</b> Reabastecimento em <i>pull</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausência de método no reabastecimento das linhas;</li> <li>▪ Excesso de inventário na linha manual;</li> <li>▪ Número elevado de canais vazios.</li> </ul>
<b>Etapa 2</b> Criação de cenários para o <i>layout</i> do novo armazém	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Layout</i> proposto pela organização para o novo armazém com condições que limitam a sua eficiência operacional.</li> </ul>

#### ▪ Etapa 0

A primeira etapa procura a estabilidade básica de equipas e processos que permita a construção de uma estrutura sólida na organização, para a posterior implementação de alterações mais profundas. Aqui, inicia-se o processo de criação da cultura de melhoria contínua dentro das equipas naturais através do seu envolvimento e da introdução de reuniões normalizadas, onde são analisados indicadores e encontradas soluções para problemas encontrados de forma conjunta.

As débeis condições ergonómicas encontradas, nomeadamente nas bancadas dos operadores na secção de Receção e Conferência de Mercadoria, motivam a proposta de introdução de mecanismos que resolvam tais constrangimentos. Desta forma, sugere-se o desenho e aquisição de soluções de baixo custo que permitam melhorar substancialmente o dia-a-dia dos operadores.

Com o intuito de ultrapassar o problema da falta de identificação pretende-se identificar, organizar e limpar o ambiente de trabalho das diversas equipas operacionais, através de ferramentas como a Gestão Visual e os 5S. Visando sustentar o cumprimento das normas implementadas a médio/longo-prazo recomenda-se a introdução de auditorias.

No sentido de suprimir o desnivelamento notório na receção de encomendas ao longo de cada semana, prevê-se a condução de sessões de trabalho com a equipa das Compras, o líder de equipa da Receção e Conferência de Mercadoria e o Diretor de Armazém, para que sejam propostas alterações às janelas horárias existentes através do Nivelamento das entregas.

Nesta etapa, foram também identificados sucessivos momentos de espera pelo lançamento dos documentos no sistema, no momento da conferência de mercadoria. A causa raiz deste desperdício encontra-se nos horários adotados pelas administrativas, sendo que se propõe a sua alteração imediata.

- Etapa 1

Na Etapa 2, sugere-se ainda a introdução de um método normalizado de reabastecimento de ambas as linhas de aviamento através do Sistema *Kanban*. Propõe-se ainda a instalação de *kanbans* eletrónicos em todos os canais do autómato, de forma a diminuir o número de canais vazios e aumentar a eficiência da operação.

- Etapa 2

Na última etapa da presente Dissertação de Mestrado, sugere-se a criação de cenários para o *layout* do novo armazém, uma vez não existe ainda um sistema otimizado de fluxos internos diretos e inversos e *layout*. Torna-se então necessária a sua análise detalhada com a consequente proposta de alternativas avaliadas através de KPIs pré-definidos.

Para que seja possível monitorizar e controlar a Fase de Implementação foi necessário definir vários indicadores chave (KPIs). Para cada etapa enunciada é proposto um conjunto de indicadores:

**Média de minutos por palete conferida:** Este indicador monitoriza os resultados das medidas aplicadas para a redução do tempo de conferência integradas na primeira etapa.

$$\text{Média de minutos por palete conferida} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (1)$$

O nível médio de minutos por palete conferida num dia é obtida pela soma do tempo de conferência de todos os operadores ( $T_i$ ), dividida pelo número de paletes tratadas nesse dia. No total existem  $n$  paletes conferidas em cada dia.

**Número de paletes recebidas diariamente:** Este indicador monitoriza o número de paletes recebidas no armazém diariamente, monitorizando o resultado obtido com a implementação do Nivelamento de receção de mercadoria a partir da Etapa 0.

$$\text{Número de paletes recebidas diariamente} = \sum_{i=1}^n P_i \quad (2)$$

O nível de mercadoria total diário é obtido através da soma das paletes recebidas ( $P_i$ ) No total existem  $n$  paletes recebidas em cada dia.

**Número de reabastecimentos diários na linha manual:** Este indicador monitoriza quantas vezes a equipa da Arrumação efetua reabastecimentos, por dia, na linha manual. Os reabastecimentos considerados são despoletados por pedidos dos operadores da linha. Quanto menor este número, mais eficiente é o método de reabastecimento. Está diretamente relacionado com a Etapa 1.

$$\text{Número de reabastecimentos diários na linha manual} = \sum_{i=1}^n RM_i \quad (3)$$

O nível de reabastecimentos total num dia é obtido pela sua soma ( $RM_i$ ), sendo que  $n$  representa o total de reabastecimentos nesse período.

**Nível de inventário diário na linha manual:** Este indicador tem o objetivo de monitorizar o nível de inventário na linha manual numa frequência diária. Quanto menor este número, mais eficiente é a operação e menor é a probabilidade de erros de *picking*. Está diretamente relacionado com a Etapa 1.

$$\text{Nível de inventário diário na linha manual} = \sum_{i=1}^n S_i \quad (4)$$

O nível de inventário na linha manual num dia é obtido pela soma dos valores de inventário de cada artigo existente na linha ( $S_i$ ). No total, existem  $n$  artigos em inventário.

**Número de reabastecimentos diários na linha automatizada:** Este indicador avalia o desempenho do Sistema *Kanban* mas desta vez na linha automatizada, relacionando-se com a Etapa 1. Tal como para a linha de aviamento manual, este indicador deve revelar um valor baixo o que significa menos desperdício em deslocações e um abastecimento mais efetivo apenas quando necessário.

$$\text{Nível de reabastecimentos diários na linha automatizada} = \sum_{i=1}^n RA_i \quad (5)$$

O número de reabastecimentos total na linha automatizada é obtido através da sua soma ( $RA_i$ ). No total, existem  $n$  reabastecimentos em cada dia.

**Número de *stock-outs* semanais nos canais do autómato:** Este indicador permite analisar o desempenho da aplicação da última medida apresentada para a Etapa 1, com a aplicação de *kanbans* eletrónicos nos canais do autómato. Pretende-se que o valor obtido neste KPI baixo, já que um canal vazio significa na maioria das vezes a espera do contentor por reposição, podendo atrasar a rota.

$$\text{Número de stock – outs semanais nos canais do autómato} = \sum_{i=1}^n CV_i \quad (6)$$

O número de canais total por semana que ficam sem produto (canais vazios) é obtido através da sua soma em cada dia ( $CV_i$ ). No total, existem  $n$  canais vazios em cada semana analisada.

Os KPIs operacionais e de área correspondentes à Etapa 2 estão integrados na implementação da simulação efetuada, tendo em conta que foram desenhados especificamente para a avaliação e comparação de alternativas de *layout*.



## 5.4 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

No presente capítulo foram apresentados diversos dados recolhidos ao longo de várias semanas na Empresa X para que pudesse ser construído um VSM geral do armazém, permitindo uma visão macro da realidade das operações. Foi assumido um conjunto de pressupostos visando a simplificação da recolha e análise de dados, tendo em conta a forte carência de uma estrutura robusta do controlo de determinada informação.

Desta forma, para cada uma das secções do armazém foram identificados os principais desperdícios operacionais em conjunto com os “team leaders” das várias equipas, todos estes esclarecidos e analisados ao longo do capítulo.

O trabalho desenvolvido culminou na apresentação das várias propostas de atividades de melhoria a implementar, com a sua divisão em sucessivas etapas e devida associação das metodologias e ferramentas sugeridas. A Etapa 0 procura criar a Estabilidade Básica necessária a qualquer projeto; a Etapa 1 objetiva um reabastecimento em pull na totalidade do armazém; e, por fim, a última etapa avalia o *layout* desenhado pela Empresa X e integra três propostas alternativas a esta.

Finalmente, foi idealizado um conjunto de KPIs essenciais para a posterior avaliação das soluções desenhadas nas duas primeiras etapas da Dissertação. Por outro lado, os indicadores de desempenho da Etapa 2 serão apresentados somente no capítulo seguinte, tendo em conta que a sua conceção foi executada especificamente para a comparação dos *layouts* desenvolvidos.

## CAPÍTULO 6 - IMPLEMENTAÇÃO DAS ETAPAS DE MELHORIA DEFINIDAS

No presente capítulo discute-se a implementação atividades de melhoria propostas. A secção 6.1 apresenta Etapa 0, a qual integra a estabilidade básica necessária a todo o processo. Desta forma, encontra-se subdividida no envolvimento das equipas na melhoria contínua (6.1.1); melhoria das condições ergonómicas (6.1.2); organização e identificação de espaços (6.1.3); e nivelamento semanal da mercadoria recebida (6.1.4). A secção 6.2 descreve a implementação da Etapa 1, descrevendo as várias soluções de melhoria encontradas para um reabastecimento das linhas em *pull*. Contempla o cálculo do nível de reposição (6.2.1); o Sistema *Kanban* para as *racks* estáticas (6.2.2); o Sistema *Kanban* para as *racks* dinâmicas (6.2.3); e o Sistema *Kanban* para os canais da linha automatizada. A secção 6.3 discute a criação de cenários de *layout* para as novas instalações do armazém de Lisboa, com a análise do *layout* base proposto pela Empresa X (6.3.1); apresentação de cenários à proposta apresentada (6.3.2); e a definição de indicadores (6.3.3). Por fim, a secção 6.4 apresenta as principais conclusões do capítulo de implementação.

### 6.1 ETAPA 0 - ESTABILIDADE BÁSICA

#### 6.1.1 Envolvimento das equipas na melhoria contínua

Para resolver os problemas de carência de entreaajuda entre equipas, desmotivação dos operadores e ausência de controlo de indicadores, foi implementada uma metodologia que promove, através de reuniões normalizadas diárias de curta duração, um canal de comunicação entre cada equipa de *gamba* e os seus líderes e, conseqüentemente, entre estes e a gestão.

Desta forma, foram criados Quadros de Equipa, os quais contêm toda a informação necessária à gestão e comunicação eficaz dentro de cada equipa, servindo de suporte às reuniões com agenda normalizada implementadas. Todos os quadros desenhados integram três elementos fundamentais: 1) Indicadores, 2) Plano de Trabalho e 3) Plano de Ações. A título exemplificativo, a Figura 22 apresenta o Quadro de Equipa designado à Arrumação. Note-se que todos os quadros apresentam uma organização e aparência semelhante dentro da organização, com uma natural diferenciação relacionada com as características internas de cada equipa.

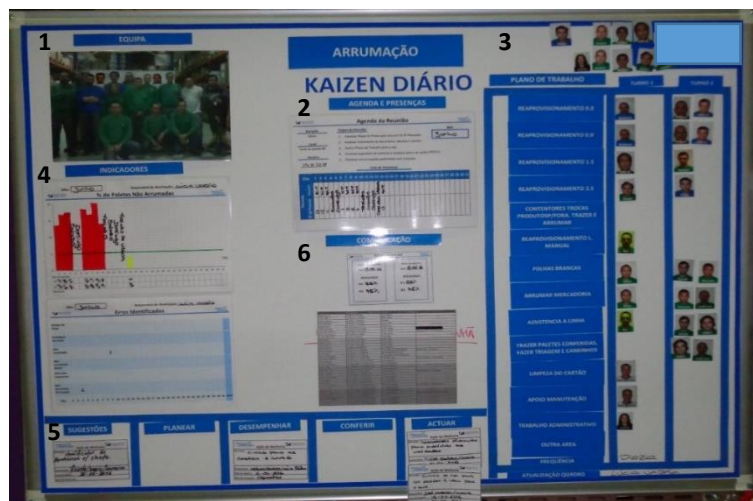


Figura 22 - Quadro de Equipa

Os indicadores desenvolvidos para os Quadros de Equipa enquadram-se num dos três grupos seguintes: 1) Produtividade/Eficiência que medem o volume de trabalho ou o desempenho dos operadores da equipa; 2) Qualidade que estão focados nas medidas de satisfação dos clientes - internos ou externos - e nas características do produto ou serviço; e 3) Nível de Serviço que procuram medir a taxa de cumprimento de prazos, orçamentos ou a concretização de planos. Todos estes têm um objetivo associado e representado com recurso a Gestão Visual, o qual deve ser redefinido sempre que se justifique. De notar que diversos indicadores já eram calculados e partilhados em equipa, devido à sua integração nos KPIs com influência direta no seu bônus anual. Por outro lado, outros foram desenhados de raiz tendo em consideração a sua relevância para a avaliação do trabalho diário de cada secção. A Tabela 12 aglomera os Indicadores que integram cada um dos Quadros, com a indicação se já eram analisados ou se foram especificamente criados no âmbito da presente Dissertação de Mestrado. Todos eles devem ser atualizados com frequência diária.

*Tabela 12 - Indicadores que integram cada Quadro de Equipa*

<b>Secção</b>	<b>Indicadores inseridos no Quadro de Equipa</b>	<b>Criados no âmbito da DM</b>
Receção e Conferência	▪ Número de documentos conferidos/documentos lançados	
	▪ Número de linhas conferidas/FTE	x
	▪ Número de reclamações feitas aos fornecedores	x
	▪ Número de incidências diárias (SKUs em condições de envio que prejudicam a conferência)	x
Arrumação	▪ Número de paletes não arrumadas/paletes para arrumar	x
	▪ Número de erros identificados por dia (código; contagem; não localizado; mal localizado; FEFO; mal arrumado)	x
Linha Manual	▪ Número de linhas aviadas/FTE	
	▪ Número de erros de aviamento/número de linhas aviadas	x
	▪ Número de rotas sem atraso à saída do armazém/número total de rotas	x
Linha Automatizada	▪ Número de canais abastecidos/FTE	
	▪ Número de canais vazios	x
	▪ Número de rotas sem atraso à saída do armazém/número total de rotas	x
Expedição	▪ Número de entregas de manhã sem atraso/número total de entregas de manhã	
	▪ Número de entregas de tarde sem atraso/número total de entregas de tarde	
	▪ Número de entregas a clientes platina sem atraso/número total de entregas a clientes platina	
	▪ Número de entregas a farmácias 24 horas sem atraso/número total de entregas a farmácias 24 horas	
	▪ Número de rotas sem atraso à saída do armazém/número total de rotas	x

Para a Receção e Conferência de Mercadoria era apenas contabilizado o número de documentos conferidos na totalidade de documentos lançados, com um objetivo de 100% frequentemente atingido. Porém, era necessário à equipa ter uma real perceção do número de linhas<sup>8</sup> conferidas, já que um documento pode ter uma ou dezenas de linhas associadas. Assim, foi criado um indicador que permitisse compreender a evolução do número de linhas conferidas por operador.

<sup>8</sup> Linha: Uma dada referência de produto. Um documento pode ter várias linhas.

Ainda em relação à operação de conferência e resultado das várias observações no *gemba*, verificou-se que a mercadoria estava a ser rececionada em condições que dificultavam a tarefa: dezenas de referências diferentes em pequenas quantidades na mesma caixa; embalagens semelhantes de diferentes referências na mesma caixa; ou informação acerca da quantidade de produto na caixa sem real correspondência ao interior. Por conseguinte, foram criados outros dois indicadores que permitissem contabilizar o número de incidências por dia e o número de reclamações feitas a fornecedores decorrentes das incidências encontradas. A sua análise permite entender se as reclamações estão a ter ou não impacto na diminuição do número de incidências.

Inicialmente era analisado apenas o número de paletes que ficavam por arrumar, ou seja, não existia uma contabilização do número de paletes recebidas na zona de pré-arrumação por parte da equipa de Arrumação. Isto limitava a visão sobre o crescimento ou diminuição da carga de trabalho a que a equipa estava a ser submetida. Assim, construiu-se um indicador que apresenta a percentagem de paletes arrumadas em relação ao total de paletes recebidas, objetivando os 5%. Este indicador forçou a criação de um sistema de contagem diário das paletes em espera, através da sua identificação com cartões, que no final do dia de trabalho eram aglomerados.

Foi ainda criado para a secção de Arrumação um indicador que permitisse o registo do número de erros cometidos pelos elementos da própria equipa, permitindo evitar a reincidência das mesmas situações.

A equipa de *Picking* Manual já contabilizava o número de linhas aviadas por FTE, através do “ring scanner” que permitia esta extração de dados, visando as 1000 linhas/dia. Porém, devido ao elevado número de erros frequente em tarefas que dependem da capacidade humana, introduziu-se um indicador que contabiliza o número de erros no aviamento e criado um objetivo de 0,12%.

Concluiu-se mais tarde, ainda para a mesma equipa, que existia a necessidade de controlar o número de atrasos das carrinhas expedidas, uma vez que na maioria das vezes este atraso ocorria devido à paragem dos contentores por falta de produto nas *racks* da linha manual. Foi então criado um indicador com o objetivo de 100% para rotas sem atraso à saída do armazém. Embora estes atrasos não entrem nos KPIs para atribuição de bónus da equipa, entram diretamente nos da equipa de Expedição sendo que, caso a entrega não cumpra as janelas horárias acordadas com o cliente, eram prejudicados - o que gerava conflitos. Assim, a equipa de *Picking* compromete-se a melhorar a eficiência da sua operação em conjunto com a Arrumação, de forma a reduzir significativamente este efeito que pode prejudicar o próprio nível de serviço da Empresa X.

Em relação à equipa do *Picking* Automatizado, esta já controlava diariamente o número de canais abastecidos por FTE porém, entendeu-se como necessária a criação de indicadores que demonstrassem a evolução de *stock-outs* nos canais. Assim, foi criado um indicador de número de canais vazios totais por dia com um objetivo de, no máximo, serem registados 50 canais vazios. Estas estatísticas são rapidamente obtidas através do sistema do autómato. Tal como para a secção anterior, embora com menor efeito em relação a esta equipa, decidiu-se mais tarde englobar um indicador que demonstrasse o número de rotas sem atraso à saída do armazém, com um objetivo de 100%.

Por fim, quanto à equipa da Expedição, esta analisava frequentemente quatro indicadores que contabilizavam o número de entregas sem atraso, onde se pretendia atingir os 100%. Porém, note-se que estes indicadores não englobavam como atraso entregas que saíam com atraso do armazém mas as que chegavam ao cliente dentro da janela horária acordada, que beneficiavam frequentemente da recuperação de tempo durante o percurso. Desta forma, os seus KPIs não evidenciavam a falta de eficácia nas operações no armazém. Foi a partir desta conclusão que foi criado o indicador já explicitado para as secções de *Picking*, visível de igual forma no quadro da Expedição.

A criação e análise destes indicadores permitem uma avaliação diária de fatores diretamente relacionados com a eficácia das equipas, permitindo um controlo regular e consequentes melhorias.

### 6.1.2 Melhoria das condições ergonómicas

Foram introduzidas melhorias no âmbito da ergonomia das operações de forma a tornar as condições de trabalho adequadas e os resultados mais eficientes. Esta intervenção foi mais efetiva na Receção e Conferência de Mercadoria, tendo em conta as suas características iniciais.

Foi decidido que a obtenção de porta-paletes tesoura para todos os operadores iria trazer vantagens óbvias no decorrer da operação (Figura 23b com linha vermelha contínua). Outra melhoria introduzida foi o desenho e consequente construção de um suporte para os contentores utilizados para SKUs conferidos em pequenas quantidades (Figura 23b com linha vermelha descontinuada). Ressalte-se que na Situação Inicial os contentores encontravam-se no chão, dispostos no modo que melhor se adaptava ao operador, sem qualquer norma associada (Figura 23a). Depois da introdução do suporte referido, cada operador conseguia manter os contentores organizados junto à sua bancada de trabalho. Esta solução evita o movimento constante de abaixamento e subida para colocação da mercadoria em cada um dos contentores, evitando lesões a longo-prazo e tornando toda a operação mais eficiente.

Para uma melhor perceção dos resultados obtidos apresenta-se a Situação Inicial e fase posterior à implementação na Figura 23 e 24, respetivamente.



Figura 23 - Bancada de conferência:  
Situação Inicial



Figura 24 - Bancada de conferência: Fase  
Posterior à Implementação

### 6.1.3 Organização e identificação de espaços

Para uma maior organização e uma melhor identificação de espaços nas várias áreas do armazém foi introduzida a ferramenta 5S, aliada à Gestão Visual. A implementação destas ferramentas teve particular impacto na operação de conferência, já que na Situação Inicial (Figura 25), os operadores desconheciam a localização exata na zona de pré-conferência da palete que o sistema indicava como

pronta a conferir. Além disso, frequentemente eram feitas deslocações de outras paletes que obstruíam o alcance da paleta pretendida.



Figura 25 - Zona de pré-conferência: Situação Inicial

Por conseguinte, definiram-se dez corredores sinalizados ao solo para espera de paletes, cada um com espaço para sete posições em profundidade seguindo-se a construção de um quadro de suporte à tarefa de conferência, no qual estão representadas todas as posições disponíveis o que permite uma localização rápida da paleta a conferir. Desta forma, o FTE que receciona e transporta as paletes para esta zona deve assinalar a denominação de cada uma no respetivo local onde a colocou, tendo em conta que as encomendas urgentes devem permanecer em primeiro lugar nos corredores (de acesso fácil com o porta-paletes) e indicadas com cor vermelha no quadro. As Figuras 26a e 26b apresentam as melhorias explicitadas.



Figura 26 - Zona de pré-conferência: Fase posterior à implementação

As mesmas ferramentas foram aplicadas noutras áreas desta secção e do restante armazém, maioritariamente com marcações que permitem identificar zonas específicas, tanto em ambiente de *gemba* como em ambiente administrativo de apoio às atividades operacionais (Anexos 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4). Posteriormente e de forma a sustentar todo o trabalho desenvolvido, foram implementadas auditorias mensais. Devem ser ainda realizadas auditorias visuais diárias pelo supervisor da equipa (a denominada *kamishibai*) de forma a garantir o cumprimento das normas instituídas (Anexo 3.5).

#### 6.1.4 Nivelamento semanal da mercadoria recebida

Após a análise dos dados obtidos da Situação Inicial tornou-se viável, através de um trabalho em conjunto com o supervisor da equipa da Receção e Conferência de Mercadoria e responsável pela equipa das Compras, a conceção de uma visão futura apresentada na Tabela 13. Nesta visão, muitas transportadoras passam a fazer entregas no armazém de Lisboa apenas uma vez por semana ou, para transportadoras no qual isso à partida não é possível tendo em conta o volume a entregar, as quantidades foram cuidadosamente niveladas ao longo da semana de forma a equilibrar os valores

totais para cada um dos dias.

Tabela 13 - Visão futura para o número de encomendas recebidas diariamente por transportadora

Número de paletes	56	55	54	57	55
Dia da semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Transportadora 1	0	0	0	0	7
Transportadora 2	0	0	2	0	0
Transportadora 3	0	0	0	0	0
Transportadora 4	0	1	0	0	0
Transportadora 5	0	0	5	0	0
Transportadora 6	0	0	2	0	0
Transportadora 7	0	0	0	0	0
Transportadora 8	0	10	0	8	0
Transportadora 9	0	0	0	0	1
Transportadora 10	0	5	0	3	0
Transportadora 11	15	10	15	19	9
Transportadora 12	0	9	0	3	0
Transportadora 13	0	0	0	0	0
Transportadora 14	38	12	16	24	30
Transportadora 15	0	0	0	0	0
Transportadora 16	0	0	0	0	0
Transportadora 17	0	0	6	0	0
Transportadora 18	0	0	4	0	0
Transportadora 19	3	8	0	0	8
Transportadora 20	0	0	1	0	0
Transportadora 21	0	0	1	0	0
Transportadora 22	0	0	2	0	0

Tal como explicitado para os dados iniciais, a listagem de transportadoras foi realizada de acordo com o histórico recente de receção de mercadoria. No entanto, algumas transportadoras não fizeram qualquer entrega no armazém durante o período de análise, o que justifica a existência de transportadoras sem qualquer registo na tabela apresentada.

## 6.2 ETAPA 1 - REABASTECIMENTO EM PULL

Tendo em conta a natureza dos constrangimentos identificados, foram implementadas diferentes adaptações do Sistema *Kanban* para o reabastecimento de ambas as linhas - manual e automatizada - e para auxiliar a alimentação dos canais do automático. Primeiramente é explicitado o método utilizado para o cálculo do nível de reaprovisionamento (NR) nas várias soluções e depois são apresentados os três tipos de sistema implementados.

### 6.2.1 Cálculo do nível de reaprovisionamento

O modelo desenvolvido nesta Dissertação considera que existe uma Quantidade Económica de Encomenda (QE) definida para cada artigo, tal como é requerido na política de inventário de revisão contínua. Entenda-se que a encomenda representa neste contexto o pedido de produto ao fornecedor da linha, ou seja, a equipa de Arrumação.

O nível de reaprovisionamento é calculado da mesma forma para todos os diferentes tipos de *kanban* desenhados. Por definição, o NR é calculado segundo a equação:

$$\text{Nível de reaprovisionamento (NR)} = \text{Consumo Médio} \times \text{LT} + \text{Stock Segurança} \quad (1)$$

O *leadtime* (LT) representa o tempo máximo que a equipa de Arrumação leva a responder leva a um

pedido, considerado como 0,6 dias de trabalho. Este tempo foi medido para o pico de aviamento com maior relevância, ou seja, a equipa de Arrumação leva no máximo 0,6 dias a repor um produto na linha após aviamento. Recorde-se que um dia de trabalho corresponde a 14 horas.

Depois, calculou-se o *stock* de segurança (SS) para cada produto (Kaizen Institute, 2015g):

$$SS = (\text{consumo máximo} - \text{consumo médio}) \times LT \quad (2)$$

Procedeu-se a uma alteração no cálculo do SS em relação ao modelo original tendo em conta as características encontradas. O reaprovisionamento descrito ocorre entre intervenientes internos, no qual o cliente é a própria linha manual. Desta forma, decorre um período particularmente curto entre cada reaprovisionamento na linha. A equação apresentada garante que existe sempre quantidade suficiente de período, tendo em conta o máximo registado no trimestre.

Por conseguinte, o NR pode ser apresentado, de forma simplificada, como:

$$NR = \text{Máximo} (\text{consumo total}) \times LT \quad (3)$$

Onde o consumo máximo representa o pior cenário de consumo durante os intervalos de análise. Tendo em conta a necessidade de garantir que os operadores se sentiam confortáveis com a nova periodicidade de pedido de reabastecimento, consideraram-se os últimos três meses para análise no cálculo da QE:

$$\text{Consumo total no período de observação} = \sum_{i=1}^{\# \text{dias de observação}} \text{consumo}_i, i = 1, \dots, \# \text{dias de observação} \quad (4)$$

A título exemplificativo, para definição do consumo diário de dia 1 de Abril foi calculada a média dos registos entre 1 de Janeiro e 31 de Março. Os restantes dias seguem a mesma metodologia de cálculo.

A QE, ou seja, a quantidade de produto que deve ser reabastecida pela equipa de Arrumação, ficou definida como sendo o máximo do consumo médio de cada produto durante os três meses de análise:

$$QE = \text{Máximo} (\text{consumo médio diário no período de observação}) \quad (5)$$

$$\text{Consumo médio diário no período de observação} = \frac{\sum_{i=1}^{\# \text{dias de observação}} \text{consumo}_i}{\# \text{dias de observação}}, i = 1, \dots, \# \text{dias de observação} \quad (6)$$

Por fim, é ainda realizado um arredondamento do valor de QE em função da caixa de fornecedor. Isto evitará o transporte para a linha de quantidades pequenas, o que causaria grande complexidade para a equipa de Arrumação.

### 6.2.2 Sistema *Kanban* - *Racks* estáticas da linha manual

Para a linha manual foi proposto um *kanban* em forma de cartão colocado numa posição especificamente determinada (Figura 27a) sendo que, quando o operador se depara com o ponto de encomenda, deve retirar e picar o *kanban* de forma a desencadear o pedido por produto (Figura 27b). Depois, o operador deve deixar o cartão no local especificado para *kanbans* por arrumar. Ao pedido impresso diretamente na zona da Arrumação (Figura 27c) segue-se o transporte da mercadoria até à linha, com a aglomeração da mercadoria de vários pedidos, de forma a não gerar desperdício. Os produtos recebidos devem ser repostos e, conseqüente, o *kanban* deve ser colocado novamente na posição correta. O cartão desenhado inclui como informação os seguintes pontos (Anexo 4.1): 1) Descrição do produto; 2) Código do produto (número + código de barras); 3) Localização do produto na



rack; 4) Posição do *kanban* (quantidade de produto na prateleira quando se pede o reabastecimento de material); 5) Quantidade a pedir (quantidade de produto a pedir à equipa da Arrumação, calculado com base na caixa *standard* de fornecedor de cada produto); e 6) Número de caixas a repor.

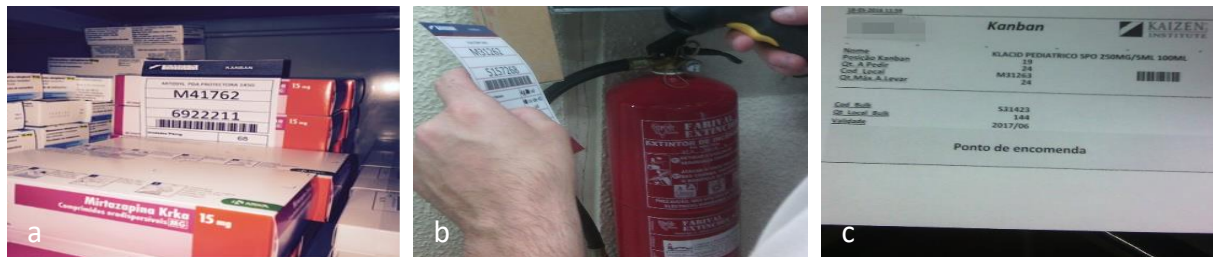


Figura 27 - Etapas do Sistema Kanban nas racks estáticas da linha manual

Como desvantagem pode apontar-se apenas a suscetível perda de cartões ou erros de colocação do cartão no local devido. Por conseguinte, esta melhoria foi implementada - numa fase inicial - apenas num setor da linha manual, permitindo uma avaliação de resultados anterior à instalação do sistema na sua plenitude.

### 6.2.3 Sistema Kanban - Racks dinâmicas

O *kanban* a aplicar nas *racks* dinâmicas de ambas as linhas de aviação tinha de ter duas características: a capacidade de ter em consideração nível correto de reposição e a visibilidade. Foi desenhado um protótipo em ferro baseado num sistema de contrapeso fixado por encaixe nas fileiras das *racks* dinâmicas, o que torna o processo automático e eficiente (Figura 28a). Quando existem caixas por cima da barra de ferro, então esta permanece na horizontal, sem projetar qualquer sinal. À medida que as caixas são consumidas na linha, o *kanban* posiciona-se na vertical por não ter qualquer peso a impedir o seu movimento de rotação, tornando-se facilmente visível. Identifica-se ainda o número de caixas a repor o que, se não existirem alterações aos dados iniciais, equivale ao número de caixas máximo que é possível colocar no espaço de *rack* disponível no momento em que o sinal é acionado (Figura 28b).

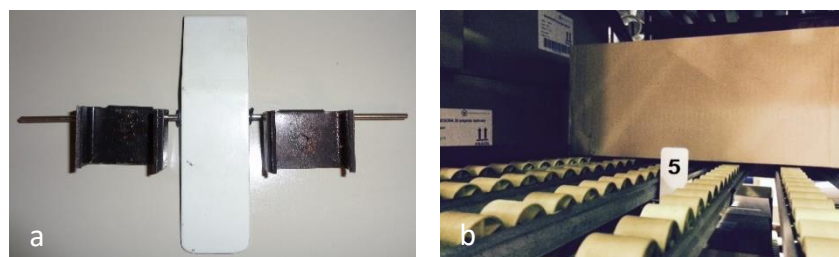


Figura 28 - Sistema Kanban das racks dinâmicas da linha manual e automatizada

### 6.2.4 Sistema Kanban - Canais da linha automatizada

O *kanban* eletrónico surgiu na sequência da necessidade de tornar o processo de enchimento de canais mais eficiente e, para isso, era perentória a criação a implementação de um sistema que priorizasse os canais tendo em consideração o histórico recente da procura. Por conseguinte, foram criados sinais eletrónicos constituídos por *leds* nos topos dos canais do automático que indicam a necessidade de

reabastecer. O reabastecimento deverá ser feito apenas quando a luz estiver acesa e o FTE deve sempre garantir que a totalidade do canal é preenchida (Figura 29).



Figura 29 - Sistema Kanban eletrônico nos canais do automático

Em suma, tal como ilustrado no Fluxograma ilustrado na Figura 30, a introdução do Sistema de *Kanban* em ambas as linhas de aviamento do armazém permitiu uma simplificação evidente face ao estado inicial estudado.

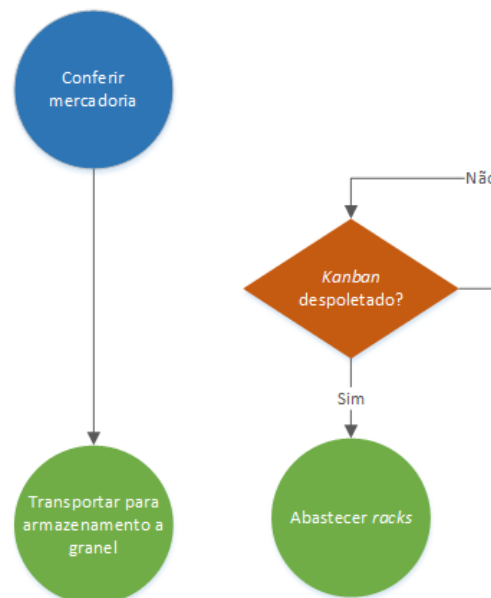


Figura 30 - Fluxograma que apresenta o processo de arrumação e reabastecimento após a introdução das atividades de melhoria

### 6.3 ETAPA 2 - CRIAÇÃO DE CENÁRIOS PARA O LAYOUT DO NOVO ARMAZÉM

Nesta secção apresentam-se as propostas desenvolvidas no âmbito da melhoria da logística interna do novo armazém da Empresa X, especificamente em relação ao seu *layout*. Esta análise é adicional ao trabalho desenvolvido durante o projeto e pretende criar boas condições de funcionalidade nas novas instalações em consonância com as soluções desenhadas para as etapas precedentes. A planta já desenhada do futuro armazém - cedida pela Empresa X à autora - foi o ponto de partida deste estudo (Anexo 5.1). Para o estudo das propostas alternativas ao *layout* consideraram-se fatores como a distância e a área disponível, com recurso ao *software* AutoCad. Foram ainda tidos em consideração vários pressupostos:

1. De forma a viabilizar a análise, foram apenas considerados como blocos de armazenagem posições que correspondessem a armazenamento a granel por palete, tendo sido excluídas

posições de armazenamento para caixas que alimentem diretamente as linhas de aviamento.

2. Tendo em conta a pretensão de crescimento de capacidade com a mudança de instalações, foi assumido que todas as posições de armazenamento estavam ocupadas.
3. A Empresa X pretende que a distribuição de produtos no novo armazém respeite o princípio de Pareto segundo rotação dos mesmos. A rotação de inventário refere-se à quantidade de dias que os produtos permanecem armazenados, desde a sua entrada no sistema até ao seu despacho. Desta forma, é possível estabelecer grupos de produtos por nível de atividade e, conseqüentemente, melhorar a logística interna da instalação. A Tabela 14 apresenta a quantidade e respetiva percentagem de paletes recebidas por tipologia de produto para o futuro armazém, através de uma estimativa de crescimento relativa ao aumento de capacidade da instalação, face aos dados atuais. Esta informação é relativa ao primeiro quadrimestre do ano de 2016. Como é possível observar-se, os produtos tipo “A” representarão cerca de 80% dos produtos rececionados no armazém, sendo que os “B” e “C” assumirão os restantes 20%.

Tabela 14 – Número de paletes recebidas no armazém distribuídas por tipologia ABC

Mês	A		B		C		Total
	# Paletes	% Paletes	# Paletes	% Paletes	# Paletes	% Paletes	
jan-16	3484,8	81%	600,6	14%	231	5%	4316,4
fev-16	3590,4	84%	429	10%	244,86	6%	4264,26
mar-16	2428,8	76%	514,8	16%	272,58	8%	3216,18
abr-16	4012,8	82%	694,98	14%	184,8	4%	4892,58

4. A distribuição das três tipologias de produto no armazém foi definida à semelhança do atual armazém pela Empresa X, assim como a seleção das estruturas de armazenamento. Desta forma, existirá um autómato – agora constituído por 6 módulos – que comportará os produtos com maior rotatividade (tipo “A” e tipo “B”). Este autómato será, da mesma maneira, alimentado por *racks* dinâmicas que facilitam o enchimento de canais. Os produtos tipo “BB” - com menor rotatividade que os primeiros, mas ainda assim maior que os tipo “C” - serão distribuídos nas *racks* dinâmicas na linha manual. Finalmente, os produtos “C” estarão reunidos nas *racks* estáticas da mesma linha. Observe-se que existem exceções a esta distribuição, englobando referências cujas características impossibilitam o seu aviamento na linha automatizada. Assim, as estruturas de aviamento devem ter a mesma área e capacidade das apresentadas no *layout* base para qualquer alternativa, podendo apenas ser alterada a sua disposição.
5. Admitiu-se que o número total de paletes armazenadas é igual ao número total de paletes recebidas, número que se assume que será três vezes superior à realidade atual, uma vez que o número de posições de armazenagem aumentará nesta proporção.
6. Os corredores que permitam o abastecimento de *racks* devem ter 3.100 metros de largura para permitir o pleno funcionamento das empilhadoras e facilitar deslocações. Os corredores secundários devem ter 2.700 metros de largura. Ambos têm uma tolerância de 50 metros;
7. O *layout* deve contemplar o espaço ocupado pelo autómato e adaptar-se às limitações físicas do espaço, tais como paredes e todas as zonas e secções externas à zona de armazenagem já definidas (diferentes secções, zona de *pré-arrumação*, zonas comuns, etc.).

### 6.3.1 Layout base proposto pela Empresa X

Todos os *layouts* apresentados foram divididos em blocos devidamente numerados. Cada bloco corresponde a um conjunto de localizações e sistemas de armazenamento de paletes do mesmo tipo e para a mesma tipologia de produto, separados por corredores principais e/ou secundários. Os blocos representados com sombreado preto não são considerados nesta simulação, já que representam *racks* estáticas que não são abastecidas com paletes, mas por embalagens de diferentes produtos prontos a serem aviados. Desta forma, o *layout* desenhado pela Empresa X para o novo armazém foi dividido em 30 blocos e 20 corredores, de acordo com a divisão física apresentada na planta (Figura 31).

A cada posição de armazenamento foi associado um nome, constituído por quatro caracteres alfanuméricos com o seguinte formato: número #1, letra, número #2, número #3, número #4. O número #1 corresponde ao número do corredor; a letra seguinte corresponde ao lado do corredor (esquerda - "E" ou direita - "D"); o número #2 será o nível da *rack*; o número #3 representa o número da *rack* no corredor; e o número #4 corresponde à posição da paleta na *rack*.



Figura 31 - Divisão do layout proposto pela Empresa X para o novo armazém em blocos

O armazenamento estático está representado pelos blocos 1, 3, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 23, 24, 27, 28, 29 e 30, aos quais estão associados 6,7 ou 12 *racks*, compostos por 5 níveis em altura, os quais admitem 3 posições de paleta cada. Em relação ao armazenamento combinado, assim denominado porque combina prateleiras estáticas para paletes e dinâmicas para caixas, este corresponde aos blocos 2,4,7,8,11,13,16,17,20,22,25,26. Aqui estão associadas 6 ou 7 *racks*, constituídas por 2 ou 3 níveis em altura, sendo que em cada um destes existem também 3 posições de paleta disponíveis. A vermelha representa-se a zona de pré-arrumação.

### 6.3.2 Alternativas à proposta apresentada

No decorrer do desenvolvimento da presente Dissertação, foram sugeridas três propostas de melhoria face ao *layout* base, através da aplicação do *software* AutoCAD. Numa segunda fase, estas propostas foram avaliadas através de um conjunto de KPIs definidos para o efeito. Por conseguinte, apresentam-se as especificações específicas do *layout* solicitadas pela Empresa X:

#### 1. Layout 1: Distribuição em corredores paralelos na vertical

A distribuição da primeira proposta coincide com a disposição inicialmente proposta, tal como é possível analisar pela Figura 32. O *layout* apresentado é constituído por 33 blocos e 17 corredores.

Apresenta como principal vantagem o alinhamento das linhas verticais do armazém, em corredores comuns, permitindo a otimização da logística interna através da sua distribuição simplificada.



Figura 32 - Proposta de layout 1: Distribuição em corredores paralelos na vertical

#### 2. Layout 2: Distribuição em corredores paralelos na horizontal

A distribuição da segunda proposta apresenta toda a sua disposição na horizontal, tal como é possível analisar pela Figura 33, diferindo em 90 graus da planta anterior.

Tem como principal vantagem a proximidade da zona de aviamento e correspondente armazenamento de produtos de tipologia A para com a área de Expedição e zona de *pré-arrumação*. Mais, permite o alinhamento das linhas horizontais em corredores comuns. A desvantagem desta proposta encontrar-se-á na redução de posições de armazenamento desencadeadas pela introdução de *racks* de menor comprimento (blocos 1,5,6,10,14,15,18,19,22).

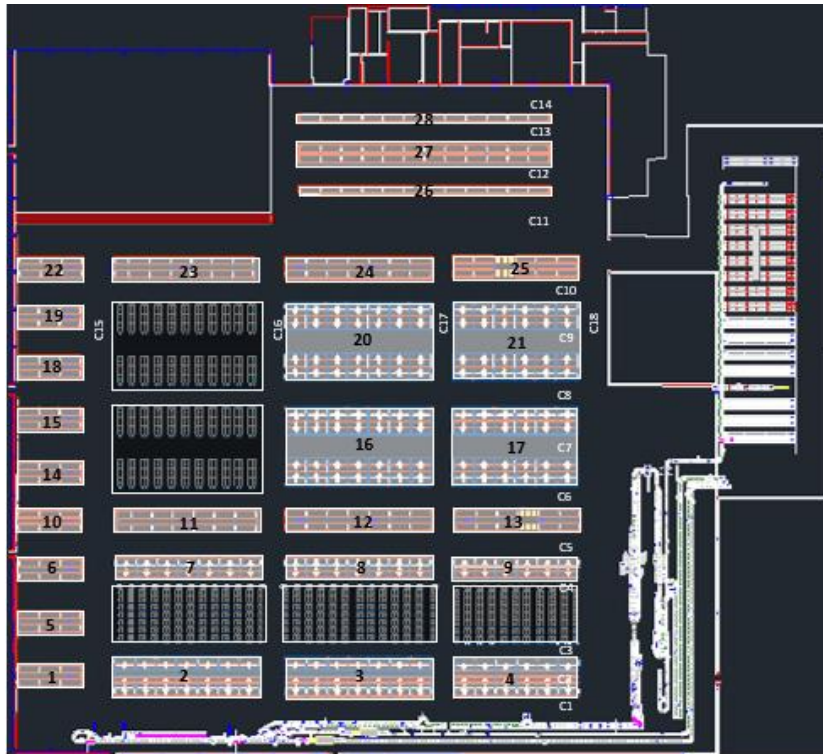


Figura 33 - Proposta de layout 2: Distribuição em corredores paralelos na horizontal

### 3. Layout 3: Distribuição combinada

A terceira e última proposta desenhada possui, tal como o *layout* base, uma disposição combinada. Porém, como apresentado na Figura 34, toda a sua estrutura sofreu alterações. O *layout* 3 é composto por 30 blocos e 24 corredores.

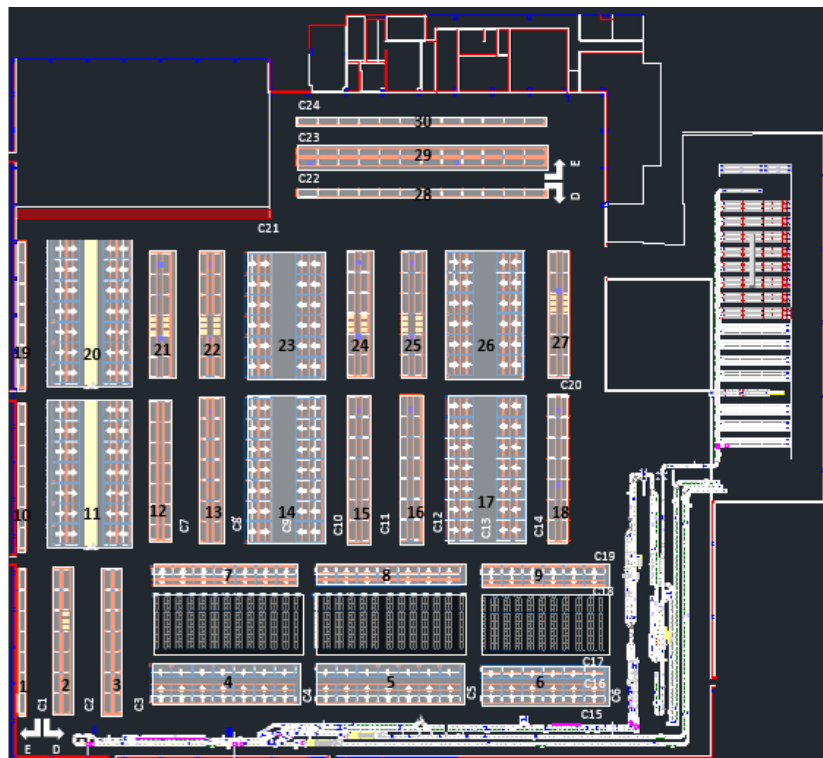


Figura 34 - Proposta de layout 3: Distribuição combinada

Esta alternativa tem como principal vantagem a elevada taxa de utilização do espaço para armazenamento. Como possível inconveniente tem-se a distribuição não contígua nas zonas de passagem do autómato. Desta forma, estas zonas são divididas em três filas paralelas e duas filas horizontais (interior da linha manual). Esta disposição irá gerar um maior número de curvas do tapete, diminuindo a eficiência do sistema (menor velocidade e mais espaço ocupado).

### 6.3.3 Definição de Indicadores

Para a avaliação e posterior comparação entre os vários *layouts* introduzidos, foram definidos indicadores que contemplam as necessidades da empresa em termos de eficiência. Foram distribuídos em duas tipologias: KPIs operacionais e KPIs de área.

A Tabela 15 introduz os indicadores operacionais com a respetiva descrição, equação, unidades utilizadas e terminologia.

Tabela 15 - Descrição dos KPIs operacionais para avaliação de layouts (adaptado de Bello, 2011)

Descrição do Indicador	Equação, unidades e terminologia
<p><b>Número de viagens (NV)</b>            Número de viagens necessárias para armazenar paletes em cada uma das posições de armazenagem. Uma empilhadora só transporta uma paleta de cada vez, sendo que ao mesmo tempo eleva também o operador para facilitar a distribuição de caixas ("man-up"). Deve ter um valor baixo.</p>	$NV_{ij} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J Q_{ij} \quad (7)$ <p>(unidades)</p> <p><math>Q_{ij}</math> é a quantidade total de paletes armazenadas na posição <math>i</math> do bloco <math>j</math>.</p> <p><math>I</math> representa o somatório das posições. <math>J</math> representa o somatório dos blocos.</p> <p>O número de viagens totais (<math>NV_{tot}</math>) é o somatório de todos os <math>NV_{ij}</math>.</p>
<p><b>Distância percorrida (DP)</b>            Distância percorrida em metros para cada bloco pelas empilhadoras para armazenarem as paletes nas suas posições (cada posição de armazenagem corresponde a uma paleta). A variação depende do desenho do <i>layout</i>. Deve ter um valor baixo.</p>	$DP_j = \sum_{j=1}^J D_j \times NV_j \quad (8)$ <p>(m)</p> <p><math>D_j</math> é duas vezes a distância percorrida desde a zona de pré-arrumação até ao ponto médio do bloco <math>j</math> (ida e volta).</p> <p><math>NV_j</math> é o número de viagens realizadas até ao bloco <math>j</math>.</p> <p>A distância percorrida <math>DP_{tot}</math> é o somatório da distância percorrida desde a zona de pré-arrumação até ao ponto médio de cada bloco (<math>DP_j</math>).</p>
<p><b>Distância média à Expedição dos produtos com tipologia "A" (<math>DE_{média}</math>)</b>            Distância média percorrida em metros pela mercadoria de tipologia A desde o ponto de aviamento até à zona de Expedição. Esta distância é percorrida pelos contentores ao longo do tapete de rolos. Deve ter um valor baixo.</p>	$DE_{média} = \frac{\sum_{j=1}^J DE_j}{J} \quad (9)$ <p>(m)</p> <p><math>DE_j</math> é a distância desde o ponto médio do bloco de aviamento <math>j</math> até à Expedição.</p>

O segundo tipo de KPIs envolve cálculos que consideram as áreas ocupadas e disponíveis, numa perspetiva de eficiência do *layout*. Os seus *inputs* foram as características inerentes ao mesmo, como o número de posições de armazenamento de paletes por bloco, dimensões das posições de armazenagem e dimensão do próprio armazém. Como tal, a variação dos indicadores apresentados depende unicamente das variações no *layout*. A Tabela 16 descreve os indicadores a considerar.

Tabela 16 - Descrição dos KPIs de área para avaliação de layouts (adaptado de Bello, 2011)

Descrição do Indicador	Equação, unidades e terminologia
<p><b>Número de posições de paletes (PPal)</b> Número de posições de paletes disponíveis em cada bloco j. Deve ter um valor alto.</p>	$PPal_j = No.racks_j \times Nív.rack_i \times No.Pos.Pal_i \quad (12)$ <p>(unidades)</p> <p>No.racks<sub>j</sub> é o número racks no bloco j que detêm um determinado número de posições de armazenagem. Nív.rack<sub>i</sub> corresponde ao número de níveis de cada rack i. No.Pos.Pal.<sub>i</sub> corresponde ao número de posições para armazenamento de paletes em cada nível de rack i.</p>
<p><b>Área base útil (ABU)</b> Corresponde à área total em metros quadrados dos diferentes blocos j que estão estabelecidos no layout com posições de armazenagem e na qual podem ser armazenadas paletes ao solo (não inclui os níveis de racks em altura). Consideram-se apenas as posições de armazenamento a granel, ou seja, racks dinâmicas ou estáticas que abastecem as linhas diretamente não entram no cálculo. Deve ter um valor alto.</p>	$ABU_j = C_i \times L_i \times No.racks \quad (11)$ <p>(m<sup>2</sup>)</p> <p>C<sub>i</sub> é o comprimento em metros da posição de armazenagem i. L<sub>i</sub> é a largura da posição de armazenagem i. No.racks<sub>j</sub> corresponde ao número de racks que detêm um determinado número de posições de armazenagem.</p>
<p><b>Porcentagem de perda (PP)</b> É a porcentagem de espaço na planta que não é utilizada para armazenar material. Deve ter um valor baixo.</p>	$PP = \frac{Atot - ABU}{Atot} \times 100 \quad (13)$ <p>(%)</p> <p>Atot é a área total da planta, sendo esta área igual a 9772 m<sup>2</sup>.</p>
<p><b>Porcentagem de perda efetiva (PPE)</b> É a porcentagem de espaço na planta que não pode ser utilizada para armazenar material e não tem posições de armazenagem definidas. Este KPI inclui os corredores que dão acesso a áreas de armazenamento ou corredores necessários para passagem tendo em conta o desenho do autômato. Deve ter um valor baixo.</p>	$PPE = \frac{Atot - Acorr - Asecções}{Atot} \times 100 \quad (14)$ <p>(%)</p> $Asecções = Arec + Atr + Aaviam + Aexp + Aoutros$ <p>Acorr corresponde à área ocupada pelos corredores na planta do armazém (principais e secundários). Asecções engloba a área da Recepção e Conferência, Trocas e Devoluções, Aviamento, Expedição e outros. Os outros incluem os escritórios, refeitórios, balneários e casas de banho.</p>

Depois da definição do conjunto de KPIs selecionados para a avaliação das múltiplas alternativas, serão apresentados no capítulo seguinte os seus resultados e a consequente análise aos mesmos.

## 6.4 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas as três etapas chave de implementação de atividades de melhoria da presente Dissertação. Cada uma delas procura eliminar os desperdícios já identificados no capítulo anterior através de soluções *Kaizen Lean*, que não implicam investimento avultado.

A Etapa 0 descreve a fase de implementação de cinco soluções desenhadas com o objetivo de garantir as condições básicas para o seguimento do projeto. A Etapa 1 explicita o sistema adotado de forma a tornar o reabastecimento às linhas numa operação normalizada e em *pull* em todo o armazém. Por fim, a Etapa 2 apresenta as alternativas ao layout proposto como base pela Empresa X para o novo armazém e dois conjuntos de indicadores que permitirão, posteriormente, avaliar e selecionar a melhor proposta.



## CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

---

O presente capítulo descreve a avaliação e discussão dos resultados obtidos nos indicadores respeitantes às várias etapas de melhoria implementadas. A secção 7.1 recai sobre a Etapa 0, com a avaliação dos minutos por palete conferida e nível de mercadoria recebida por dia da semana. Na secção seguinte são apresentados os três indicadores da Etapa 1, ou seja, o número de reabastecimentos às linhas por dia, o nível diário de inventário na linha manual e o número de canais vazios por semana. A secção 7.3 apresenta a avaliação e discussão dos KPIs operacionais e de área definidos especificamente para a avaliação das alternativas de *layout* desenvolvidas para o novo armazém. Estas propostas são comparadas ao *layout* desenhado inicialmente pela própria Empresa X. Por fim, na secção 7.4 são apresentadas as principais conclusões do capítulo.

Nas próximas secções do presente capítulo, são comparados os dados recolhidos na análise da Situação Inicial com os dados obtidos na Fase de Implementação. Os dados da primeira fase correspondem ao período entre Março e Abril e a implementação decorreu entre Maio e Julho de 2016.

### 7.1 AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DA ETAPA 0 - ESTABILIDADE BÁSICA

Nesta secção são analisados os resultados de todas as medidas adotadas na Etapa 0, o que engloba não só os resultados viáveis de medir quantitativamente, como outros fatores qualitativos que contribuíram para o sucesso de implementação das etapas posteriores. Estes últimos são caracterizados pela intrínseca dificuldade de quantificação dos resultados obtidos.

#### Envolvimento das equipas na melhoria contínua

O esforço aplicado para a criação de uma cultura transversal à organização que objetiva a integração de todos os colaboradores na persecução da melhoria contínua culminou num aumento geral da motivação. Desta forma foram alcançados resultados visíveis na dinâmica interna das equipas e uma maior capacidade de entreajuda para com outras equipas, essencial ao bom funcionamento de todas as operações do armazém.

#### Melhoria das condições ergonómicas e organização e identificação de espaços

O impacto da melhoria das condições ergonómicas e organização e identificação de espaços foi recebido com um *feedback* bastante positivo por parte de todos os operadores do armazém, considerando que o ambiente se encontra atualmente “muito mais limpo, organizado e mais intuitivo”.

Estes resultados tiveram particular relevância na zona de Receção e Conferência de Mercadoria, secção onde existiam maiores oportunidades de melhoria. Obteve-se uma diminuição no número de deslocações realizadas pelo operador durante a seleção da palete a conferir. A Figura 35 caracteriza a Situação Inicial através de um Diagrama de *Spaghetti*, onde se encontra a representação das sucessivas deslocações do operador para localizar e deslocar a palete pretendida, com movimento de outras paletes e inclusive, um pedido de auxílio ao supervisor de secção. Por outro lado, a Figura 36 apresenta o mesmo exercício para a situação após introdução de melhorias, com uma diminuição notória no número de deslocações e, conseqüentemente, no tempo consumido na atividade.

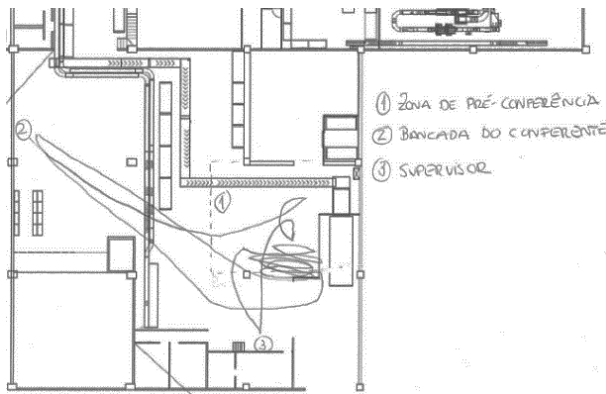


Figura 35 - Diagrama de Spaghetti com localização de palete na zona de pré-conferência: Situação Inicial

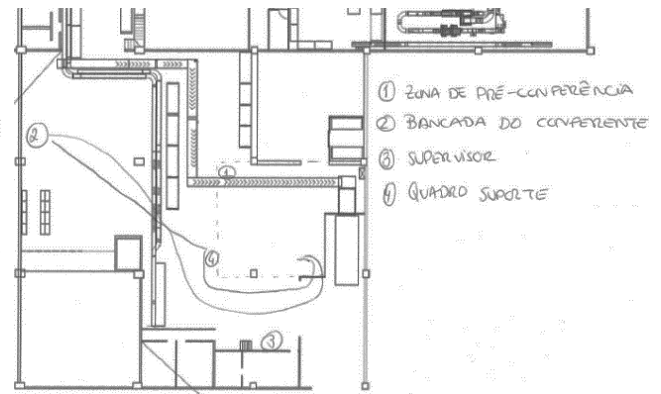


Figura 36 - Diagrama de Spaghetti com localização de palete na zona de pré-conferência: Situação posterior à fase de implementação

Consequentemente foi possível diminuir o tempo médio de conferência de uma palete de 52 minutos para 43 minutos, culminando num aumento da eficiência da operação em 17,31% representada pela Figura 37. Foram realizadas duas semanas de observação.

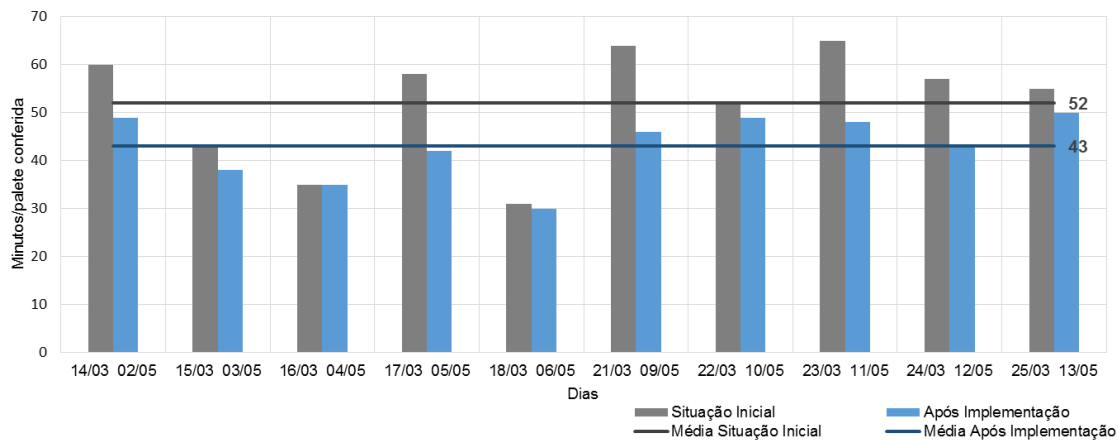


Figura 37 - Tempo médio por palete conferida para a situação atual e fase posterior à implementação

Refira-se que as oscilações apresentadas ao longo dos dias de observação devem-se sobretudo às diferentes características da mercadoria que diariamente é recebida no armazém, podendo contemplar menor ou maior dificuldade na tarefa de conferência. A título exemplificativo, existem encomendas que chegam com várias referências acondicionadas na mesma caixa - muitas delas com embalagens semelhantes - e outras que apresentam uma determinada quantidade ou tipo de produto que não corresponde ao indicado na caixa de fornecedor. Esta variabilidade foi anteriormente exposta em 6.1.1.

#### Nivelamento semanal da mercadoria recebida

Até ao momento de fecho da presente Dissertação, não foi possível estabelecer acordo entre a Equipa das Compras e os vários fornecedores/transportadoras que permitisse estabelecer na totalidade a distribuição de receção de mercadoria semanal desenhada para Visão Futura em 6.1.4. Porém, foi possível alcançar 58,82% do objetivo prospetivado com a aplicação parcial da solução. Para o cálculo desta taxa de sucesso, considerou-se 100% quando a alteração foi implementada conforme o estabelecido e 0%, caso contrário. A Tabela 17 expõe os resultados obtidos.

Tabela 17 - Encomendas recebidas diariamente por transportadora até ao fecho da Dissertação

Número de paletes	68	43	46	60	62
Dia da semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Transportadora 1	0	0	0	0	7
Transportadora 2	0	0	2	0	0
Transportadora 3	0	0	0	0	0
Transportadora 4	0	1	0	0	0
Transportadora 5	0	0	5	0	0
Transportadora 6	0	2	0	0	0
Transportadora 7	0	0	0	0	0
Transportadora 8	8	0	0	7	3
Transportadora 9	1	0	0	0	0
Transportadora 10	1	0	0	7	2
Transportadora 11	15	10	15	19	9
Transportadora 12	0	9	0	3	0
Transportadora 13	0	0	0	0	0
Transportadora 14	38	12	16	24	30
Transportadora 15	0	0	0	0	0
Transportadora 16	0	0	0	0	0
Transportadora 17	0	0	6	0	0
Transportadora 18	2	1	0	0	1
Transportadora 19	3	8	0	0	8
Transportadora 20	0	0	0	0	1
Transportadora 21	0	0	0	0	1
Transportadora 22	0	0	2	0	0

No entanto, foi possível obter melhorias face à Situação Inicial num período de tempo relativamente curto, sendo que necessário continuar a trabalhar nesta negociação entre ambas as partes, de forma a ser possível atingir os resultados pretendidos. A Figura 38 permite observar a comparação gráfica entre a Situação Inicial, Visão Futura e resultados obtidos até ao fecho da presente Dissertação.

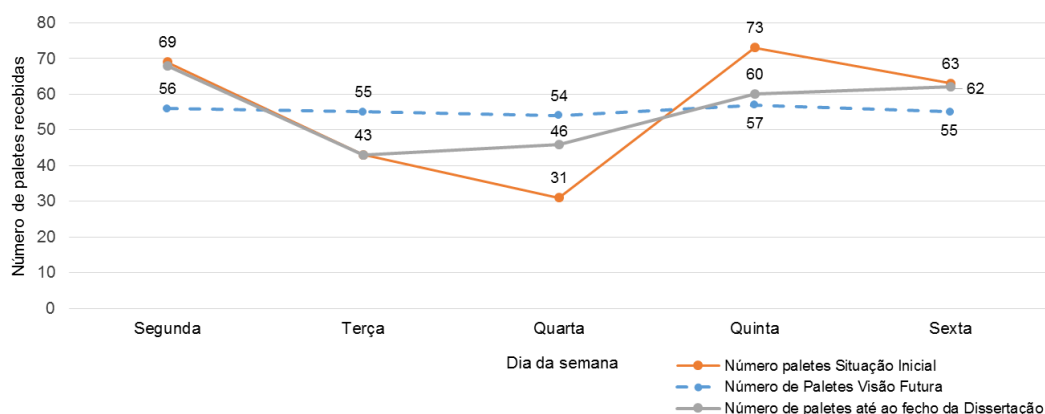


Figura 38 - Comparação gráfica entre a Situação Inicial, Visão Futura e situação até ao fecho da Dissertação para o número de paletes recebidas intrasemanalmente

Os dados calculados para a Situação Inicial apresentavam um desvio padrão de 16,13, o que correspondia a um coeficiente de variação perto dos 28,91%. Por outro lado, o objetivo traçado encontrava-se com valores iguais a 0,75 e 1,34%, respetivamente. Até ao fecho da Dissertação, foi possível obter um desvio padrão de 9,64 e um conseqüente coeficiente de variação igual a 17,28%.

## 7.2 AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DA ETAPA 1 - REABASTECIMENTO EM PULL

Nesta secção são apresentados e discutidos os resultados obtidos com a introdução de um reabastecimento normalizado em *pull* no armazém. Esta solução permitiu tirar partido dos seguintes benefícios:

- Maior rapidez na tarefa de reabastecimento das *racks* dinâmicas (Gestão Visual);
- Eliminação do recurso a pedidos urgentes de mercadoria em períodos de pico;
- Eliminação do inventário em excesso na linha e conseqüente supressão das reservas;
- Extinção da logística inversa forçada para mercadoria devido a falta de espaço;
- Extinção de comportamentos díspares intrínsecos ao reabastecimento - não normalizados - entre os operadores dos vários sectores da linha;
- Eliminação da tarefa de pedido de produto e conseqüente aumento de foco da equipa na sua tarefa *core*;
- Priorização dos canais que necessitam realmente de ser carregados;
- Diminuição do número de *stock-outs* nos canais (com principal visibilidade nos períodos de pico).

Seguidamente, apresentam-se os resultados num âmbito mais específico para cada um dos Sistemas *Kanban* implementados.

### Sistema *Kanban* - *Racks* estáticas da linha manual

Foram avaliados os resultados obtidos com a implementação do reabastecimento em *pull* num dos sectores da linha manual. A Figura 39 demonstra a redução em 23,53% do número de reabastecimentos realizados num período de observação de duas semanas. Este valor deve-se à ausência de normalização na operação durante a situação inicial, gerando reabastecimentos sem necessidade e conseqüente desperdício.

Além desta melhoria, a implementação do Sistema *Kanban* no setor piloto selecionado permitiu reduzir em cerca de 22,20% o inventário em linha, tal como é possível observar na Figura 40. Esta percentagem equivale ao valor de produtos que permaneciam nas já referidas reservas, o que torna a operação de *picking* mais eficiente e sujeita a menos erros.

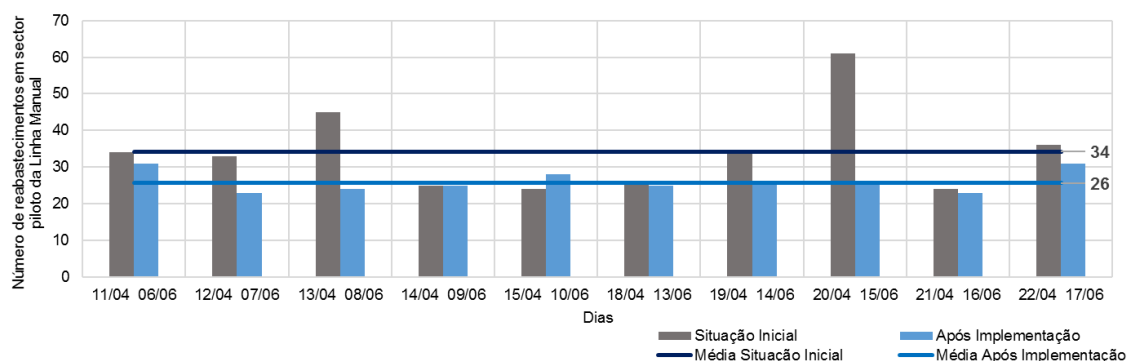


Figura 39 - Número de reabastecimentos diários em setor piloto da linha manual: Situação Inicial e após fase de implementação

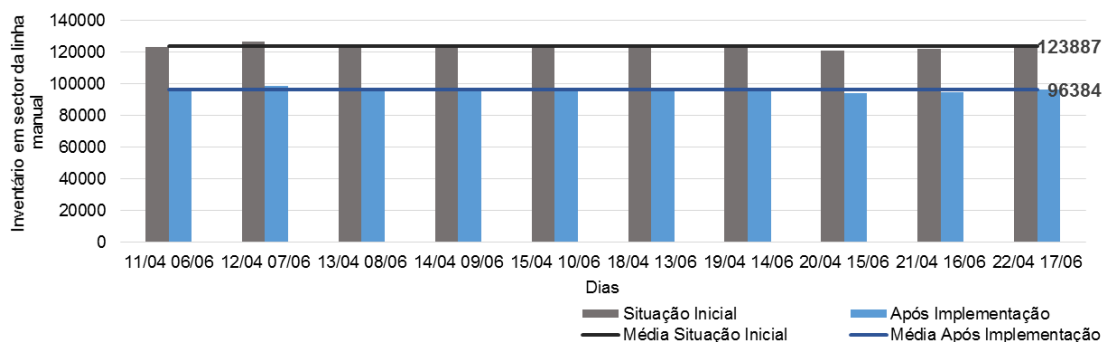


Figura 40 - Nível de inventário diário em setor piloto da linha manual: Situação Inicial e após fase de implementação

Tendo em conta as limitações do SI, não se torna possível fazer uma contabilização do total de caixas nestas condições (número de caixas entram para a totalidade do inventário em linha de cada SKU), tendo sido necessária a sua contagem física ao longo dos dias observados. Desta forma, aponta-se como dificuldade sentida o tempo destinado à aplicação dos *kanbans* em todas as posições devido às localizações de difícil acesso e à quantidade elevada de SKUs.

#### Sistema Kanban - Racks dinâmicas da linha automatizada

O impacto da solução foi medido através da análise do indicador que contabiliza o número de reabastecimentos efetuados à linha automatizada. Tal como é possível analisar na Figura 41, existe um decréscimo deste valor em 33,33%, o que resulta em menos deslocações e paralelamente, num reabastecimento mais efetivo tendo em conta as reais necessidades da linha. Mais uma vez, de notar que estes valores referem-se apenas ao setor piloto observado.

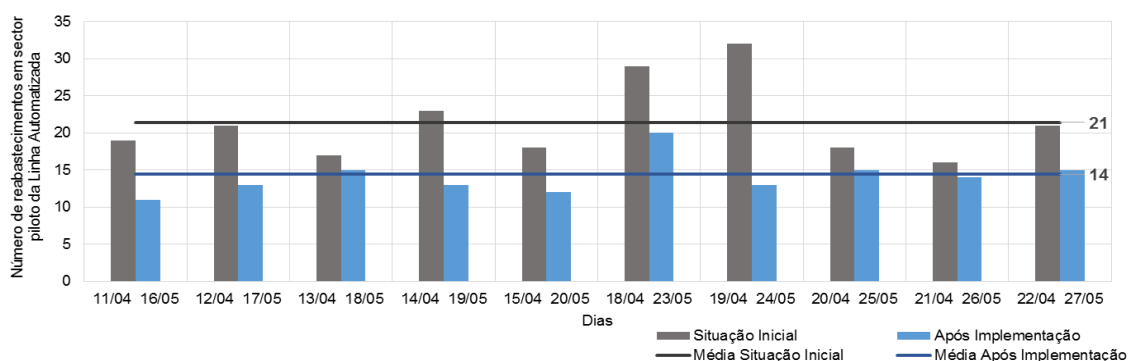


Figura 41 - Número de reabastecimentos diários em setor piloto da linha automatizada

#### Sistema Kanban - Canais da linha automatizada

Na Figura 42 apresenta-se o indicador do número de canais vazios semanais no autómato do armazém. Este denota uma diminuição em cerca de 82,14% do número de canais vazios, através da instalação dos *kanbans* eletrónicos em dois módulos pilotos pré-selecionados da estrutura.

Esta análise decorreu num período de cinco semanas, sendo que os valores apresentados foram diretamente obtidos através do sistema do próprio autómato.

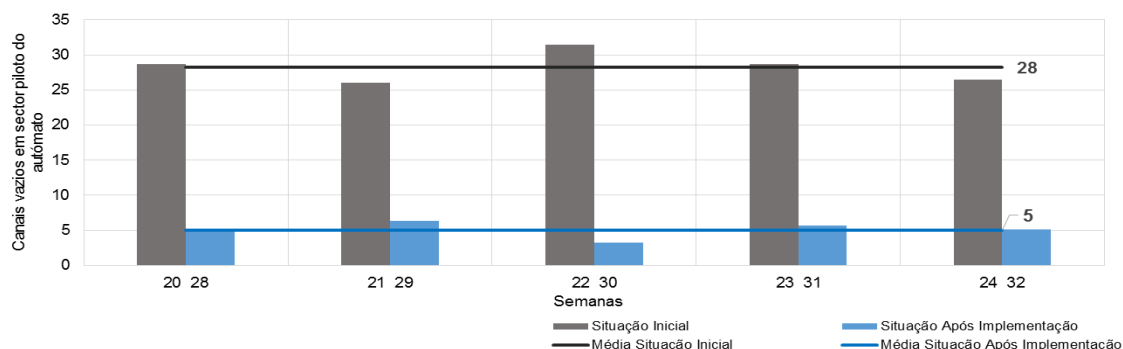


Figura 42 - Número de canais vazios semanais em sector da linha automatizada: Situação Inicial e após fase de implementação

Refira-se que a eliminação total da ocorrência de canais sem produto não é exequível, tendo em conta a existência de recorrentes *stock-outs* no próprio armazém, fenómeno comum na área farmacêutica tendo em conta o elevado número de produtos esgotados. Tendo isto em conta, os resultados apresentados revelam-se bastante positivos.

### 7.3 AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DA ETAPA 2 - CRIAÇÃO DE CENÁRIOS PARA O LAYOUT DO NOVO ARMAZÉM

A presente secção é repartida em duas frações. Uma delas foca-se na apresentação e discussão dos resultados obtidos para os KPIs operacionais definidos com o intuito de avaliar as várias alternativas ao *layout* proposto pela Empresa X. Outra, incide sobre os KPIs de área.

#### Indicadores operacionais

Os indicadores operacionais definidos incluem a distância percorrida total ( $DP_{total}$ ) e a distância média percorrida à Expedição dos produtos com tipologia “A” ( $DE_{média}$ ). De forma a facilitar análise individual e comparação de resultados entre as várias alternativas, a Tabela 18 apresenta as variáveis mencionadas, perspetivando a globalidade dos blocos definidos e indicando se existe melhoria ou degradação a cada KPI em relação ao *layout* base (assinalado com verde ou vermelho, respetivamente). Os Anexos 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4 apresentam as tabelas que suportam estes resultados, com os respetivos valores apresentados por bloco, com a indicação das filas teóricas correspondentes.

Tabela 18 - Resultados dos KPIs operacionais para as várias propostas com indicação da variação percentual face ao *layout* base

<i>Layout</i>	$DP_{total}$ (m)	Resultado face ao <i>layout</i> base	$DE_{média}$ (m)	Resultado face ao <i>layout</i> base
Base	522842,00		137	
1. Vertical	607681,80	16,23%	91,50	- 33,21%
2. Horizontal	477057,20	- 8,76%	42	- 68,98%
3. Combinado	555307,60	6,21%	87	- 36,50%

Uma simples análise global à Tabela 18 permite compreender que, em termos operacionais, o *layout* com configuração horizontal é a melhor opção.

O valor de DP depende da configuração do *layout*, o que justifica os resultados diferentes para cada configuração apresentada. A diminuição da DP total torna as operações mais eficientes, com menor tempo investido e menores custos de transporte. As variações percentuais apresentadas demonstram que apenas o *layout* horizontal tem um valor inferior neste indicador, quando comparado com o *layout* base, de quase 9%.

O indicador  $DE_{média}$  mede a distância média percorrida pelos contentores aviados no tapete de rolos, desde a localização média de aviamento para produtos com tipologia “A” até à zona de Expedição, tendo em conta as limitações do autómato. Embora esta distância não seja percorrida com empilhadora, entenda-se que quanto mais perto os produtos com maior rotação estiverem da zona de despacho, maior a rapidez e eficiência com que são expedidos. Todas as propostas desenhadas apresentam valores mais baixos e, logo, mais benéficos em relação ao *layout* base. Notoriamente, o *layout* com disposição horizontal volta a ter o melhor resultado, alcançando cerca de 69% de melhoria.

#### Indicadores de área

Os KPIs de área incluem a área de base útil (ABU), o número de posições de palete (PPal) para a totalidade do armazém, percentagem de perda (PP) e percentagem de perda efetiva (PPE).

Para o cálculo da PPE foi necessário obter os valores de área da secção de Receção e Conferência, Trocas e Devoluções, aviamento (ou seja, interior da linha manual e tapete do autómato), *pré-arrumação*, Expedição e outros (que engloba escritórios e zonas comuns). A Tabela 19 apresenta estes dados, semelhantes para as várias alternativas.

*Tabela 19 - Valores constantes às várias alternativas de layout*

Areceção (m <sup>2</sup> )	Atrocas (m <sup>2</sup> )	Aaviam (m <sup>2</sup> )	Apré-arrumação (m <sup>2</sup> )	Aexped (m <sup>2</sup> )	Aoutros (m <sup>2</sup> )
677	219	1699,6	48	830	570

Por outro lado, também a área ocupada pelos corredores foi necessária ao cálculo da PPE, tendo sido calculada em particular para cada um dos *layouts* (Tabela 20). Sublinhe-se que a mesma engloba apenas os corredores que dão acesso a posições de armazenagem ou aqueles que são essenciais à movimentação de operadores e/ou máquinas (o que pode não englobar a totalidade dos corredores identificados em cada planta).

*Tabela 20 - Área dos corredores das várias alternativas de layout*

Base (m <sup>2</sup> )	Horizontal (m <sup>2</sup> )	Vertical (m <sup>2</sup> )	Combinado (m <sup>2</sup> )
2242,90	2317,55	2329,70	2433,50

A Tabela 21 aglomera os valores dos indicadores calculados para todos os *layouts* em estudo. Nos Anexos 6.5, 6.4, 6.5 e 6.6 apresentam-se as tabelas que suportam estes resultados, com os respetivos valores apresentados por bloco, com a indicação das filas teóricas correspondentes.

Tabela 21 - Resultados dos KPIs de área para as várias propostas com indicação da variação percentual para o layout base

Layout	PPal (unidades)	Resultado face ao layout base	ABU (m <sup>2</sup> )	Resultado face ao layout base	PP (%)	Resultado face ao layout base	PPE (%)	Resultado face ao layout base
Base	4320		1087,24		88,87		35,67	
Vertical	3918	-9,31%	1114,96	2,55%	88,59	-0,32%	34,78	-2,50%
Horizontal	3930	-9,03%	991,8	-8,78%	89,85	1,10%	34,90	-2,16%
Combinado	4635	7,29%	1130,36	3,97%	88,43	-0,50%	33,72	-5,47%

Como ilustrado na Tabela 21, a ABU é superior nos layouts com disposição vertical e combinada. Conclui-se então, que o layout horizontal tem uma área ocupada da planta com sistemas de armazenamento inferior a todas as restantes alternativas, o que o torna a última opção em relação às demais propostas, ao contrário do que até aqui tinha sido analisado.

Os valores das PPal apresentam um comportamento similar à ABU. Aqui, denota-se que a configuração combinada permite um ganho de 7,29%, respetivamente. Este resultado vem confirmar a sua superioridade na capacidade de armazenamento, indo ao encontro do que foi apresentado no ponto anterior. Uma vez mais, a alternativa combinada é a melhor opção encontrada.

Embora as diferenças percentuais sejam muito baixas (perto dos 1%), é possível concluir que o layout com maior PP é o horizontal (Tabela 21). Na face oposta encontra-se o layout combinado, que apresenta novamente o valor mais favorável (Tabela 21). Importa referir que a diferença entre a PP e PPE corresponde à área necessariamente ocupada para o funcionamento global do armazém, sendo que a primeira engloba todas as áreas, assim como os corredores essenciais ao armazenamento, o autómato e as zonas comuns. Subtraindo todas as áreas não úteis do armazém é possível definir o valor efetivo de perda, medido através da PPE, o que o torna um indicador mais apropriado para a avaliação geral do layout. Quanto menor este valor, maior o aproveitamento do espaço para armazenamento. Embora todas as alternativas desenhadas apresentem resultados mais benéficos que o layout base, o destaque vai novamente para a proposta de configuração combinada, com um valor de perda efetiva inferior em 5,47%.

Numa visão geral, a proposta com configuração horizontal foi superior em todos os KPIs operacionais, contrastando com os valores obtidos nos KPIs de área para o mesmo layout. Porém, as suas perdas nestes últimos indicadores não foram suficientemente relevantes para alterar o resultado médio bastante positivo. Assim, obtém-se uma taxa de melhoria média em relação ao layout inicial de 13,95% quando são incorporadas todas as melhorias e agravamentos registados. Esta taxa sobe para 26,63% quando são agregadas apenas as percentagens de melhoria conquistadas. Face a isto, o segundo melhor layout é o combinado, com 8,71% e 12,44% nestas taxas, respetivamente.



## 7.4 PROPOSTAS DE MELHORIA FUTURA

Após a implementação das várias etapas de melhoria desenhadas e da estabilização da integração dos novos processos, propõem-se outras atividades que deverão ser estudadas e, posteriormente aplicadas. Estas virão a contribuir para resultados diretamente impactantes na eficiência das operações, complementando todo o trabalho já desenvolvido.

Por conseguinte, sugere-se para trabalho futuro:

- **Introdução de caixas *standard*** : Esta medida iria obrigar a um investimento inicial substancial e a uma operação de *repacking* logo após a conferência de mercadoria que não iria para o armazenamento em granel. Porém, teria como vantagens a uniformização da unidade de armazenamento, o que permitiria uma melhor organização do espaço e a introdução de um maior número de diferentes SKUs ao longo da largura das *racks* dinâmicas.
- **Introdução de um comboio logístico**: Permitiria concentrar todo o desperdício de transporte neste elemento (conceito explicitado em 4.4.7). Deve ser delineada uma rota, num horário bem definido, de acordo com uma avaliação preliminar da situação atual. Este comboio permitirá eliminar as viagens em vazio dos porta-paletes ou empilhadoras e garantir que os operadores estão focados somente na sua tarefa *core*. O comboio terá que ser composto por duas vertentes de carro – um deles específico para as caixas *standard* de reduzida dimensão que têm como destino as *racks* dinâmicas e outro direcionado para as caixas de fornecedor que seguem para o armazenamento a granel. A operação de remover do comboio e arrumar a mercadoria deverá ser da responsabilidade do motorista do comboio logístico. Sublinhe-se que esta implementação exige uma avaliação da Situação Inicial pelo Departamento de Engenharia e Manutenção da Empresa X. O Anexo 7.1 apresenta as várias fases que devem ser tidos em conta para o sucesso da mesma.
- **Simulação que pretende avaliar a alocação dos produtos segundo a categorização ABC estabelecida pela Empresa X**: Uma vez que este projeto procurou dar um contributo direcionado para a estruturação do *layout* e sua avaliação assumindo como pressuposto a exigência da organização.
- **Aplicação da Metodologia Multicritério para agregar indicadores**: De forma a obter um indicador global do projeto.
- **Otimização de rotas no armazém**: De forma a garantir as melhor rotas de *picking*. Maioritariamente são utilizadas heurísticas, sendo que para muitos *layouts* não é possível criar um algoritmo que encontre a rota ótima – ou porque as rotas podem não parecer naturais aos operadores ou devido ao facto de um algoritmo não ter em linha de conta o congestionamento dos corredores (Van den Berg, J.P. & Gademann, J.R.M., 2000).
- **Aplicação das atividades de melhoria implementadas ao novo armazém e aos restantes armazéns do Grupo**: Implementação com possíveis adaptações tendo em conta as características de cada um. Importa realçar a relevância associada à estabilidade básica que deve ser garantida na fase inicial.

## 7.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

No presente capítulo foram apresentados e avaliados os resultados obtidos na Fase de Implementação. Na primeira secção foram discutidos os resultados qualitativos e quantitativos obtidos através da Estabilidade Básica (Etapa 0), necessária à implementação das fases seguintes do projeto. De seguida, foram avaliados os resultados alcançados através da aplicação de um Reabastecimento Normalizado e em *Pull* em todo o armazém (Etapa 1). Posteriormente, foi feito o mesmo exercício para os resultados inerentes à Criação de Cenários para o *Layout* do Novo Armazém (Etapa 2), com a seleção da melhor alternativa segundo os KPIs definidos. Na penúltima secção do presente capítulo foram ainda apresentadas várias propostas de melhoria futura, atividades que não foram implementadas no âmbito do presente projeto mas que poderão dar continuidade ao trabalho realizado até aqui e permitir alcançar excelentes resultados.

Da análise realizada, verificaram-se ganhos em eficiência na secção de Receção e Conferência de mercadoria motivados pela melhoria das condições ergonómicas e redução do número de deslocações, culminando numa diminuição do tempo médio de conferência por palete em 17,31%. Ainda para a mesma secção do armazém, foi conseguido um nivelamento da receção de mercadoria intrasemanal de 58,82% face à visão futura desenhada. Registou-se uma diminuição do número de pedidos de reabastecimento na linha manual e automatizada em 23,53% e 33,33%, respetivamente. Através do sistema implementado, foi também possível baixar o nível de inventário na linha manual em 22,20%. Ainda na linha automatizada, observou-se uma redução de 82,2% no número de canais vazios. Relativamente ao novo armazém, foi desenhada uma proposta de *layout* que revelou valores de eficiência superiores ao *layout* proposto pela Empresa em 13,95%, de acordo com os KPIs medidos.

Os resultados obtidos até ao fecho da presente Dissertação de Mestrado demonstraram-se extremamente positivos no entanto, é necessário ter em conta que o tempo para a sua avaliação foi reduzido. Mais do que isso, a mudança de instalações no curto-prazo poderá desafiar a organização para implementar as atividades testadas nos setores pilotos do atual armazém. Neste sentido, é necessário garantir uma cultura de melhoria contínua transversal a todas as equipas, operacionais e de gestão, para que os resultados obtidos sejam replicados ou até mesmo melhorados de forma autónoma dentro da organização.

O caso estudado nesta Dissertação de Mestrado reporta à Empresa X e tem o objetivo prioritário de aumentar a eficiência global do seu armazém de Lisboa. Esta empresa, assim denominada por motivos de confidencialidade, é grossista do ramo farmacêutico e cliente da empresa de serviços externos *Kaizen Institute Consulting Group (KICG)*, em conjunto com a qual o presente trabalho foi desenvolvido. Primeiramente, recolheram-se os dados relativos à situação inicial através da construção de um VSM com respetiva identificação de oportunidades de melhoria. Em seguida, foram desenhadas três etapas principais, compostas por diversas atividades de melhoria, em conjunto com as equipas operacionais: Estabilidade Básica, Reabastecimento em *Pull* e Criação de Cenários ao *Layout* do Novo Armazém.

Seguiu-se a Fase de Implementação caracterizada pela execução das atividades propostas. Através da análise dos resultados obtidos, concluiu-se que a Etapa 1 contribuiu para o aumento da eficiência na secção de Receção e Conferência de Mercadoria, devido à melhoria das condições ergonómicas e redução do número de deslocações. Estas medidas, culminaram numa diminuição do tempo médio de conferência por palete em 17,31%. Ainda na etapa da Estabilidade Básica e até ao fecho da presente Dissertação, o trabalho desencadeado sobre o nivelamento da mercadoria recebida no espaço intrasemanal alcançou 58,82% do objetivo traçado para as alterações desenhadas para a visão futura, com uma evolução do coeficiente de dispersão de 28,91% para 17,28%. Obviamente que, paralelamente a estas medidas, foi introduzida uma cultura de melhoria contínua que permitiu o sucesso das etapas seguintes.

A Etapa 1, com a introdução do Sistema *Kanban* como sistema de reabastecimento normalizado, proporcionou uma diminuição do número de pedidos para reabastecimento da linha manual e automatizada em 23,53% e 33,33%, respetivamente. Juntamente a isto, no que diz respeito ao nível de inventário, este sofreu uma redução em 22,20% na linha manual, valor que equivale à eliminação das denominadas reservas. Esta etapa obteve ainda uma redução do número de canais vazios no autómato de 82,2%. De referir que foram desenhadas diferentes formas de *kanban* tendo em conta as características encontradas e que os resultados obtidos referem-se somente a setores pilotos pré-selecionados.

A última etapa apresentada – Etapa 2 – procurou dar resposta à decisão tomada pela administração da Empresa X durante o desenvolvimento do presente projeto, a qual prevê a mudança de instalações do armazém de Lisboa. Desta forma, foram projetadas pela autora várias alternativas de *layout* face ao layout proposto internamente. Identificou-se como favorita a configuração horizontal, a qual revelou valores de eficiência superiores ao *layout* proposto pela própria organização em 13,95% – de acordo com os KPIs definidos.

Sublinhe-se que apesar dos resultados expressivos obtidos em todas as fases de implementação estas foram, na sua maioria, somente aplicadas a pilotos e durante um período de observação relativamente curto. Sugere-se o alargamento desta análise para uma correta avaliação.

A nível operacional, sugere-se como trabalho futuro a introdução de caixas *standard* que tornem a unidade de abastecimento comum e a implementação de um comboio logístico que permita absorver

todo o desperdício em transporte das operações. Complementarmente, as rotas de *picking* do armazém devem ser otimizadas. Por fim, propõe-se a simulação como meio de alocar as várias tipologias de produto de forma a testar a solução selecionada como mais benéfica, uma vez que no presente estudo esta alocação foi considerada fixa, tendo em conta as pretensões da Empresa X.

Foram sentidas diversas dificuldades ao longo da elaboração do documento agora apresentado, tendo em conta a repentina decisão de mudança de instalações. Esta situação gerou atrasos, falta de foco das equipas e líderes e a impossibilidade de instalar as soluções desenhadas em pleno. Desta forma, a autora dispôs-se a complementar o trabalho realizado com um estudo do *layout* para o novo armazém, de forma a tornar a Dissertação mais rica a nível académico.

Note-se que o transporte das soluções testadas do atual armazém para as novas instalações só terá sucesso com uma cultura de melhoria contínua consolidada entre todas as equipas de terreno. Além disso, é importante realçar que todas as atividades de melhoria descritas devem ser implementadas não só no armazém de Lisboa, como em todos os restantes armazéns do Grupo. Apenas assim, a Empresa X garantirá uma vantagem competitiva em termos operacionais de forma transversal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236.
- Ahmed, P. K., Loh, A. Y. E., & Zairi, M. (1999). Cultures for Continuous Improvement and Learning. *Total Quality Management*, 10(4–5), 426–434.
- Andrés-López, E., González-Requena, I., & Sanz-Lobera, A. (2015). Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities. *Procedia Engineering*, 132, 23–30.
- Apifarma. (2014). *A Indústria Farmacêutica em Portugal - Saber Investir, Saber Inovar: 75 Anos* (1st ed.). Associação Portuguesa da Indústria Farmacêutica.
- Azian, N., Rahman, A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180.
- Bartholdi, J. J., & Gue, K. R. (2000). Reducing Labor Costs in an LTL Crossdocking Terminal. *Operations Research*, 48(6), 823–832.
- Bello, M. V. C. (2011). *Optimização da logística e distribuição de armazéns: Caso de aplicação numa empresa de produção de garrafas de vidro - Barbosa e Almeida Vidros*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Bessant, J., Caffyn, S., & Gallagher, M. (2001). An evolutionary model of continuous improvement behaviour. *Technovation*, 21(2), 67–77.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 56–72.
- Bozer, Y. A. (2012). Developing and Adapting Lean Tools/Techniques to Build New Curriculum/Training Program in Warehousing and Logistics, (July), 1–37.
- Bradley, P. (2006). The Skinny on Lean. *DC Velocity*.
- Buesa, R. J. (2009). Adapting lean to histology laboratories. *Annals of Diagnostic Pathology*, 13(5), 322–333.
- Chae, B. (2009). Developing key performance indicators for supply chain: an industry perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(6), 422–428.
- Chan, F. T. S., & Chan, H. K. (2011). 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), 2686–2700.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94.
- Chuang, Y.-F., Lee, H.-T., & Lai, Y.-C. (2012). Item-associated cluster assignment model on storage allocation problems. *Computers and Industrial Engineering*, 63(4), 1171–1177.
- Coimbra, E. A. (2008). O KMS -Kaizen Management System. *Vida Economica - Suplemento Kaizen Forum*, pp. I–IV.
- Cook, R. L., Gibson, B., & MacCurdy, D. (2005). A lean approach to cross docking. *Supply Chain Management Review*, 54–59.
- Cusumano, M. (1994). The Limits of“ Lean.” *Sloan Management Review*, pp. 27–32.
- Cuthbertson, Richard; Piotrowicz, W. (2011). Performance measurement systems in supply chains: A

- framework for contextual analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(6), 583–602.
- Danford, A. (2010). Lean management , the restructuring of work in the public sector and implications for employee well-being.
- Dehdari, P. (2013). *Measuring the Impact of Lean Techniques on Performance Indicators in Logistics Operations*. Karlsruhe Institut für Technologie. <https://doi.org/10.5445/KSP/1000036424>
- Dennis, P. (2002). *Lean Production Simplified* (2nd ed.). New York: Productivity Press.
- Detty, R. B., & Yingling, J. C. (2000). Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation : A case study, 38, 429–445.
- Dharmapriya, U. S. S., & Kulatunga, A. K. (2011). New Strategy for Warehouse Optimization – Lean warehousing. In *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 513–519).
- Dias, F. (2015). *Melhoria de Funcionamento de Armazéns numa Empresa da Indústria Farmacêutica Através da Aplicação de Metodologias Kaizen Lean*. Instituto Superior Técnico.
- EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations. (2010). *The Pharmaceutical Industry in Figures 2010. The Pharmaceutical Industry in Figures*.
- EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations. (2011). *The Pharmaceutical Industry in Figures 2011*.
- EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations. (2012). *The Pharmaceutical Industry in Figures 2012*.
- EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations. (2013). *The Pharmaceutical Industry in Figures 2013*.
- EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations. (2014). *The Pharmaceutical Industry in Figures 2014*. Retrieved from [http://www.efpia.eu/uploads/Figures\\_Key\\_Data\\_2013.pdf](http://www.efpia.eu/uploads/Figures_Key_Data_2013.pdf)
- EFPIA - European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations. (2015). *The Pharmaceutical Industry in Figures 2015*.
- Empresa X. (2014). *Relatório e Contas Consolidadas | Consolidated Annual Report 2014*.
- Esimai, G. (2005). Lean Six Sigma Reduces Medication Errors. *Quality Progress*, (April), 51–57.
- Frazelle, E. (2002a). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management* (1st ed.). McGraw-Hill.
- Frazelle, E. (2002b). *World-Class Warehousing and Material Handling* (1st ed.). McGraw Hill.
- Garcia, F. C. (2003). Applying Lean Concepts in a Warehouse Operation. *Business Solutions and Engineering Services*.
- Gaunt, K. (2006). Are Your Warehouse Operations Lean? Retrieved from <http://www.plantemoran.com/perspectives/articles/2009/pages/are-your-warehouse-operations-lean.aspx>
- Grove, A., Meredith, J., Macintyre, M., Angelis, J., & Neailey, K. (2010). Lean implementation in primary care health visiting services in National Health Service UK. *Quality & Safety In Health Care*, 19(5), 1–5.
- 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, 539–549.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004). To Pull or Not to Pull: What Is the Question? *Manufacturing & Service Operations Management*, 6(2), 133–148. <https://doi.org/10.1287/msom.1030.0028>
- Ichikawa, H. (2009). Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 2272–2280.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (2nd ed.). McGraw Hill.
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Jimmerson, C., Weber, D., & Sobek, D. K. (2005). Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at Intermountain Helathcare. *Journal on Quality and Patient Safety*, 31(5), 249–257.
- Jones, D., & Mitchell, A. (2006). *Lean Thinking for the NHS: A Report Commissioned by the NHS Confederation*. Lean Enterprise Academy UK.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Control Handbook*. McGrawHill (5th ed.). McGraw-Hill Professional. <https://doi.org/10.1108/09684879310045286>
- Kaizen Institute. (2015a). Daily Kaizen Introduction.
- Kaizen Institute. (2015b). IDM Overview.
- Kaizen Institute. (2015c). Kaizen Change Model.
- Kaizen Institute. (2015d). Kaizen Foundations.
- Kaizen Institute. (2015e). KMS Introduction.
- Kaizen Institute. (2015f). Strategy Deployment.
- Kaizen Institute. (2015g). TFM Model.
- Kaizen Institute. (2015h). TSM Model.
- Karaman, A., & Altioek, T. (2009). Approximate analysis and optimization of batch ordering policies in capacitated supply chains. *European Journal of Operational Research*, 193(1), 222–237.
- Kimsey, D. B. (2010). Lean Methodology in Health Care. *AORN Journal*, 92(1), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2010.01.015>
- Koch, T., Horbal, R., Kagan, R., Sobczyk, T., & Plebanek, S. (2012). 10 Commandments for the Boss of a Company Implementing Lean Philosophy. *Management and Production Engineering Review*, 3(2), 62–78.
- Kristianto, Y., Gunasekaran, A., Helo, P., & Sandhu, M. (2012). A decision support system for integrating manufacturing and product design into the reconfiguration of the supply chain networks. *Decision Support Systems*, 52, 790–801.
- Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and

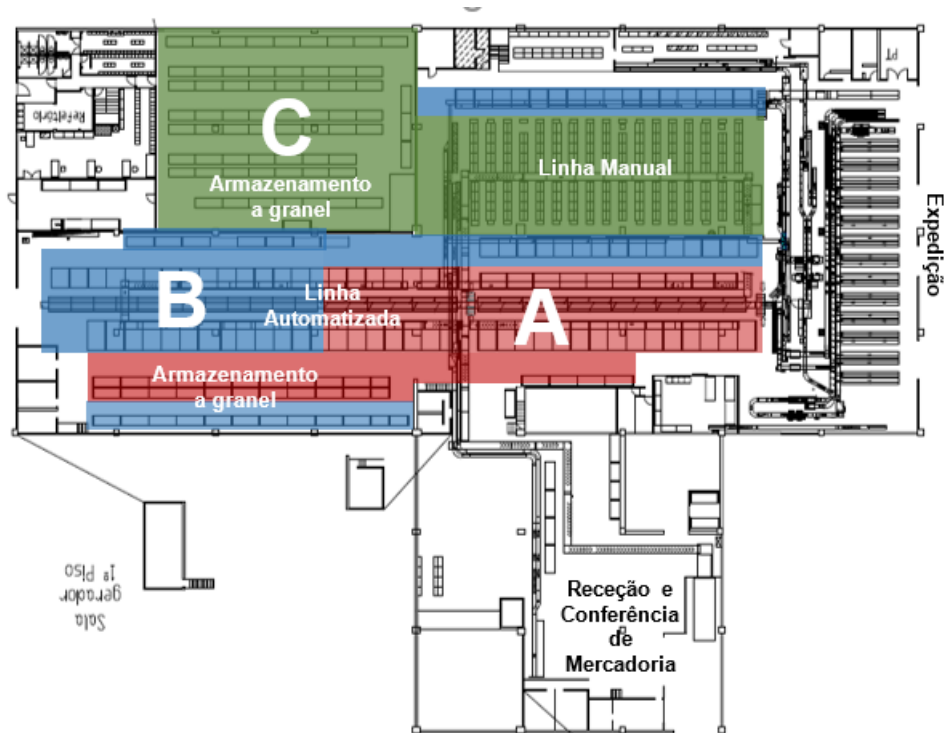
- classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13–21.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009>
- Machado, J. A. de J. R. (2008). *Total Flow Management na Indústria*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Marchwinski, C., Shook, J., & Schroeder, A. (2008). *Lean Lexicon - A Graphical Glossary for Lean Thinkers* (Fourth). Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.
- Marquardt, M. J. (1996). *Building the Learning Organization: A Systems Approach to Quantum Improvement*. *Harvard Business Review*. New York: McGraw-Hill Professional.
- Martins, S. B. S. (2014). *Aplicação da Filosofia Lean nas Áreas Produtivas e Não Produtivas da Empresa*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- McKone, K. E., Schroeder, R. G., & Cua, K. O. (2001). Impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(1), 39–58.  
[https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00030-9)
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mingers, J., & Brocklesby, J. (1997). Multimethodology: Towards a framework for mixing methodologies. *Omega - The International Journal of Management Science*, 25(5), 489–509.
- Minner, S. (2009). A comparison of simple heuristics for multi-product dynamic demand lot-sizing with limited warehouse capacity. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 305–310.
- Moreira, P. C. R. (2010). *Criação de Fluxo no Sector Têxtil*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Muller, M. (2011). *Essentials of Inventory Management* (2nd ed.). New York: Amacom.
- Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of kanban system at local manufacturing company in Malaysia-Case study. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1721–1726.
- Nomura, J., & Takakuwa, S. (2006). Optimization of a number of containers for assembly lines: The fixed-course pick-up system. *International Journal of Simulation Modelling*, 5, 155–166.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (1st ed.). Productivity Press.
- Önüt, S., Tuzkaya, U. R., & Doğaç, B. (2008). A particle swarm optimization algorithm for the multiple-level warehouse layout design problem. *Computers and Industrial Engineering*, 54(4), 783–799.
- Papageorgiou, L. G. (2009). Supply chain optimisation for the process industries: Advances and opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, 33(12), 1931–1938.
- Parry, G., & Turner, C. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control*, 17(1), 77–86.
- Paula, P. S. N., & Costa, V. M. P. M. (2009). A contribuição da implementação dos 5S para a melhoria contínua da qualidade num serviço de imagiologia – o estudo de caso no HFF. *Revista Da Faculdade de Ciência E Tecnologia*, 6, 20–33.
- Pegels, C. C. (1984). *The Toyota Production System — Lessons for American Management*. *International Journal of Operations & Production Management* (Forst Edit, Vol. 4). Portland: Productivity Press. <https://doi.org/10.1108/eb054703>
- Petersen, C. G. (2002). Considerations in order picking zone configuration. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(7), 793–805.



- Petersen, J. K. (2015). *Implementation of Lean Warehousing at Brødrene Dahl Implementation of Lean Warehousing at Brødrene Dahl*.
- Phogat, S. (2013). An Introduction to Applicability of Lean in Warehousing, 2(5), 105–109.
- Ramasesh, R. V., & Rachamadugu, R. (2012). Evaluating lot-sizing strategies under limited-time price incentives: An efficient lower bound. *International Journal of Production Economics*, 138(1), 177–182.
- Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A Complete Guide To Improving Efficiency And Minimizing Costs In The Modern Warehouse* (1st ed.). Kogan Page.
- Robinson, S., Radnor, Z. J., Burgess, N., & Worthington, C. (2012). SimLean: Utilising Simulation in the Implementation of Lean in Healthcare. *European Journal of Operational Research*, 219(1), 188–197.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Houtum, G. J. van, Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515–533.
- Samson, D., & Terziovski, M. (1999). The relationship between total quality management practices and operational performance. *Journal of Operations Management*, 17, 393–409. [https://doi.org/10.1016/s0272-6963\(98\)00046-1](https://doi.org/10.1016/s0272-6963(98)00046-1)
- Schleyer, M., & Gue, K. (2012). Throughput time distribution analysis for a one-block warehouse. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(3), 652–666. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.10.010>
- Schmid, V., Doerner, K. F., & Laporte, G. (2013). Rich routing problems arising in supply chain management. *European Journal of Operational Research*, 224(3), 435–448.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Sharp, G. P., Vlatza, D. A., & Houmas, C. G. (1994). *Economics of storage/retrieval systems for item picking* (1st ed.). Atlanta, Georgia: Material Handling Research Center, Georgia Institute of Technology.
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge: Productivity Press.
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. *Procedia Engineering*, 51(NUICON 2012), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>
- Sobek, D. K., & Jimmerson, C. (2003). Applying the Toyota Production System to a Hospital Pharmacy. *Proceedings of the 2003 Industrial Engineering Research Conference*, 1–6.
- Souza, L. B. De. (2009). Trends and approaches in lean healthcare. *Leadership in Health Services*, 22(2), 121–139.
- Sutherland, J., & Bennett, B. (2007). The seven deadly wastes of logistics: applying Toyota Production System principles to create logistics value. *Lehigh University Center for Value Chain Research*, 1–9.
- Trebilcock, B. (2004). Warehousing Gets Lean. *Modern Materials Handling*, 61–66.
- Tsuchiya, S. (1992). *Quality Maintenance: Zero Defects Through Equipment Management*. Cambridge: Productivity Press.

- Utterbeeck, F. Van, Wong, H., Oudheusden, D. Van, & Cattrysse, D. (2009). The effects of resupply flexibility on the design of service parts supply systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(1), 72–85.
- Valmohammadi, C., & Roshanzamir, S. (2015). The guidelines of improvement: Relations among organizational culture, TQM and performance. *International Journal of Production Economics*, 164, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.028>
- 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), 1339–1356.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (First Free). Nova lorque: Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World*. Nova lorque: Free Press.
- Won, J., & Olafsson, S. (2005). International Journal of Production Research Joint order batching and order picking in warehouse operations Joint order batching and order picking in warehouse operations. *International Journal of Production Research*, 437(7), 1427–1442. <https://doi.org/10.1080/00207540410001733896>
- Yang, T., Kuo, Y., Su, C. T., & Hou, C. L. (2015). Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization. *Journal of Manufacturing Systems*, 34(1), 66–73.
- Yang, W., Chan, F. T. S., & Kumar, V. (2012). Optimizing replenishment polices using Genetic Algorithm for single-warehouse multi-retailer system. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3081–3086.

Anexo 1 - Documentos associados à Caracterização do Problema



Anexo 1.1 - *Layout* do atual armazém de Lisboa com separação de áreas por tipologia de produto

Anexo 2 - Documentos associados à Caracterização de Processos através do VSM

✓

**Registo de Tempos - Conferência**

Data 21/3/2016 **KAIZEN**  
INSTITUTE

Colaborador SPEIS Alliance 72  
healthcare

	Hora Início	Hora Fim	Nº Linhas	Pausa Refeição
<i>DILSTAR</i>	11H	11.31H	16	
<i>MERCK SHARP</i>	11.34H	14.48H	58 (24)	159+1H
<i>LUNDBECK</i>	16.02H	16.37H	13 (16)	
<i>PAUL HARTMANN</i>	16.39H	17.41H	31	
<i>FASA</i>	17.46H	17.51H	2	
<i>ALFA</i>	18.05H	18.39H	12	15H
<i>LOREAL</i>	18.43	19.31H	42	

Anexo 2.1 - Registo de tempos de conferência pelo conferente

Data: 11/03/2016 **KAIZEN**  
INSTITUTE

**Registo do Tempo de Espera das Paletes na Zona de Pré-Armação**

Tipo de Produto	Hora Entrada da Paleta	Hora Saída da Paleta
A preencher pelo conferente	A preencher pelo conferente	A preencher pelo armador
<del>2,5</del> 2,5	09:30	10H25
1,5	09H50	11H00
manual	10H30	18h50
<del>0,9</del> 0,9	10H40	14H25
manual	11H20	14h00
0,0	11H45	15:00
2,5	11H45	12H50
manual	12H50	21H00
0,9	12:51	17H00
2,5	13H11	14:10h
manual	16:05	15:00H
manual	14H11	12H00
2,5	17:18	18:25h
0,9	17:30	21:50H
1,5	17H35	18H20
1,5	18h	21:50h
2,5	18:10	19:00h
manual	18h10	12:20H
2,5	18:12	19H00
1,5	18:14h	22:32h

Anexo 2.2 - Registo de tempos de espera da mercadoria na zona de pré-armação

Anexo 3 - Documentos associados à Implementação das Etapas de Melhoria Definidas:  
Etapa 0 - Estabilidade básica



Anexo 3.1 - Organização e identificação das zonas para paletes na secção de Receção e Conferência de Mercadoria: Situação Inicial e fase posterior à implementação



Anexo 3.2 - Organização e identificação das zonas para pistolas na secção de Arrumação: Situação Inicial e fase posterior à implementação



Anexo 3.3 - Identificação dos corredores da linha manual: Situação Inicial e fase posterior à implementação




Anexo 3.4 - Organização e identificação do espaço administrativa da Receção e Conferência: Situação Inicial e fase posterior à implementação

KAMISHIBAI	KAMISHIBAI
Kaizen Diário 2	Kaizen Diário 2
Há um lugar marcado para cada coisa? <input checked="" type="checkbox"/>	Há um lugar marcado para cada coisa? <input type="checkbox"/>
Cada coisa está no seu devido lugar? <input checked="" type="checkbox"/>	Cada coisa está no seu devido lugar? <input type="checkbox"/>
O material mais utilizado está perto do ponto de uso? <input checked="" type="checkbox"/>	O material mais utilizado está perto do ponto de uso? <input type="checkbox"/>
A bancada e a área de trabalho estão limpas? <input checked="" type="checkbox"/>	A bancada e a área de trabalho estão limpas? <input type="checkbox"/>
Data: 	Data: 

Anexo 3.5 - Kamishibai para avaliação do cumprimento da normalização aplicada em cada secção do armazém

Semana: 13

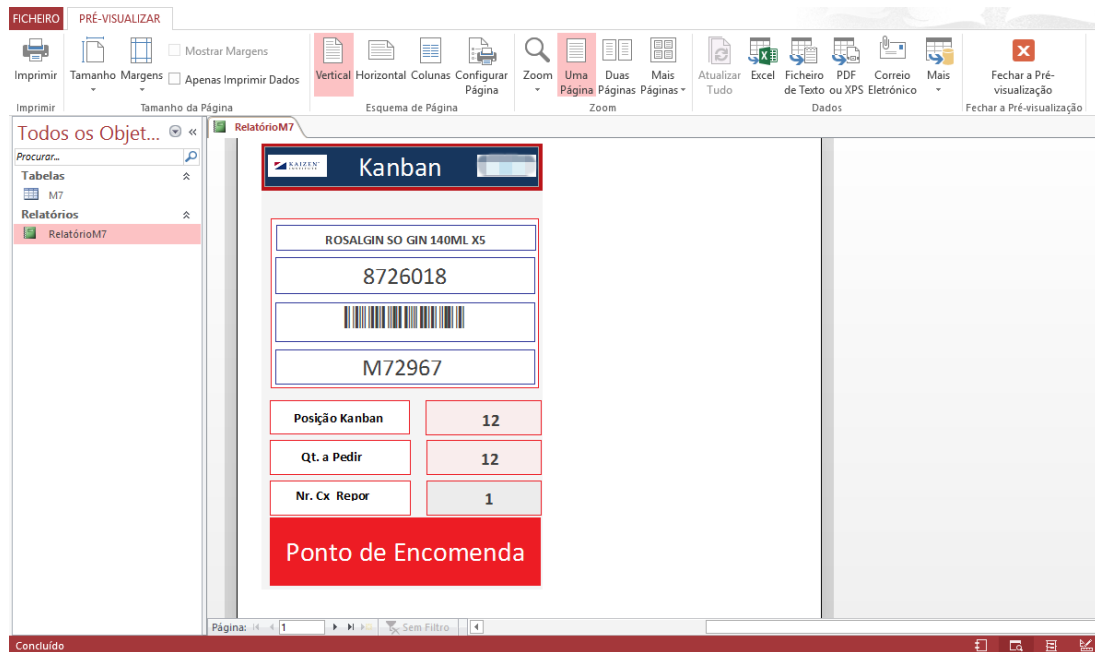


**Registo Semanal do Número de Paletes Rececionadas no Armazém de Lisboa**

TRANSPORTADOR	LABORATÓRIO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
		PLT	PLT	PLT	PLT	PLT
ALLOGA	ALCON PORTUGAL - P.E. OFTALMOLOGICOS					1
ALLOGA	ALLOGA PORTUGAL-AR.DIST.FARM.UNIP.LDA					1
ALLOGA	CINTAS CONTORNO					
ALLOGA	LILLY PORTUGAL-PRODUTOS FARMACEUTICOS LDA					
ALLOGA	MEDAC GESELLSCHAFT FUR KLINISCHE					
ALLOGA	NOVARTIS FARMA - P. FARMACEUTICOS, S.A.				3	25
ALLOGA	SANDOZ FARMACEUTICA.LDA	12		2		
ALLOGA	SILVA ALVES & ALVES, LDA					
ALLOGA	SPC-SOUTH POINT CARE-ESPFARM.LDA					
AZKAR	FACTOR PLUS, SA	1				1
CHICCO	ARTSANÁ PORTUGAL					
CRONOPOST	BIOCOL COMERCIAL SA	6				
CRONOPOST	FARMODIETICA, LDA.					
CRONOPOST	FLYINGVET.LDA					
CRONOPOST	INTERNACIONAL AREA			10		
CRONOPOST	MEDI BAYREUTH, LDA.					
CRONOPOST	NORFARMA-COM.IMP.EXPORT. LDA					
CRONOPOST	NOVAVET PROD.AGRO.PECUARIOS.LDA				5	
CRONOPOST	RAUL VIEIRA, LDA.					
CRONOPOST	SOPRONORTE VET-COM.PROD.FAR.TER.LDA					
CRONOPOST	VISAO ABERTA-PRODE EQUIPAM.MEDICOS.LDA					
DHL	DAICHI SANKYO PORTUGAL LDA					1
DHL	DHL EXEL SUPPLY CHAIN PORTUGAL					1
DHL	MEDICINALIA CORMEDICA - COMER.PROD.MED.HOSP. LDA					
DHL	MOLNLYCKE HEALTH CARE-COM-PRO.HOSP.				1	1
DHL	NORGINE PORTUGAL FARMACEUTICA UNIP. LDA				1	1
DHL	SESDERMA PORTUGAL LDA					
DILOFAR	CONFAR-CONSORCIO FARMACEUTICO LDA					
DILOFAR	DILOFAR-DIST.TRANSPORTES E LOGISTICA LDA					
DILOFAR	GRONPHARMA, LDA					
DILOFAR	HUMANA PORTUGAL, S.A.					
DILOFAR	LAB.EXPANSIONCE-PROD.DE.HIG.LDA					
LOGIFARMA	ASTELLAS PHARMA, LDA					1
LOGIFARMA	BAUSCH & LOMB,SA (SUC.PORTUGAL)					1
LOGIFARMA	BIOPHYTO					
LOGIFARMA	CS PORTUGAL-PROD.FARMACEUTICOS.LDA				1	
LOGIFARMA	DR.FALK.PHARMA PORTUGAL-SOC.UNI.LDA				2	
LOGIFARMA	EISAI FARMACEUTICA UNIPessoal LDA					
LOGIFARMA	FERRAZ LYNCE.LDA					
LOGIFARMA	FERRING PORTUGUESA.P.FARM.S.UNIP.LD	05				
LOGIFARMA	JABA RECORDATI, SA	1				
LOGIFARMA	KORANGI-PRODUTOS FARMACEUTICOS,S.A.					
LOGIFARMA	KRKA FARMACEUTICA SOC. UNIPessoal LDA				1	
LOGIFARMA	KTB PRODUTOS FARMACEUTICOS,SA	2				
LOGIFARMA	LABORATORIOS DELTA, SA					
LOGIFARMA	LEITE DE COLONIA S.A.					
LOGIFARMA	LOGIFARMA, LOGISTICA FARMACEUTICA, S.A.					
LOGIFARMA	MERCK SHARP & DOHME, LDA	1				3

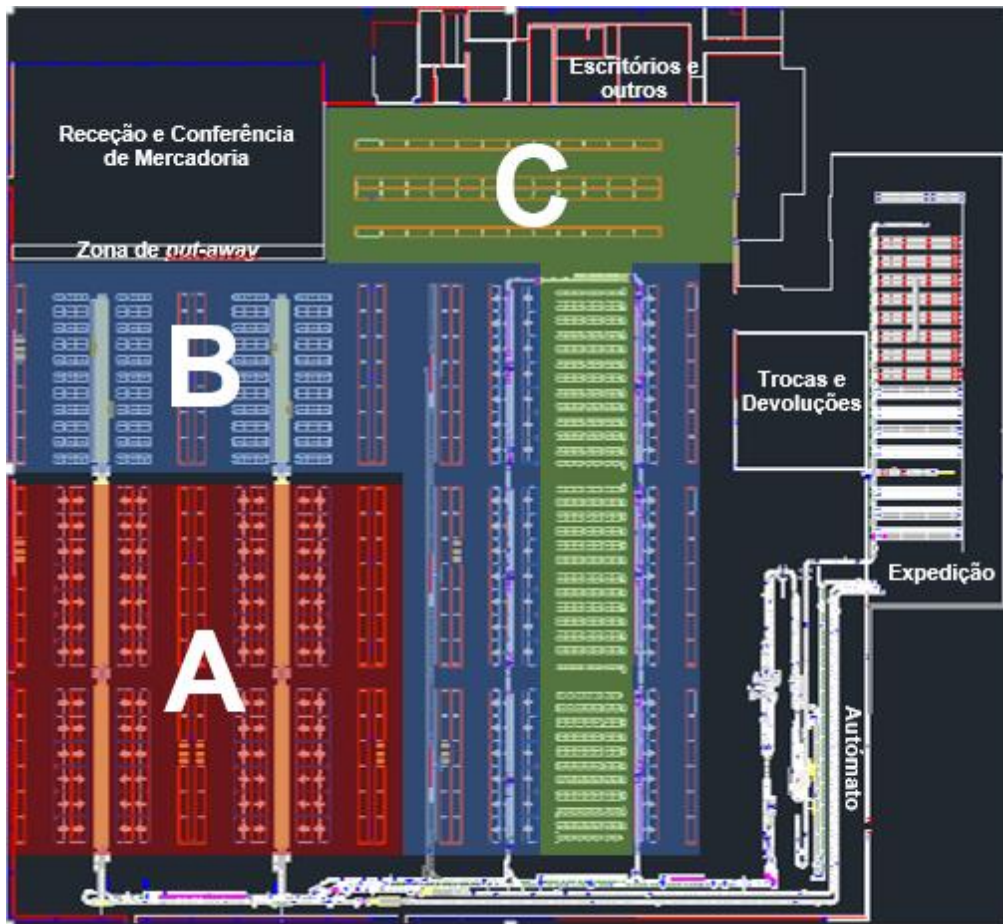
Anexo 3.6 - Registo semanal do número de paletes rececionadas

## Anexo 4 - Documentos associados à Implementação das Etapas Definidas: Etapa 1 – Reabastecimento em *pull*



Anexo 4.1 - Sistema *Kanban* em cartão adotado pela Empresa X

Anexo 5 - Documentos associados à Implementação das Etapas Definidas: Etapa 2 - Criação de cenários para o *layout* do novo armazém



Anexo 5.1 - *Layout* do novo armazém com separação de áreas por tipologia de produto



Anexo 6 - Documentos associados à Avaliação e Discussão de Resultados: Etapa 2 - Criação de cenários para o *layout* do novo armazém

Bloco	Filas	Tipologia	Q <sub>j</sub>	NV <sub>j</sub>	Dtot <sub>j</sub>	DP <sub>j</sub>
1	1.E.1.1.1-1.E.5.6.3	A	352	352	144,7	50934,4
2	1.D.1.1.1-1.D.3.6.3	A	352	352	144,7	50934,4
2	3.E.1.1.1-3.E.3.6.3	A	352	352	116,9	41148,8
3	3.D.1.1.1-3.D.5.6.3	A	352	352	116,9	41148,8
3	4.E.1.1.1-4.E.5.6.3	A	352	352	127,9	45020,8
4	4.D.1.1.1-4.D.3.6.3	A	352	352	127,9	45020,8
4	6.E.1.1.1-6.E.3.6.3	A	352	352	155,9	54876,8
5	6.D.1.1.1-6.D.5.6.3	A	352	352	155,9	54876,8
5	7.E.1.1.1-7.E.5.6.3	C	352	352	168,9	59452,8
6	7.D.1.1.1-7.D.5.6.3	C	13	13	168,9	2195,7
6	8.E.1.1.1-8.E.5.6.3	C	13	13	184,5	2398,5
7	8.D.1.1.1-8.D.3.6.3	B	13	13	184,5	2398,5
7	10.E.1.1.1-10.E.2.6.3	B	13	13	200,9	2611,7
8	12.E.1.1.1-12.E.3.6.3	B	13	13	228,3	2967,9
9	12.D.1.1.1-12.D.5.6.3	C	13	13	228,3	2967,9
10	1.E.1.7.1-1.E.5.13.3	A	29	29	102,1	2960,9
11	1.D.1.7.1-1.D.3.13.3	A	28	28	102,1	2858,8
11	3.E.1.7.1-3.E.3.13.3	A	28	28	74,3	2080,4
12	3.D.1.7.1-3.D.5.13.3	A	28	28	74,3	2080,4
12	4.E.1.7.1-4.E.5.13.3	A	28	28	85,3	2388,4
13	4.D.1.7.1-4.D.3.13.3	A	28	28	85,3	2388,4
13	6.E.1.7.1-6.E.3.13.3	A	28	28	113,3	3172,4
14	6.D.1.7.1-6.D.5.13.3	A	28	28	113,3	3172,4
14	7.E.1.7.1-7.E.5.13.3	C	28	28	126,3	3536,4
15	7.D.1.7.1-7.D.5.13.3	C	13	13	126,3	1641,9
15	8.E.1.7.1-8.E.5.13.3	C	13	13	141,9	1844,7
16	8.D.1.7.1-8.D.3.13.3	B	13	13	141,9	1844,7
16	10.E.1.7.1-10.E.2.13.3	B	13	13	158,3	2057,9
17	12.E.1.7.1-12.E.3.13.3	B	13	13	183,1	2380,3
18	12.D.1.7.1-12.D.5.13.3	C	13	13	183,1	2380,3
19	1.E.1.14.1-1.E.5.20.3	B	28	28	57,5	1610
20	1.D.1.14.1-1.D.3.20.3	B	28	28	57,5	1610
20	3.E.1.14.1-1.E.3.20.3	B	28	28	29,7	831,6
21	3.D.1.14.1-3.D.5.20.3	B	28	28	29,7	831,6
21	4.E.1.14.1-4.E.5.20.3	B	28	28	40,7	1139,6
22	4.D.1.14.1-4.D.3.20.3	B	28	28	40,7	1139,6
22	6.E.1.14.1-6.E.3.20.3	B	28	28	68,7	1923,6
23	6.D.1.14.1-6.D.5.20.3	B	28	28	68,7	1923,6
23	7.E.1.14.1-7.E.5.20.3	C	29	29	81,7	2369,3

24	7.D.1.14.1-7.D.5.20.3	C	13	13	81,7	1062,1
24	8.E.1.14.1-8.E.5.20.3	C	13	13	97,3	1264,9
25	8.D.1.14.1-8.D.3.20.3	B	13	13	97,3	1264,9
25	10.E.1.14.1-10.E.2.20.3	B	13	13	81,7	1062,1
26	12.E.1.14.1-12.E.3.20.3	B	13	13	138,5	1800,5
27	12.D.1.14.1-12.D.5.20.3	C	13	13	138,5	1800,5
28	18.D.1.1.1-18.D.5.12.3	C	13	13	99,1	1288,3
29	18.E.1.1.1-18.E.5.12.3	C	13	13	99,1	1288,3
29	19.D.1.1.1-19.D.5.12.3	C	13	13	111,1	1444,3
30	19.E.1.1.1-19.E.5.12.3	C	13	13	111,1	1444,3
Totais			3960	3960	5796,3	522842

Anexo 6.1 - Tabela auxiliar para o *layout* base com enumeração dos blocos, filas teóricas, tipologia de produto e resultados dos indicadores  $Q_j$ ,  $NV_j$ ,  $Dtot_j$  e  $DP_j$

Bloco	Filas	Tipologia	Q <sub>j</sub>	NV <sub>j</sub>	Dtot <sub>j</sub>	DP <sub>j</sub>
1	1.E.1.1.1-1.E.5.6.3	C	9	9	144,7	1302,3
2	1.D.1.1.1-1.D.3.6.3	B	9	9	144,7	1302,3
2	2.E.1.1.1-2.E.3.6.3	B	9	9	131,5	1183,5
3	4.E.1.1.1-3.E.3.6.3	B	9	9	131,5	1183,5
4	4.D.1.1.1-4.D.5.6.3	C	9	9	128,5	1156,5
4	5.E.1.1.1-5.E.3.6.3	C	9	9	142,1	1278,9
5	5.D.1.1.1-5.D.3.6.3	C	26	26	142,1	3694,6
5	6.E.1.1.1-6.E.5.6.3	C	26	26	155,9	4053,4
6	6.D.1.1.1-6.D.3.6.3	A	26	26	155,9	4053,4
6	8.E.1.1.1-8.E.3.6.3	A	26	26	185,7	4828,2
7	8.D.1.1.1-8.D.5.6.3	A	26	26	185,7	4828,2
7	9.E.1.1.1-9.E.5.6.3	A	26	26	200,1	5202,6
8	9.D.1.1.1-9.D.3.6.3	A	26	26	200,1	5202,6
8	11.E.1.1.1-11.E.3.6.3	A	26	26	226,9	5899,4
9	11.D.1.1.1-11.D.5.6.3	A	26	26	226,9	5899,4
9	12.E.1.7.1-12.E.3.13.3	A	26	26	236,9	6159,4
10	1.E.1.7.1-3.E.5.13.3	C	9	9	104,3	938,7
11	1.D.1.7.1-1.D.3.13.3	B	9	9	106,1	954,9
11	2.E.1.7.1-2.E.3.13.3	B	9	9	87,1	783,9
12	4.E.1.7.1-4.E.3.13.3	B	9	9	90,7	816,3
13	4.D.1.7.1-4.D.5.13.3	C	9	9	87,7	789,3
13	5.E.1.7.1-5.E.5.13.3	C	9	9	101,3	911,7
14	5.D.1.7.1-5.D.5.13.3	C	26	26	101,3	2633,8
14	6.E.1.7.1-6.E.5.13.3	C	26	26	115,1	2992,6
15	6.D.1.7.1-6.D.5.13.3	A	26	26	115,1	2992,6
15	8.E.1.7.1-8.E.3.13.3	A	26	26	144,9	3767,4
16	8.D.1.7.1-8.D.5.13.3	A	26	26	144,9	3767,4
16	9.E.1.7.1-9.E.5.13.3	A	317	317	160,1	50751,7
17	9.D.1.7.1-9.D.3.13.3	A	317	317	160,1	50751,7
17	11.E.1.7.1-11.E.3.13.3	A	317	317	186,1	58993,7
18	11.D.1.7.1-11.D.5.13.3	A	317	317	186,1	58993,7
18	12.E.1.7.1-12.E.5.13.3	A	317	317	196,1	62163,7
19	1.E.1.14.1-1.E.5.20.3	C	9	9	61,1	549,9
20	1.D.1.14.1-1.D.3.20.3	B	9	9	61,1	549,9
20	2.E.1.14.1-2.D.2.20.3	B	9	9	49,1	441,9
21	4.E.1.14.1-4.E.3.20.3	B	9	9	52,7	474,3
22	4.D.1.14.1-4.D.5.20.3	B	9	9	52,7	474,3
22	5.E.1.14.1-5.E.5.20.3	B	9	9	63,3	569,7
23	5.D.1.14.1-5.D.5.20.3	B	26	26	63,3	1645,8
23	6.E.1.14.1-6.E.5.20.3	B	26	26	77,1	2004,6
24	6.D.1.21.1-6.D.3.24.3	B	26	26	77,1	2004,6
24	8.E.1.21.1-8.D.3.24.3	B	26	26	106,9	2779,4
25	8.D.1.21.1-8.D.5.24.3	B	26	26	106,9	2779,4
25	9.E.1.21.1-9.E.5.24.3	B	317	317	122,1	38705,7

26	9.D.1.21.1-9.D.3.24.3	B	317	317	122,1	38705,7
26	11.E.1.21.1-11.E.3.24.3	B	317	317	148,1	46947,7
27	11.D.1.21.1-11.D.5.24.3	B	317	317	148,1	46947,7
27	12.E.1.21.1-12.E.5.24.3	B	317	317	158,1	50117,7
28	6.D.1.25.1-6.D.5.28.3	C	9	9	66,1	594,9
28	7.E.1.25.1-7.E.5.28.3	C	9	9	81,1	729,9
29	7.D.1.25.1-7.D.5.28.3	C	9	9	81,1	729,9
29	8.E.1.25.1-8.E.5.28.3	C	9	9	95,9	863,1
30	8.D.1.25.1-8.D.5.28.3	C	9	9	95,9	863,1
30	9.E.1.25.1-9.E.5.28.3	C	9	9	111,1	999,9
31	9.D.1.25.1-9.D.5.28.3	C	9	9	111,1	999,9
31	10.E.1.25.1-10.E.5.28.3	C	9	9	121,1	1089,9
32	10.D.1.25.1-10.D.5.28.3	C	9	9	121,1	1089,9
32	11.E.1.25.1-11.E.5.25.3	C	9	9	137,1	1233,9
33	11.D.1.25.1-11.D.5.25.3	C	9	9	137,1	1233,9
33	12.E.1.25.1-12.E.5.25.3	C	9	9	147,1	1323,9
<b>Totais</b>			3960	3960	7601,8	607681,8

Anexo 6.2 - Tabela auxiliar para o *layout* 1 com enumeração dos blocos, filas teóricas, tipologia de produto e resultados dos indicadores  $Q_j$ ,  $NV_j$ ,  $Dtot_j$  e  $DP_j$

Bloco	Filas	Tipologia	Q <sub>j</sub>	NV <sub>j</sub>	Dtot <sub>j</sub>	DP <sub>j</sub>
1	1.E.1.1.1-1.E.5.3.3	C	8	8	157,1	1256,8
1	3.D.1.1.1-3.D.5.3.3	C	8	8	143,1	1144,8
2	1.E.1.4.1-1.E.2.10.3	B	8	8	167,1	1336,8
2	3.D.1.4.1-3.D.2.10.3	B	8	8	153,1	1224,8
3	1.E.1.11.1-1.E.3.17.3	B	8	8	188,7	1509,6
3	3.D.1.11.1-3.D.2.17.3	B	8	8	174,7	1397,6
4	1.E.1.18.1-1.E.3.23.3	B	8	8	231,1	1848,8
4	3.D.1.18.1-3.D.2.23.3	B	8	8	217,1	1736,8
5	3.E.1.1.1-3.E.5.3.3	C	8	8	143,1	1144,8
5	4.D.1.1.1-4.D.5.3.3	C	8	8	129,1	1032,8
6	4.E.1.1.1-4.E.5.3.3	C	8	8	129,1	1032,8
6	5.D.1.1.1-5.D.5.3.3	C	8	8	113,1	904,8
7	5.D.1.4.1-5.D.3.10.3	C	8	8	123,1	984,8
8	5.D.1.11.1-5.D.3.17.3	C	8	8	145,5	1164
9	5.D.1.18.1-5.D.3.23.3	C	8	8	187,1	1496,8
10	5.E.1.8.1-5.E.5.14.3	B	8	8	113,1	904,8
10	6.D.1.1.1-6.D.5.3.3	B	8	8	102,5	820
11	5.E.1.4.1-5.E.3.10.3	B	8	8	123,1	984,8
11	6.D.1.4.1-6.D.3.10.3	B	8	8	112,5	900
12	5.E.1.11.1-5.E.5.17.3	C	8	8	145,5	1164
12	6.D.1.11.1-6.D.5.17.3	C	8	8	133,5	1068
13	5.E.1.18.1-5.E.5.23.3	C	8	8	187,1	1496,8
13	6.D.1.18.1-6.D.5.23.3	C	8	8	173,1	1384,8
14	6.E.1.1.1-6.E.5.3.3	B	9	9	102,5	922,5
14	7.D.1.1.1-7.D.5.3.3	B	9	9	88,5	796,5
15	7.E.1.1.1-7.E.5.3.3	B	9	9	88,5	796,5
15	8.D.1.1.1-8.D.5.3.3	B	9	9	73,1	657,9
16	6.E.1.4.1-6.E.3.10.3	B	37	37	112,5	4162,5
16	8.D.1.4.1-8.D.3.10.3	B	37	37	83,1	3074,7
17	6.E.1.11.1-6.E.3.17.3	A	37	37	133,5	4939,5
17	8.D.1.11.1-8.D.3.17.3	A	37	37	105,5	3903,5
18	1.E.1.18.1-1.E.3.23.3	A	396	396	173,1	68547,6
18	1.D.1.18.1-1.D.3.23.3	A	396	396	145,1	57459,6
19	8.E.1.1.1-8.E.5.3.3	B	9	9	73,1	657,9
19	9.D.1.1.1-9.D.5.3.3	B	9	9	60,3	542,7
20	9.E.1.1.1-9.E.5.3.3	B	9	9	60,3	542,7
20	10.D.1.1.1-10.D.5.3.3	B	9	9	47,5	427,5
21	8.E.1.4.1-8.E.3.10.3	B	37	37	83,1	3074,7
21	10.D.1.4.1-10.D.3.10.3	B	37	37	56,5	2090,5
22	8.E.1.11.1-8.E.3.17.3	A	37	37	105,5	3903,5
22	10.D.1.11.1-10.D.3.17.3	A	37	37	78,9	2919,3
23	8.E.1.18.1-8.E.3.23.3	A	396	396	145,1	57459,6
23	10.D.1.18.1-10.D.3.23.3	A	396	396	118,5	46926
24	10.E.1.1.1-10.E.5.3.3	B	9	9	47,5	427,5

24	11.D.1.1.1-11.D.5.3.3	B	9	9	37,7	339,3
25	10.E.1.4.1-10.E.5.10.3	B	37	37	56,5	2090,5
25	11.D.1.4.1-11.D.5.10.3	B	37	37	18,1	669,7
26	10.E.1.11.1-10.E.3.17.3	A	37	37	78,9	2919,3
26	11.D.1.11.1-11.D.3.17.3	A	37	37	65,5	2423,5
27	10.E.1.18.1-10.E.5.23.3	A	396	396	118,5	46926
27	11.D.1.18.1-11.D.5.23.3	A	396	396	108,1	42807,6
28	11.E.1.1.1-11.E.5.12.3	C	396	396	99,1	39243,6
29	12.E.1.1.1-12-E.5.12.3	C	396	396	99,1	39243,6
29	13.D.1.1.1-13.D.5.12.3	C	37	37	111,1	4110,7
30	13.E.1.1.1-13.E.5.12.3	C	37	37	111,1	4110,7
<b>Totais</b>			<b>3960</b>	<b>3960</b>	<b>2615,55</b>	<b>477057,2</b>

Anexo 6.3 - Tabela auxiliar para o *layout 2* com enumeração dos blocos, filas teóricas, tipologia de produto e resultados dos indicadores  $Q_j$ ,  $NV_j$ ,  $Dtot_j$  e  $DP_j$

Bloco	Filas	Tipologia	Q <sub>j</sub>	NV <sub>j</sub>	Dtot <sub>j</sub>	DP <sub>j</sub>
1	1.E.1.1.1-1.E.5.7.3	C	11	11	148,1	1629,1
2	1.D.1.1.1-1.D.5.7.3	C	11	11	148,1	1629,1
2	2.E.1.1.1-1.E.5.7.3	C	11	11	137,1	1508,1
3	2.D.1.8.1-2.D.5.7.3	C	11	11	137,1	1508,1
3	3.E.1.1.1-1.E.5.7.3	C	11	11	174,7	1921,7
4	15.E.1.1.1-12.E.3.7.3	B	11	11	163,5	1798,5
4	17.D.1.1.1-17.D.2.7.3	B	11	11	145,7	1602,7
5	15.E.1.8.1-15.E.3.14.3	B	11	11	253,9	2792,9
5	17.D.1.8.1-17.D.2.14.3	B	11	11	237,3	2610,3
6	15.E.1.15.1-15.E.3.20.3	B	11	11	250,9	2759,9
6	17.D.1.15.1-17.D.2.20.3	B	11	11	234,3	2577,3
7	19.D.1.1.1-19.D.3.7.3	B	11	11	120,1	1321,1
8	19.D.1.8.1-19.D.3.14.3	B	11	11	162,1	1783,1
9	19.D.1.15.1-19.D.3.20.3	B	11	11	204,1	2245,1
10	1.E.1.8.1-1.E.5.14.3	B	32	32	100,9	3228,8
11	1.D.1.8.1-1.D.5.14.3	B	32	32	100,9	3228,8
11	3.E.1.1.1-3.D.5.7.3	B	32	32	72,1	2307,2
12	3.D.1.1.1-3.D.5.7.3	B	32	32	72,1	2307,2
12	7.E.1.1.1-7.E.5.7.3	C	11	11	83,5	918,5
13	7.D.1.1.1-7.D.5.7.3	C	11	11	83,5	918,5
13	8.E.1.1.1-8.E.5.7.3	A	32	32	98,1	3139,2
14	8.D.1.1.1-8.D.3.7.3	A	32	32	98,1	3139,2
14	10.E.1.1.1-10.E.3.7.3	A	32	32	126,1	4035,2
15	10.D.1.1.1-10.D.5.7.3	A	32	32	126,1	4035,2
15	11.E.1.1.1-11.E.5.7.3	C	11	11	138,3	1521,3
16	11.D.1.1.1-11.D.5.7.3	C	11	11	138,3	1521,3
16	12.E.1.1.1-12.E.5.7.3	A	316	316	153,3	48442,8
17	12.D.1.1.1-12.D.3.7.3	A	316	316	153,3	48442,8
17	14.E.1.1.1-14.E.3.7.3	A	316	316	181,5	57354
18	14.D.1.1.1-14.D.5.7.3	A	316	316	181,5	57354
18	6.E.1.1.1-6.E.5.7.3	A	316	316	193,7	61209,2
19	1.E.1.11.1-1.E.5.17.3	B	32	32	60,9	1948,8
20	1.D.1.11.1-1.D.5.17.3	B	32	32	60,9	1948,8
20	3.E.1.8.1-3.E.5.13.3	B	32	32	29,7	950,4
21	3.D.1.8.1-3.D.5.13.3	B	32	32	29,7	950,4
21	7.E.1.8.1-3.D.5.13.3	C	11	11	40,7	447,7
22	7.D.1.8.1-7.D.5.13.3	C	11	11	40,7	447,7
22	8.E.1.8.1-8.E.5.13.3	A	32	32	53,5	1712
23	8.D.1.8.1-5.E.3.13.3	A	32	32	53,5	1712
23	10.E.1.8.1-10.E.3.13.3	A	33	33	81,5	2689,5
24	10.D.1.8.1-10.D.5.13.3	A	33	33	81,5	2689,5
24	11.E.1.8.1-11.E.5.13.3	C	11	11	93,7	1030,7
25	11.D.1.8.1-11.D.5.13.3	C	11	11	93,7	1030,7
25	12.E.1.8.1-12.E.5.13.3	A	316	316	108,7	34349,2

26	12.D.1.8.1-12.D.3.13.3	A	316	316	108,7	34349,2
26	14.E.1.8.1-14.E.3.13.3	A	316	316	136,9	43260,4
27	14.D.1.8.1-14.D.5.13.3	A	316	316	136,9	43260,4
27	6.E.1.8.1-6.E.5.13.3	A	316	316	149,1	47115,6
28	21.E.1.1.1-9.E.5.12.3	B	11	11	99,1	1090,1
29	22.E.1.1.1-22.E.5.12.3	B	11	11	99,1	1090,1
29	23.D.1.1.1-23.D.5.12.3	C	11	11	111,1	1222,1
30	23.E.1.1.1-23.E.5.12.3	C	11	11	111,1	1222,1
<b>Totais</b>			<b>3960</b>	<b>3960</b>	<b>6399</b>	<b>555308,6</b>

Anexo 6.4 - Tabela auxiliar para o *layout* 3 com enumeração dos blocos, filas teóricas, tipologia de produto e resultados dos indicadores  $Q_j$ ,  $NV_j$ ,  $Dtot_j$  e  $DP_j$



Bloco	Filas	Tipologia	ABU <sub>j</sub>	Ppal <sub>j</sub>
1	1.E.1.1.1-1.E.5.6.3	A	18,48	90
2	1.D.1.1.1-1.D.3.6.3	A	18,48	54
2	3.E.1.1.1-3.E.3.6.3	A	18,48	54
3	3.D.1.1.1-3.D.5.6.3	A	18,48	90
3	4.E.1.1.1-4.E.5.6.3	A	18,48	90
4	4.D.1.1.1-4.D.3.6.3	A	18,48	54
4	6.E.1.1.1-6.E.3.6.3	A	18,48	54
5	6.D.1.1.1-6.D.5.6.3	A	18,48	90
5	7.E.1.1.1-7.E.5.6.3	C	18,48	90
6	7.D.1.1.1-7.D.5.6.3	C	18,48	90
6	8.E.1.1.1-8.E.5.6.3	C	18,48	90
7	8.D.1.1.1-8.D.3.6.3	B	18,48	54
7	10.E.1.1.1-10.E.2.6.3	B	18,48	36
8	12.E.1.1.1-12.E.3.6.3	B	18,48	54
9	12.D.1.1.1-12.D.5.6.3	C	18,48	90
10	1.E.1.7.1-1.E.5.13.3	A	21,56	105
11	1.D.1.7.1-1.D.3.13.3	A	21,56	63
11	3.E.1.7.1-3.E.3.13.3	A	21,56	63
12	3.D.1.7.1-3.D.5.13.3	A	21,56	105
12	4.E.1.7.1-4.E.5.13.3	A	21,56	105
13	4.D.1.7.1-4.D.3.13.3	A	21,56	63
13	6.E.1.7.1-6.E.3.13.3	A	21,56	63
14	6.D.1.7.1-6.D.5.13.3	A	21,56	105
14	7.E.1.7.1-7.E.5.13.3	C	21,56	105
15	7.D.1.7.1-7.D.5.13.3	C	21,56	105
15	8.E.1.7.1-8.E.5.13.3	C	21,56	105
16	8.D.1.7.1-8.D.3.13.3	B	21,56	63
16	10.E.1.7.1-10.E.2.13.3	B	21,56	42
17	12.E.1.7.1-12.E.3.13.3	B	21,56	63
18	12.D.1.7.1-12.D.5.13.3	C	21,56	105
19	1.E.1.14.1-1.E.5.20.3	B	21,56	105
20	1.D.1.14.1-1.D.3.20.3	B	21,56	63
20	3.E.1.14.1-1.E.3.20.3	B	21,56	63
21	3.D.1.14.1-3.D.5.20.3	B	21,56	105
21	4.E.1.14.1-4.E.5.20.3	B	21,56	105
22	4.D.1.14.1-4.D.3.20.3	B	21,56	63
22	6.E.1.14.1-6.E.3.20.3	B	21,56	63
23	6.D.1.14.1-6.D.5.20.3	B	21,56	105
23	7.E.1.14.1-7.E.5.20.3	C	21,56	105
24	7.D.1.14.1-7.D.5.20.3	C	21,56	105
24	8.E.1.14.1-8.E.5.20.3	C	21,56	105
25	8.D.1.14.1-8.D.3.20.3	B	21,56	63
25	10.E.1.14.1-10.E.2.20.3	B	21,56	42

26	12.E.1.14.1-12.E.3.20.3	B	21,56	63
27	12.D.1.14.1-12.D.5.20.3	C	36,96	105
28	18.D.1.1.1-18.D.5.12.3	C	36,96	180
29	18.E.1.1.1-18.E.5.12.3	C	36,96	180
29	19.D.1.1.1-19.D.5.12.3	C	36,96	180
30	19.E.1.1.1-19.E.5.12.3	C	36,96	180
<b>Totais</b>			<b>1087,24</b>	<b>4320</b>

Anexo 6.5 - Tabela auxiliar para o *layout* base com enumeração dos blocos, tipologia, filas teóricas e resultados dos indicadores ABU<sub>j</sub> e PPal<sub>j</sub>

Bloco	Filas	Tipologia	ABU <sub>j</sub>	Ppal <sub>j</sub>
1	1.E.1.1.1-1.E.5.6.3	C	18,48	90
2	1.D.1.1.1-1.D.3.6.3	C	18,48	54
2	2.E.1.1.1-2.E.3.6.3	C	18,48	36
3	4.E.1.1.1-3.E.3.6.3	C	18,48	54
4	4.D.1.1.1-4.D.5.6.3	C	18,48	90
4	5.E.1.1.1-5.E.3.6.3	C	18,48	90
5	5.D.1.1.1-5.D.3.6.3	A	18,48	90
5	6.E.1.1.1-6.E.5.6.3	A	18,48	90
6	6.D.1.1.1-6.D.3.6.3	A	18,48	54
6	8.E.1.1.1-8.E.3.6.3	A	18,48	54
7	8.D.1.1.1-8.D.5.6.3	A	18,48	90
7	9.E.1.1.1-9.E.5.6.3	A	18,48	90
8	9.D.1.1.1-9.D.3.6.3	A	18,48	54
8	11.E.1.1.1-11.E.3.6.3	A	18,48	90
9	11.D.1.1.1-11.D.5.6.3	A	18,48	90
9	12.E.1.7.1-12.E.3.13.3	A	18,48	90
10	1.E.1.7.1-3.E.5.13.3	C	21,56	105
11	1.D.1.7.1-1.D.3.13.3	C	21,56	63
11	2.E.1.7.1-2.E.3.13.3	C	21,56	42
12	4.E.1.7.1-4.E.3.13.3	C	21,56	63
13	4.D.1.7.1-4.D.5.13.3	C	21,56	105
13	5.E.1.7.1-5.E.5.13.3	C	21,56	105
14	5.D.1.7.1-5.D.5.13.3	B	21,56	105
14	6.E.1.7.1-6.E.5.13.3	B	21,56	105
15	6.D.1.7.1-6.D.5.13.3	B	21,56	63
15	8.E.1.7.1-8.E.3.13.3	B	21,56	63
16	8.D.1.7.1-8.D.5.13.3	B	21,56	105
16	9.E.1.7.1-9.E.5.13.3	B	21,56	105
17	9.D.1.7.1-9.D.3.13.3	B	21,56	63
17	11.E.1.7.1-11.E.3.13.3	B	21,56	63
18	11.D.1.7.1-11.D.5.13.3	B	21,56	105
18	12.E.1.7.1-12.E.5.13.3	B	21,56	105
19	1.E.1.14.1-1.E.5.20.3	C	21,56	105
20	1.D.1.14.1-1.D.3.20.3	C	21,56	63
20	2.E.1.14.1-2.D.2.20.3	C	21,56	42
21	4.E.1.14.1-4.E.3.20.3	C	21,56	63
22	4.D.1.14.1-4.D.5.20.3	C	21,56	105
22	5.E.1.14.1-5.E.5.20.3	C	21,56	105
23	5.D.1.14.1-5.D.5.20.3	B	21,56	105
23	6.E.1.14.1-6.E.5.20.3	B	21,56	105
24	6.D.1.21.1-6.D.3.24.3	B	21,56	63
24	8.E.1.21.1-8.D.3.24.3	B	21,56	63
25	8.D.1.21.1-8.D.5.24.3	B	21,56	105
25	9.E.1.21.1-9.E.5.24.3	B	21,56	105

26	9.D.1.21.1-9.D.3.24.3	B	21,56	60
26	11.E.1.21.1-11.E.3.24.3	B	21,56	60
27	11.D.1.21.1-11.D.5.24.3	B	21,56	105
27	12.E.1.21.1-12.E.5.24.3	B	21,56	105
28	6.D.1.25.1-6.D.5.28.3	C	12,32	60
28	7.E.1.25.1-7.E.5.28.3	C	12,32	60
29	7.D.1.25.1-7.D.5.28.3	C	12,32	60
29	8.E.1.25.1-8.E.5.28.3	C	12,32	60
30	8.D.1.25.1-8.D.5.28.3	C	12,32	60
30	9.E.1.25.1-9.E.5.28.3	C	12,32	60
31	9.D.1.25.1-9.D.5.28.3	C	12,32	60
31	10.E.1.25.1-10.E.5.28.3	C	12,32	60
32	10.D.1.25.1-10.D.5.28.3	C	12,32	60
32	11.E.1.25.1-11.E.5.25.3	C	12,32	60
33	11.D.1.25.1-11.D.5.25.3	C	12,32	60
33	12.E.1.25.1-12.E.5.25.3	C	12,32	60
<b>Totais</b>			<b>1041,04</b>	<b>4560</b>

Anexo 6.6 - Tabela auxiliar para a proposta de *layout* 1 com enumeração dos blocos, tipologia, filas teóricas e resultados dos indicadores ABU<sub>j</sub> e PPA<sub>j</sub>

Bloco	Filas	Tipologia	ABU <sub>j</sub>	Ppal <sub>j</sub>
1	1.E.1.1.1-1.E.5.3.3	C	9,24	45
1	3.D.1.1.1-3.D.5.3.3	C	9,24	45
2	1.E.1.4.1-1.E.2.10.3	B	21,56	63
2	3.D.1.4.1-3.D.2.10.3	B	21,56	42
3	1.E.1.11.1-1.E.3.17.3	B	21,56	63
3	3.D.1.11.1-3.D.2.17.3	B	21,56	42
4	1.E.1.18.1-1.E.3.23.3	B	18,48	54
4	3.D.1.18.1-3.D.2.23.3	B	18,48	36
5	3.E.1.1.1-3.E.5.3.3	C	9,24	45
5	4.D.1.1.1-4.D.5.3.3	C	9,24	45
6	4.E.1.1.1-4.E.5.3.3	C	9,24	45
6	5.D.1.1.1-5.D.5.3.3	C	9,24	45
7	5.D.1.4.1-5.D.3.10.3	C	21,56	63
8	5.D.1.11.1-5.D.3.17.3	C	21,56	63
9	5.D.1.18.1-5.D.3.23.3	C	18,48	54
10	5.E.1.8.1-5.E.5.14.3	B	9,24	45
10	6.D.1.1.1-6.D.5.3.3	B	9,24	45
11	5.E.1.4.1-5.E.3.10.3	B	21,56	105
11	6.D.1.4.1-6.D.3.10.3	B	21,56	105
12	5.E.1.11.1-5.E.5.17.3	C	21,56	105
12	6.D.1.11.1-6.D.5.17.3	C	21,56	105
13	5.E.1.18.1-5.E.5.23.3	C	18,48	90
13	6.D.1.18.1-6.D.5.23.3	C	18,48	90
14	6.E.1.1.1-6.E.5.3.3	B	9,24	45
14	7.D.1.1.1-7.D.5.3.3	B	9,24	45
15	7.E.1.1.1-7.E.5.3.3	B	9,24	45
15	8.D.1.1.1-8.D.5.3.3	B	9,24	45
16	6.E.1.4.1-6.E.3.10.3	B	21,56	63
16	8.D.1.4.1-8.D.3.10.3	B	21,56	63
17	6.E.1.11.1-6.E.3.17.3	A	21,56	63
17	8.D.1.11.1-8.D.3.17.3	A	21,56	63
18	1.E.1.18.1-1.E.3.23.3	A	18,48	54
18	1.D.1.18.1-1.D.3.23.3	A	18,48	54
19	8.E.1.1.1-8.E.5.3.3	B	9,24	45
19	9.D.1.1.1-9.D.5.3.3	B	9,24	45
20	9.E.1.1.1-9.E.5.3.3	B	9,24	45
20	10.D.1.1.1-10.D.5.3.3	B	9,24	45
21	8.E.1.4.1-8.E.3.10.3	B	21,56	63
21	10.D.1.4.1-10.D.3.10.3	B	21,56	63
22	8.E.1.11.1-8.E.3.17.3	A	21,56	63
22	10.D.1.11.1-10.D.3.17.3	A	21,56	63
23	8.E.1.18.1-8.E.3.23.3	A	18,48	54
23	10.D.1.18.1-10.D.3.23.3	A	18,48	54

24	10.E.1.1.1-10.E.5.3.3	B	9,24	45
24	11.D.1.1.1-11.D.5.3.3	B	9,24	45
25	10.E.1.4.1-10.E.5.10.3	B	21,56	105
25	11.D.1.4.1-11.D.5.10.3	B	21,56	105
26	10.E.1.11.1-10.E.3.17.3	A	21,56	105
26	11.D.1.11.1-11.D.3.17.3	A	21,56	105
27	10.E.1.18.1-10.E.5.23.3	A	18,48	90
27	11.D.1.18.1-11.D.5.23.3	A	18,48	90
28	11.E.1.1.1-11.E.5.12.3	C	36,96	180
29	12.E.1.1.1-12-E.5.12.3	C	36,96	180
29	13.D.1.1.1-13.D.5.12.3	C	36,96	180
30	13.E.1.1.1-13.E.5.12.3	C	36,96	180
<b>Totais</b>			<b>991,76</b>	<b>3930</b>

Anexo 6.7 - Tabela auxiliar para a proposta de *layout* 2 com enumeração dos blocos, tipologia, filas teóricas e resultados dos indicadores ABUj e PPalj

Bloco	Filas	Tipologia	ABU <sub>j</sub>	Ppal <sub>j</sub>
1	C	1.E.1.1.1-1.E.5.7.3	21,56	105
2	C	1.D.1.1.1-1.D.5.7.3	21,56	105
2	C	2.E.1.1.1-1.E.5.7.3	21,56	105
3	C	2.D.1.8.1-2.D.5.7.3	21,56	6
3	C	3.E.1.1.1-1.E.5.7.3	21,56	105
4	B	15.E.1.1.1-12.E.3.7.3	21,56	63
4	B	17.D.1.1.1-17.D.2.7.3	21,56	42
5	B	15.E.1.8.1-15.E.3.14.3	21,56	63
5	B	17.D.1.8.1-17.D.2.14.3	21,56	42
6	B	15.E.1.15.1-15.E.3.20.3	18,48	54
6	B	17.D.1.15.1-17.D.2.20.3	18,48	36
7	B	19.D.1.1.1-19.D.3.7.3	21,56	63
8	B	19.D.1.8.1-19.D.3.14.3	21,56	63
9	B	19.D.1.15.1-19.D.3.20.3	18,48	54
10	B	1.E.1.8.1-1.E.5.14.3	21,56	105
11	B	1.D.1.8.1-1.D.5.14.3	21,56	63
11	B	3.E.1.1.1-3.D.5.7.3	21,56	63
12	B	3.D.1.1.1-3.D.5.7.3	21,56	105
12	C	7.E.1.1.1-7.E.5.7.3	21,56	105
13	C	7.D.1.1.1-7.D.5.7.3	21,56	105
13	A	8.E.1.1.1-8.E.5.7.3	21,56	105
14	A	8.D.1.1.1-8.D.3.7.3	21,56	63
14	A	10.E.1.1.1-10.E.3.7.3	21,56	63
15	A	10.D.1.1.1-10.D.5.7.3	21,56	105
15	C	11.E.1.1.1-11.E.5.7.3	21,56	105
16	C	11.D.1.1.1-11.D.5.7.3	21,56	105
16	A	12.E.1.1.1-12.E.5.7.3	21,56	105
17	A	12.D.1.1.1-12.D.3.7.3	21,56	63
17	A	14.E.1.1.1-14.E.3.7.3	21,56	63
18	A	14.D.1.1.1-14.D.5.7.3	21,56	105
18	A	6.E.1.1.1-6.E.5.7.3	21,56	105
19	B	1.E.1.11.1-1.E.5.17.3	21,56	105
20	B	1.D.1.11.1-1.D.5.17.3	21,56	63
20	B	3.E.1.8.1-3.E.5.13.3	21,56	63
21	B	3.D.1.8.1-3.D.5.13.3	18,48	105
21	C	7.E.1.8.1-3.D.5.13.3	18,48	105
22	C	7.D.1.8.1-7.D.5.13.3	18,48	90
22	A	8.E.1.8.1-8.E.5.13.3	18,48	90
23	A	8.D.1.8.1-5.E.3.13.3	18,48	54
23	A	10.E.1.8.1-10.E.3.13.3	18,48	54
24	A	10.D.1.8.1-10.D.5.13.3	18,48	90
24	C	11.E.1.8.1-11.E.5.13.3	18,48	90
25	C	11.D.1.8.1-11.D.5.13.3	18,48	90
25	A	12.E.1.8.1-12.E.5.13.3	18,48	90

26	A	12.D.1.8.1-12.D.3.13.3	18,48	54
26	A	14.E.1.8.1-14.E.3.13.3	18,48	54
27	A	14.D.1.8.1-14.D.5.13.3	18,48	90
27	A	6.E.1.8.1-6.E.5.13.3	18,48	90
28	B	21.E.1.1.1-9.E.5.12.3	36,96	180
29	B	22.E.1.1.1-22.E.5.12.3	36,96	180
29	C	23.D.1.1.1-23.D.5.12.3	36,96	180
30	C	23.E.1.1.1-23.E.5.12.3	36,96	180
<b>Totais</b>			<b>1130,36</b>	<b>4536</b>

Anexo 6.8 - Tabela auxiliar para a proposta de *layout* 3 com enumeração dos blocos, tipologia, filas teóricas e resultados dos indicadores ABU<sub>j</sub> e PPal<sub>j</sub>



## Anexo 7 - Documentos associados às propostas de melhoria futura

Na implementação do Comboio Logístico devem ser consideradas diversas fases chave: análise da situação inicial; Desenho da Solução; Implementação; e Seguimento. Estas fases devem integrar elementos do Departamento de Engenharia e Manutenção assim como da Receção e Conferência Mercadoria, Arrumação e linhas de aviamento.

### **A análise da situação inicial deve incluir:**

1. Análise do fluxo de materiais e informação nas secções em estudo;
2. Análise dos abastecimentos realizados nas secções em estudo;
3. Recolha de informação acerca de operações de *picking* e *repacking* realizadas;
4. Análise do *layout* das secções em estudo;
5. Levantamento dos indicadores de roturas e WIP nas secções em estudo;
6. Introdução ao conceito do *Mizusumashi* às equipas e, caso exista a presença de elementos novos à melhoria contínua, incidir sobre os objetivos desta ferramenta e a sua ligação com as boas práticas *Lean*, tal como conceitos do TFM (“Total Flow Management”).

### **No mapeamento da situação inicial deve ser feito com o máximo detalhe:**

1. Análise do Valor Acrescentado vs. MUDA na Logística;
2. Identificação dos principais desperdícios;
3. Quantificação do número de pessoas envolvidas na operação de arrumação;
4. Listagem dos equipamentos utilizados;
5. Mapeamento dos movimentos existentes e suas frequências;
6. Filmagem das operações de Logística Interna.

### **Por sua vez e após um bom mapeamento da situação inicial deve-se:**

1. Definição de rotas, incluindo o nº total de rotas e pontos de paragem (incluir estimativa de tempos deslocação/operação);
2. Definição do ciclo do *Mizusumashi* e volume de trabalho por ciclo;
3. Definição da dimensão, nº e tipo de carros para o *Mizusumashi*;
4. Definição do tipo de trator;
5. Definição da Gestão Visual associada às rotas do *Mizusumashi*;
6. Este desenho de solução termina com a Análise do Aumento Produtividade Global e uma análise de *payback* com os respetivos benefícios, incluindo benefícios de eficiência, organização e ergonomia.

### **Por fim, a fase de Implementação e Seguimento inclui:**

1. Construção e teste preliminar do *standard* do *Mizusumashi*;
2. Construção do protótipo de carruagens;
3. Treino inicial dos operadores com o *standard* inicial;
4. Teste de dinâmica:

- a. Curva, travagem, declives, má distribuição de carga e carga total;
  - b. Testes de circuito (com Gestão Visual temporária): piso, distâncias, pontos de paragem, pontos de abastecimento e velocidade máxima.
5. Medição de tempos:
- a. Carga e descarga, ciclo completo e outras tarefas.
6. Revisão do *standard* do *Mizusumashi*;
7. Verificação de indicadores;
8. Filmagem da nova solução;
9. Implementação 3C<sup>9</sup> para resolução de problemas encontrados;
10. Implementação de auditorias regulares.

#### Anexo 7.1 - Sumarização das fases para implementação do Comboio Logístico

---

<sup>9</sup> 3C: Ferramenta que permite a resolução de problemas através da resposta ao caso (definição do problema), causa (análise da causa raiz) e da contramedida (elaboração de um plano ações para resolver o problema encontrado, com indicação do responsável e data prevista de conclusão). Não procura soluções perfeitas, pois é melhor uma melhoria imperfeita do que a perfeição adiada.

