



## **Aplicação da metodologia *Lean* para avaliar o nível de desperdício num armazém de produtos não perecíveis**

**PEDRO DOMINGUES DUARTE**  
(Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial)

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

Orientador:

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Júri:

Presidente: Doutor Vitor Manuel Rodrigues Anes

Vogais:

Doutor Duarte Nuno Caldeira Cordeiro Dinis

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

dezembro de 2024



# **Aplicação da metodologia *Lean* para avaliar o nível de desperdício num armazém de produtos não perecíveis**

**PEDRO DOMINGUES DUARTE**  
(Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial)

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

**Orientador:**

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu  
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Politécnico de Lisboa

**Júri:**

**Presidente:**

Doutor Vítor Manuel Rodrigues Anes  
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Politécnico de Lisboa

**Vogais:**

Doutor Duarte Nuno Caldeira Cordeiro Dinis  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu  
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Politécnico de Lisboa



## Agradecimentos

Com a finalização desta dissertação, chega também ao fim uma das etapas mais importantes e marcantes da minha vida, a conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.

Saudade e gratidão são as palavras que melhor descrevem o sentimento que levo comigo ao fim destes fantásticos cinco anos, que me proporcionaram aprendizagens e vivências muito marcantes ao longo do meu percurso. Não posso deixar de agradecer a todas as pessoas que fizeram parte desta caminhada, direta ou indiretamente.

Gostaria de dirigir os meus agradecimentos à empresa EDP, em especial às minhas chefias diretas, Rui Cabral e Raquel Victor, por me terem dado a oportunidade de estagiar e desenvolver a minha dissertação numa empresa desta dimensão, e de toda a disponibilidade e apoio que sempre demonstraram para comigo. A toda a minha equipa de operações logísticas, pela contagiante boa disposição e ajuda prestada todos os dias.

Ao meu orientador, o professor António Abreu, pelo auxílio, dedicação e disponibilidade que demonstrou durante todo o período da realização deste trabalho, assim como todos os ensinamentos transmitidos como professor e coordenador deste mestrado.

À minha família, nomeadamente aos meus pais e à minha irmã, por todo o apoio e toda a confiança que tiveram em mim, e por me terem dado a possibilidade de terminar esta longa jornada. Sem eles, nada disto seria possível.

Queria agradecer também ao meu tio e à minha madrinha pela preocupação que sempre mostraram pela conclusão desta dissertação e por toda a motivação dada.

À minha namorada, Ana, por ter sido o meu principal suporte de todas as horas, nunca me deixando desistir, por toda a paciência para os momentos menos bons e por ter acreditado sempre em mim.

Por último, mas não menos importante, a todos os meus amigos que acompanharam de perto o meu percurso, em especial ao Pedro, um grande amigo com quem tive a oportunidade de partilhar todos estes cinco anos, desde a cidade de Coimbra até à cidade de Lisboa.

...



## **Declaração de integridade**

Declaro que esta(e) dissertação / trabalho de projeto / relatório de estágio é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes listadas nas referências bibliográficas foram consultadas e estão devidamente mencionadas no texto. Mais declaro que todas as referências científicas e técnicas relevantes para o desenvolvimento do trabalho estão devidamente citadas e constam das referências bibliográficas.

O autor

---

Lisboa, 27 de novembro de 2024



# Aplicação da metodologia *Lean* para avaliar o nível de desperdício num armazém de produtos não perecíveis

## Resumo

Com o aumento de competitividade nos dias de hoje, de modo que as organizações se mantenham dentro do mercado, as mesmas sentem-se obrigadas a agir constantemente no aumento de produtividade e na redução de custos. É neste contexto que a metodologia *Lean* surge como uma abordagem estratégica para reduzir, ou até mesmo eliminar, o nível de desperdício e melhorar os processos de uma empresa.

Assim, o presente documento tem como objetivo aplicar a metodologia *Lean* para avaliar e reduzir o nível de desperdício num armazém de produtos não perecíveis. Para tal, inicialmente, foram estudados os conceitos necessários para dar apoio à implementação do modelo, como, a metodologia *Lean*, a gestão de armazéns e a importância dos Indicadores-Chave de Desempenho na avaliação do desempenho operacional.

O modelo proposto envolve a criação de um Sistema de Medição de Desempenho. Este modelo está dividido em sete subfases que consistem principalmente na definição de um conjunto de indicadores, na sua avaliação e na demonstração de resultados através de um *dashboard*. Dessa forma, o “nível *Lean*” de cada indicador foi medido, proporcionando uma visão clara do desempenho de cada atividade do armazém. Por fim, foram abordados os desperdícios identificados durante a implementação do modelo e as conseqüentes propostas de melhoria, com o objetivo de minimizar esses desperdícios.

O caso de estudo foi realizado num armazém da empresa EDP e os resultados indicaram que as atividades do armazém atingiram um nível “*Lean*” ou muito próximo disso.

Palavras-chave: *Lean*, Desperdício, Armazém, Desempenho, Indicadores-Chave Desempenho.



# **Application of the Lean methodology to evaluate the level of waste in a non-perishable goods warehouse**

## **Abstract**

With the increasing competitiveness in today's market, organizations are constantly required to act on improving productivity and reducing costs to stay competitive. It is within this context that Lean methodology emerges as a strategic approach to reduce, or even eliminate, waste and improving company processes.

Thus, the objective of this document is to apply Lean methodology to evaluate and reduce waste levels in a warehouse for non-perishable goods. To achieve this, the required concepts to support the implementation of the model were initially studied, including Lean methodology, warehouse management, and the importance of Key Performance Indicators (KPIs) in evaluating operational performance.

The proposed model involves the creation of a Performance Measurement System. This model is divided into seven subphases, which primarily consist of defining a set of indicators, evaluating them, and presenting results through a dashboard. As a result, the "Lean level" of each indicator was measured, providing a clear view of the performance of each warehouse activity. Finally, the identified waste during the implementation of the model was addressed, and improvement proposals were made to minimize these wastes.

The case study was carried out in a warehouse of the EDP company, and the results indicated that the warehouse activities achieved a "Lean" level or were very close to it.

Keywords: Lean, Waste, Warehouse, Performance, Key Performance Indicators.



# Lista de Símbolos e de Siglas

## Alfabeto romano

<i>d</i>	desvio
<i>D</i>	procura anual
<i>H</i>	custo de armazenagem
<i>m</i>	meta
<i>P</i>	desempenho
<i>r</i>	resultado
<i>S</i>	custo da encomenda

## Siglas

ACS	– Armazém Central de Sacavém
ACL	– Armazém Central da Lousã
CAB	– Cabos
CLT	– Comunidade <i>Lean Thinking</i>
COLPOS	– Colunas e/ou Postes
CX	– Caixas
DAM	– Desvio Absoluto Médio
DPAC	– Distância Percorrida na Acumulação e Conferência
EDPGS	– EDP Global Solutions
GCA	– Gestão da Cadeia de Abastecimento
JIT	– <i>Just-in-Time</i>
KPI	– <i>Key Performance Indicators</i>
PAL	– Palete Unitária
PBI	– <i>Power BI</i>
PNF	– Paletes Não Filmadas
PF	– Paletes Filmadas
PIAM	– Pré-Avaliação, Implementação, Avaliação de Resultados, Melhoria
PMN	– Palete Mono-Referência
PMR	– Palete Multi-Referência

PSE – Prestador de Serviços Externos

PV – Palete Vazia

SMART – *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*

SMD – Sistema de Medição de Desempenho

TDC – Tempo de Descarga do Camião

TMC – *Toyota Motor Corporation*

TOA – Taxa de Ocupação do Armazém

TPS – *Toyota Production System*

TRF – Transformadores

ZAEII – Zona de Armazenagem Exterior II

ZEI – Zona de Expedição I

# Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS	1
1.2	METODOLOGIA	2
1.3	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	3
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>5</b>
2.1	LEAN THINKING	5
2.1.1	Origem do Lean	7
2.1.2	Toyota Production System	8
2.1.3	Princípios Lean	10
2.1.4	Significado de Desperdício (Muda, Mura e Muri)	11
2.1.5	Ferramentas Lean	15
2.2	LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO	21
2.2.1	Gestão de Armazéns	25
2.3	KEY PERFORMANCE INDICATORS	37
2.3.1	Classificação dos Indicadores	38
2.3.2	Desenvolvimento dos Indicadores	39
2.3.3	Indicadores de Armazém	40
<b>3</b>	<b>MODELO DE APLICAÇÃO</b>	<b>43</b>
3.1	MODELO PROPOSTO	43
3.2	FASE DE PRÉ-AVALIAÇÃO	47
3.2.1	Análise e Caracterização dos Processos	48
3.2.2	Definição dos KPIS	49
3.3	FASE DE IMPLEMENTAÇÃO	50
3.3.1	Recolha de Dados ligados aos KPIS	50
3.3.2	Interpretação de Dados e Definição de Metas para cada KPI	51
3.3.3	Desenvolvimento do Dashboard	52
3.4	FASE DE AVALIAÇÃO	55
3.5	FASE DE MELHORIA	56
<b>4</b>	<b>CASO DE APLICAÇÃO</b>	<b>59</b>
4.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	59
4.1.1	Missão, Compromissos e Estratégia	60
4.1.2	Área da Logística na EDP Global Solutions	60
4.1.3	Armazéns Centrais da E-Redes	60
4.2	APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	61
4.2.1	Análise e Caracterização dos Processos	61
4.2.2	Definição dos KPIS	68

4.2.3	<i>Recolha de Dados ligados aos KPIs</i> .....	74
4.2.4	<i>Interpretação de Dados e Definição de Metas para cada KPI</i> .....	75
4.2.5	<i>Desenvolvimento do Dashboard</i> .....	78
4.2.6	<i>Análise de Resultados</i> .....	81
4.2.7	<i>Identificação de Desperdícios e Propostas de Melhoria</i> .....	83
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO</b> .....	<b>97</b>
5.1	CONCLUSÕES .....	97
5.2	TRABALHO FUTURO .....	98
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>99</b>

# Índice de figuras

FIGURA 1.1 – AS SEIS ETAPAS DA METODOLOGIA.....	2
FIGURA 2.1 – BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO <i>LEAN</i> .....	6
FIGURA 2.2 – “CASA” DO TPS .....	9
FIGURA 2.3 – OS CINCO PRINCÍPIOS DO <i>LEAN THINKING</i> .....	11
FIGURA 2.4 – REPRESENTAÇÃO DOS TRÊS MU’S ( <i>MUDA, MURA E MURI</i> ).....	12
FIGURA 2.5 – OS 7 DESPERDÍCIOS <i>LEAN</i> .....	13
FIGURA 2.6 – TÍPICO QUADRO <i>KANBAN</i> .....	17
FIGURA 2.7 – OS TRÊS ELEMENTOS DO TRABALHO PADRONIZADO .....	18
FIGURA 2.8 – METODOLOGIA 5S.....	19
FIGURA 2.9 – OS SETE “CERTOS” DO SERVIÇO AO CLIENTE.....	22
FIGURA 2.10 – EXEMPLO DE UM SISTEMA LOGÍSTICO .....	22
FIGURA 2.11 – OS 5 ELEMENTOS-CHAVE DA GESTÃO LOGÍSTICA .....	23
FIGURA 2.12 – TRINÓMIO DAS DIMENSÕES DA LOGÍSTICA .....	23
FIGURA 2.13 – ESTRUTURA DE UMA CADEIA DE ABASTECIMENTO .....	24
FIGURA 2.14 – OPERAÇÕES BÁSICAS DE ARMAZENAGEM .....	27
FIGURA 2.15 – PROCESSO LOGÍSTICO DE UM ARMAZÉM .....	29
FIGURA 2.16 – MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DE UM ARMAZÉM QUANDO A PROCURA É ESTÁVEL .....	31
FIGURA 2.17 – REPRESENTAÇÃO DO LAYOUT DE UM ARMAZÉM EM FLUXO DIRECIONADO E EM FLUXO QUEBRADO ..	32
FIGURA 2.18 – AS TRÊS PRÁTICAS MAIS COMUNS DE ARMAZENAGEM.....	33
FIGURA 2.19 – DUAS FORMAS COMUNS DA ARMAZENAGEM BASEADA EM CLASSES; A) NO INTERIOR DO CORREDOR; B) NAS EXTREMIDADES DO CORREDOR .....	34
FIGURA 2.20 – A “CASA DO <i>LEAN</i> ” PARA O ARMAZÉM.....	35
FIGURA 2.21 – TIPOS DE KPIs.....	39
FIGURA 2.22 – SEQUÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE UM INDICADOR.....	40
FIGURA 3.1 – REPRESENTAÇÃO DO CICLO PDCA .....	45
FIGURA 3.2 – ESQUEMATIZAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	46
FIGURA 3.3 – REPRESENTAÇÃO DE UM DIAGRAMA SIPOC.....	49
FIGURA 3.4 – PROCESSO DE DEFINIÇÃO DOS KPIs .....	49
FIGURA 3.5 – OS CINCO ELEMENTOS DOS OBJETIVOS SMART .....	52
FIGURA 3.6 – VISUALIZAÇÕES GRÁFICAS TÍPICAS DE UM <i>DASHBOARD</i> .....	53
FIGURA 3.7 – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM <i>DASHBOARD</i> NO PBI .....	54
FIGURA 3.8 – QUADRANTES DE UMA MATRIZ IMPACTO/ESFORÇO .....	57
FIGURA 4.1 – LAYOUT ATUAL DO ACS .....	62
FIGURA 4.2 – NAVE 1 DO ACS .....	63
FIGURA 4.3 – NAVE 2 DO ACS .....	63
FIGURA 4.4 – ZAEII DO ACS .....	63
FIGURA 4.5 – ZONA DE RECEÇÃO DO ACS .....	65
FIGURA 4.6 – ZONA DE <i>PICKING</i> DO ACS.....	67

FIGURA 4.7 – ZEI DO ACS.....	68
FIGURA 4.8 – CAMIÃO COMPOSTO POR MATERIAL DA FAMÍLIA CAB PRONTO A SER DESCARREGADO .....	70
FIGURA 4.9 – FOLHA UTILIZADO NO <i>PICKING</i> .....	72
FIGURA 4.10 – DISTÂNCIAS (METROS) ENTRE OS PONTOS RELEVANTES NA ACUMULAÇÃO E CONFERÊNCIA .....	73
FIGURA 4.11 – CAPA DO <i>DASHBOARD</i> DO DESEMPENHO DO ACS .....	78
FIGURA 4.12 – JANELA DOS RESULTADOS DO KPI TDC PARA A FAMÍLIA CAB .....	79
FIGURA 4.13 – JANELA DOS RESULTADOS DO KPI PP .....	79
FIGURA 4.14 – JANELA DOS RESULTADOS DO KPI DPAC PARA AS PF.....	80
FIGURA 4.15 – JANELA DOS RESULTADOS DO KPI TOA .....	80
FIGURA 4.16 – RESULTADOS DO DESEMPENHO DE CADA ATIVIDADE.....	83
FIGURA 4.17 – DEGRADAÇÃO DO PAVIMENTO DA ZAEII; A) EXEMPLO DE UM BURACO PRESENTE NO PAVIMENTO; B) VISTA GERAL DO PAVIMENTO .....	84
FIGURA 4.18 – EXEMPLO DE DESPERDÍCIO NA DESCARGA DE TRF .....	86
FIGURA 4.19 – EXEMPLO DE DESPERDÍCIO NA DESCARGA DE PMN.....	86
FIGURA 4.20 – PROPOSTA DE MELHORIA (SINALIZAÇÃO VISUAL) PARA O DESPERDÍCIO 3.....	87
FIGURA 4.21 – QUADRO <i>KANBAN</i> PARA GERIR OS ESPAÇOS DE DESCARGA.....	88
FIGURA 4.22 – QUADRO <i>KANBAN</i> PARA A ORGANIZAÇÃO DA RECEÇÃO .....	89
FIGURA 4.23 – EXEMPLO DE UMA PALETE MAL OTIMIZADA DURANTE O <i>PICKING</i> .....	89
FIGURA 4.24 – MATERIAL A TAPAR O ACESSO ÀS ESTANTES .....	91
FIGURA 4.25 – ACUMULAÇÃO DE <i>STOCK</i> NA ZEI; A) PELO HANGAR; B) NA ZONA DE EXPEDIÇÃO .....	91
FIGURA 4.26 – PROPOSTA NOVO <i>LAYOUT</i> PARA A ZEI .....	93
FIGURA 4.27 – MATRIZ IMPACTO/ESFORÇO PARA AS 7 PROPOSTAS DE MELHORIA .....	96

# Índice de tabelas

TABELA 2.1 – COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO EM MASSA COM A PRODUÇÃO <i>LEAN</i> .....	8
TABELA 2.2 – DESPERDÍCIOS <i>LEAN</i> NO ARMAZÉM.....	37
TABELA 2.3 – EXEMPLOS DE KPIS PARA O ARMAZÉM.....	41
TABELA 3.1 – PASSOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SMD.....	44
TABELA 3.2 – ESTRUTURA DO MODELO DE APLICAÇÃO PROPOSTO.....	47
TABELA 3.3 – DEFINIÇÃO DO KPI.....	50
TABELA 3.4 – ESTRUTURA DE ATRIBUIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO <i>LEAN</i> .....	56
TABELA 4.1 – DIAGRAMA SIPOC DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DO ACS.....	64
TABELA 4.2 – FAMÍLIAS DE TRANSPORTE.....	66
TABELA 4.3 – LISTA DE KPIS SUGERIDOS PARA AVALIAÇÃO.....	69
TABELA 4.4 – DEFINIÇÃO DO KPI TDC.....	71
TABELA 4.5 – DEFINIÇÃO DO KPI PP.....	72
TABELA 4.6 – DEFINIÇÃO DO KPI DPAC.....	73
TABELA 4.7 – DEFINIÇÃO DO KPI TOA.....	74
TABELA 4.9 – MÉDIAS E METAS DO KPI TDC.....	76
TABELA 4.11 – MÉDIA E META DO KPI PP.....	76
TABELA 4.13 – MÉDIAS E METAS DO KPI DPAC.....	77
TABELA 4.15 – MÉDIA E META DO KPI TOE.....	78
TABELA 4.16 – ATRIBUIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO <i>LEAN</i> COM INTERVALOS PERCENTUAIS DEFINIDOS.....	81
TABELA 4.17 – RESULTADOS DO INDICADOR TDC.....	81
TABELA 4.18 – RESULTADOS DO INDICADOR PP.....	81
TABELA 4.19 – RESULTADOS DO INDICADOR DPAC.....	82
TABELA 4.20 – RESULTADOS DO INDICADOR TOA.....	82
TABELA 4.21 – RESUMO DOS DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS.....	84

# 1 Introdução

O primeiro capítulo desta dissertação está organizado em três subcapítulos e destina-se a introduzir e contextualizar o tema em estudo.

No primeiro subcapítulo é apresentado um enquadramento geral ao tema e aos objetivos do trabalho. Em seguida, descreve-se a metodologia adotada, apresentando a explicação de cada fase. Por fim, é delineada a estrutura do documento, exibindo todos os capítulos desenvolvidos ao longo do trabalho.

## 1.1 Enquadramento e Objetivos

A necessidade de reduzir os desperdícios está cada vez mais presente não só em ambientes industriais, como também em ambientes logísticos, o que leva as empresas a adotar metodologias que otimizem ao máximo os seus processos logísticos.

É nesta perspetiva que se encontra a metodologia *Lean*, que tem como objetivo a eliminação de atividades que não agregam valor, designadas de desperdício, melhorando assim a eficácia e eficiência dos processos e reduzindo os custos operacionais para a empresa.

Esta metodologia, apesar de ter origem no *Toyota Production System* (TPS), é também possível de aplicar na logística e na gestão de armazéns. Com o intuito de assegurar uma maior eficácia das operações, é fundamental garantir que o desempenho do armazém seja otimizado, ou seja, que o desperdício seja completamente eliminado.

Para isso, a utilização de *Key Performance Indicators* (KPIs), em português, Indicadores-Chave Desempenho, é crucial para controlar e medir o desempenho das atividades mais importantes de um armazém e identificar oportunidades de melhoria.

Neste sentido surge assim o tema da presente dissertação, que tem como principal objetivo o de aplicar o “*Lean*” para identificar os desperdícios e medir o desempenho das atividades de um armazém de produtos não perecíveis. Para tal, foram definidos os seguintes objetivos:

- Identificar um conjunto de KPIs que avaliem o desempenho das atividades do armazém;

- Construir um *dashboard* que mostre o desempenho atual;
- Classificar as atividades a um nível “Lean”;
- Identificar desperdícios associados às atividades;
- Propor sugestões de melhoria para reduzir os desperdícios identificados.

## 1.2 Metodologia

Nesta dissertação foi adotada uma metodologia que se organiza em seis etapas. A Figura 1.1 ilustra a sequência dessas etapas, que serão detalhadas posteriormente.

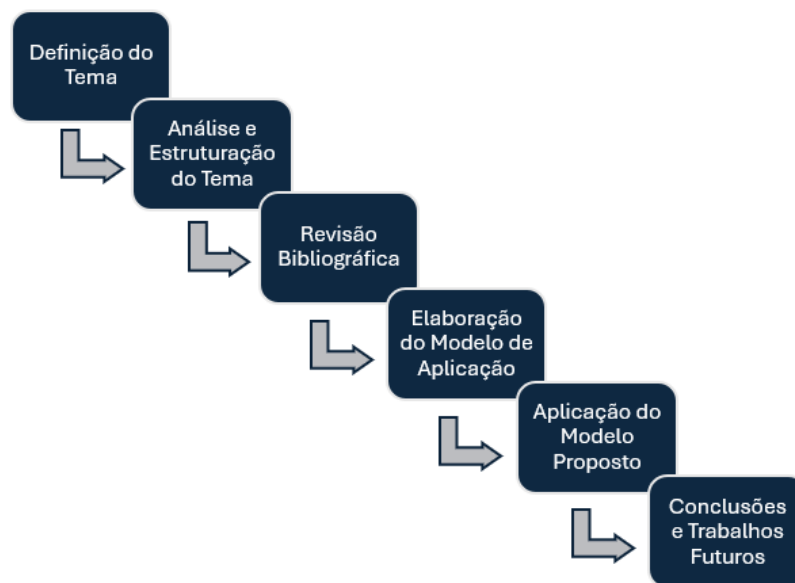


Figura 1.1 – As seis etapas da metodologia

Fonte: Elaboração Própria

Após a 1ª etapa, na qual o tema foi escolhido, passou-se à análise e estruturação do tema selecionado. O objetivo desta etapa passa por aprofundar a compreensão do tema antes de iniciar a revisão bibliográfica. Para tal, foi feita uma análise dos conceitos e abordagens relacionadas com o tema, o que permitiu identificar os principais elementos e algumas ideias, facilitando assim a seleção de fontes relevantes para a etapa seguinte. Na 3ª etapa é realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os conceitos mais importantes, que servem como base para o desenvolvimento da presente dissertação.

Com base nos conceitos anteriormente estudados, na 4ª etapa é elaborado um modelo organizado que tem como objetivo avaliar o nível de desperdício de um armazém, realizando uma medição de desempenho, e posteriormente melhorando-o.

Na etapa seguinte, o modelo proposto anteriormente é aplicado numa empresa e conta com a ajuda e colaboração de todos, retirando dados reais para a obtenção de resultados.

A 6ª e última etapa desta metodologia consiste numa realização de um resumo dos resultados obtidos e conclusão do estudo realizado, assim como recomendações deixadas para que a empresa dê continuidade à melhoria contínua dos processos.

### **1.3 Estrutura do Documento**

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos.

No Capítulo 1 é realizada uma introdução ao trabalho, onde se enquadra o tema, se define os objetivos, se descreve a metodologia utilizada e se apresenta a estrutura do documento.

O Capítulo 2 consiste na revisão bibliográfica sobre os fundamentos teóricos essenciais para este trabalho, que contém os seguintes quatro subcapítulos: *Lean Thinking*, Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento, Gestão de Armazéns e por fim, *Key Performance Indicators*.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia proposta para atingir os objetivos definidos. Neste capítulo são expostas e explicadas todas as fases que constituem o modelo.

No Capítulo 4 é primeiramente feita uma apresentação da empresa, da área e do local onde o modelo proposto anteriormente será aplicado. De seguida é realizada a implementação prática do modelo, seguindo todas as fases propostas.

Por fim, o Capítulo 5 expõe as conclusões e considerações finais deste estudo, e são também dadas sugestões para trabalhos futuros.



## 2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo, apresenta-se a pesquisa bibliográfica como base teórica, que fundamenta o desenvolvimento e a relevância da dissertação.

Esta revisão foca-se em primeiro lugar na abordagem ao tema do *Lean Thinking*, apresentando um pouco da sua história, do seu modelo estrutural, dos seus princípios, dos desperdícios, e por fim são introduzidas alguma ferramenta *Lean* que tiveram influência no desenvolvimento do trabalho.

De seguida são desenvolvidos os temas teóricos mais relevantes sobre a área onde se insere o estudo, a Logística, a Gestão da Cadeia de Abastecimentos e a Gestão de Armazéns.

Por último, mas não menos importante, é realizada uma pequena revisão dos *Key Performance Indicators*, incluindo os principais indicadores em armazéns.

### 2.1 *Lean Thinking*

No livro "*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*" de Womack e Jones (2003), os autores definem *Lean Thinking* como "a maneira de especificar o valor, alinhar ações de criação de valor na melhor sequência, realizar essas atividades sem interrupção sempre que solicitadas e executá-las de forma cada vez mais eficaz". Em suma, o Pensamento *Lean* baseia-se em fazer cada vez mais (oferecer mais valor aos clientes) com cada vez menos (menos máquinas, esforço humano, tempo e espaço).

O Pensamento *Lean*, segundo Citeve (2012), um Centro Tecnológico, organização privada sem fins lucrativos, consiste "num conjunto de princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz e entrega valor aos seus clientes enquanto todos os desperdícios são eliminados".

Para Melton (2005), o *Lean Thinking* inicia no cliente e na definição de valor, ou seja, é fundamental perceber em primeiro lugar o que é que é considerado valioso do ponto de vista do cliente. O objetivo dos "Pensadores *Lean*" é procurar a perfeição, e, para tal, o

ciclo de melhoria nunca pode ser dado como terminado. Este autor desenvolveu uma abordagem com 5 etapas para iniciar a implementação deste método:

1. **Recolha de Informação:** Consiste em observar os processos atuais, para definir o que acrescenta valor e o que é desperdício. Para isso, é fundamental envolver as pessoas que executam essas tarefas, com o intuito de aproveitar o seu conhecimento.
2. **Análise da Informação:** Consiste em equipas multifuncionais para detetar os problemas, identificando o que está impedindo o fluxo do processo, ou seja, procurar os efeitos indesejáveis.
3. **Desenho da Mudança:** Consiste na definição de um novo processo, ou seja, com base na informação analisada anteriormente, é desenhada uma solução para eliminar os desperdícios.
4. **Implementação da Mudança:** Depois de testada, é feita a implementação da mudança desenhada anteriormente.
5. **Medição dos Benefícios:** Envolve a avaliação dos benefícios à medida que o novo processo é implementado, analisando os dados de desempenho. Isto permite a realização de possíveis melhorias adicionais, entrando assim num ciclo de melhoria contínua.

Melton (2005) considera que a presença de um “Pensamento *Lean*” numa organização resulta em 6 benefícios fundamentais para garantir a competitividade no mundo empresarial. Estes benefícios estão apresentados na Figura 2.1.

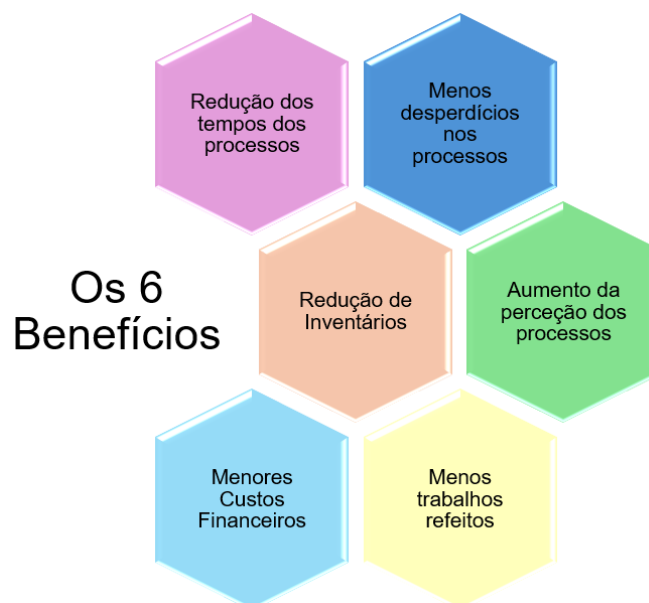


Figura 2.1 – Benefícios da implementação do *Lean*

Fonte: adaptado de Melton (2005)

### **2.1.1 Origem do *Lean***

De acordo com Dekier (2012), a origem do *Lean* é proveniente da empresa japonesa Toyota, mais exatamente das contribuições de Sakichi Toyoda, dos seus filhos Kiichiro e Eiji Toyoda, e do engenheiro Taiichi Ohno.

No início do século XX, o nível de procura e produção no Japão encontrava-se muito abaixo, enquanto a empresa Ford nos EUA produzia grandes quantidades diariamente. Por isso, em 1929, Kiichiro Toyoda, e em 1950, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, visitaram os EUA com o objetivo de estudar as empresas locais do setor automóvel (Dekier, 2012). Este estudo permitiu identificar que sistema produtivo da *Ford*, focado em produção em massa, causava interrupções entre processos e a necessidade de criar elevados níveis de *stock*. Para além disso, a Ford incentivava a que os gestores mantivessem a atividade de máquinas e funcionários de forma constante, o que resultava em produção excessiva e defeituosa. Ao contrário desta empresa, a Toyota contava com recursos limitados, e pertencia a um mercado local de menor escala. Assim, percebeu-se que era necessário produzir vários modelos diferentes em menores quantidades nas mesmas linhas de montagem (Dekier, 2012; Liker, 2004).

Após esta visita, o trabalho do engenheiro Taiichi Ohno teve como objetivo eliminar o desperdício da linha de produção do Toyota, desde o trabalho “artesanal” até às máquinas de produção em massa. É aqui que se dá origem ao TPS, (Ohno, 1988). O TPS é um sistema de produção contínua, com lotes reduzidos e alta flexibilidade para adaptar-se às necessidades dos clientes.

Na Tabela 2.1, está apresentado um breve resumo que compara a produção em massa da Ford com a produção *Lean* desenvolvida pela Toyota.

Tabela 2.1 – Comparação da produção em massa com a produção *Lean*

Fonte: adaptado de Melton (2005)

	Produção em Massa	Produção Lean
	Henry Ford	Toyota
Trabalhadores (Design)	Trabalhadores qualificados	Equipas de trabalhadores polivalentes a todos os níveis da organização
Trabalhadores (Produção)	Trabalhadores não qualificados ou semi-qualificados	Equipas de trabalhadores polivalentes a todos os níveis da organização
Equipamento	Máquinas dispendiosas e com um único objetivo	Sistemas manuais e automatizados que podem produzir grandes volumes com grande variedade de produtos
Métodos de Produção	Grandes volumes de produtos standard	Produtos encomendados pelo cliente
Filosofia Organizacional	Organização hierárquica - responsabilidade da direção	Fluxos de valor - responsabilidades a todos os níveis da organização
Objetivo	Procurar ser 'suficientemente bom'	Procurar a perfeição

### 2.1.2 Toyota Production System

Como visto anteriormente, o TPS foi desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation* (TMC) na década de 1970 (Wagner et al., 2017).

Segundo Bittencourt et al. (2019), o TPS é uma abordagem muito reconhecida pela sua notoriedade em obter uma maior eficiência aos processos, a partir da eliminação de todas as etapas que não agregam valor ao cliente e da mentalidade de melhoria contínua.

A “casa” do TPS, Figura 2.2, é então o símbolo dos objetivos, princípios e das ferramentas do *Lean Thinking*. Pode-se observar que o telhado triangular simboliza o enfoque sistemático nos interesses do cliente em termos de qualidade, tempo de entrega e custos (Wagner et al., 2017).

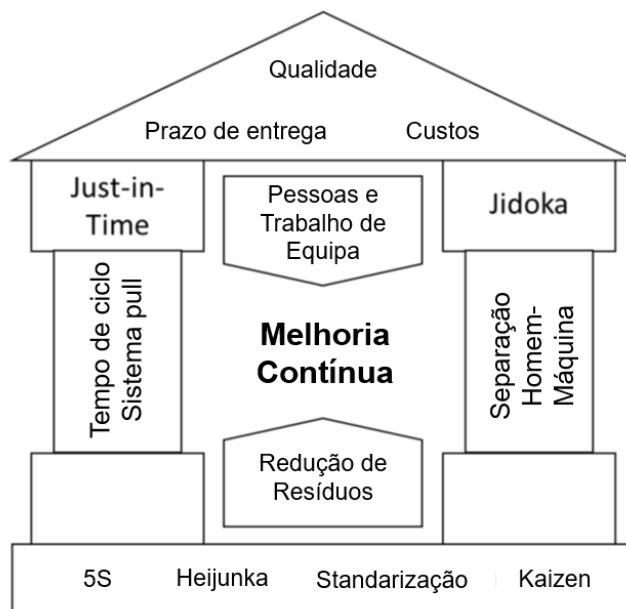


Figura 2.2 – “Casa” do TPS

Fonte: adaptado de Wagner et al. (2017)

Esta “casa” evidencia que a redução de resíduos e o trabalho de equipa, que estão no centro deste sistema, são os principais fatores que contribuem para a melhoria contínua na produção, cooperando assim para uma melhor eficiência e produtividade.

Quanto aos seus pilares, estes são divididos em dois. O primeiro formado pelo *Just-in-Time* (JIT), consiste num sistema capaz de produzir estritamente a quantidade necessária e quando necessário, para atender imediatamente às necessidades do cliente (Naciri et al., 2022).

No segundo está presente o *Jidoka*, que significa a automação com interação humana, baseando-se em desligar de forma automática a máquina imediatamente quando surge alguma anomalia no produto durante a produção, alertando ao mesmo tempo o operador responsável pela manutenção (Naciri et al., 2022). O objetivo passa por não deixar passar defeitos para o processo seguinte.

Por fim, estão presentes na sua base as quatro ferramentas fundamentais para o bom funcionamento de todo este sistema, sendo estas:

- **Metodologia 5S:** técnica de limpeza visual que organiza e padroniza o ambiente de trabalho (Melton, 2005).
- **Kaizen:** é uma filosofia de desenvolvimento contínuo que envolve toda a equipa, traduzindo-se em melhoria contínua (Naciri et al., 2022).
- **Heijunka:** é a prática de nivelamento da produção, ou seja, é um método que consiste em harmonizar a produção por volume ou por um conjunto de produtos e cujo princípio se baseia em trabalho simples e repetitivo, em vez de uma variação de pedidos (Naciri et al., 2022).

- **Padronização:** descreve um conjunto de procedimentos, que definem as melhores práticas, bem como as etapas de cada processo e as tarefas de cada funcionário (Naciri et al., 2022).

Assim, através da implementação do TPS é permitido às empresas alcançarem os seus principais objetivos que, de forma geral, consistem no aumento de receitas, na redução de custos e no aumento da produtividade sem que sejam criados desperdícios (Naciri et al., 2022).

### 2.1.3 Princípios *Lean*

Esta metodologia baseia-se em cinco princípios que são consideradas as etapas para a criação de valor para o cliente, eliminação de desperdícios e melhoria contínua. Tomando as ações corretas e seguindo as diretrizes destes princípios, será possível alcançar um futuro promissor (Taghavi, 2022).

Assim sendo, Womack e Jones (2003), identificam os seguintes cinco princípios que devem ser implementados:

- **Valor**

Este é o princípio inicial do *Lean Thinking*. Sob a perspectiva do cliente, este princípio representa o que o consumidor precisa, quando precisa e a que preço. A necessidade gera valor e cabe às empresas descobrirem essa necessidade.

- **Cadeia de Valor**

Também denominado como fluxo de valor, as empresas devem identificar as etapas que agregam (e as que não agregam) valor ao produto, redefinindo os processos e eliminando os desperdícios.

- **Fluxo Contínuo**

Depois de identificar os pontos que criam valor ao produto, é necessário estabelecer um fluxo contínuo (sem interrupções) de produção, ou seja, que as paragens e os tempos de espera sejam reduzidos ou até mesmo eliminados, desde o pedido do cliente até à sua entrega.

- **Sistema *Pull***

Produzir em concordância com as necessidades do cliente. O objetivo deste princípio é evitar o excesso de produção e/ou desperdício.

- **Perfeição**

Implementados os princípios anteriores e tendo sempre em mente a melhoria contínua, surge o quinto princípio que se trata de aprimorar as etapas anteriormente referidas, em busca da perfeição.

Em suma, pode-se resumir os cinco princípios fundamentais desta metodologia, como mostra a Figura 2.3.

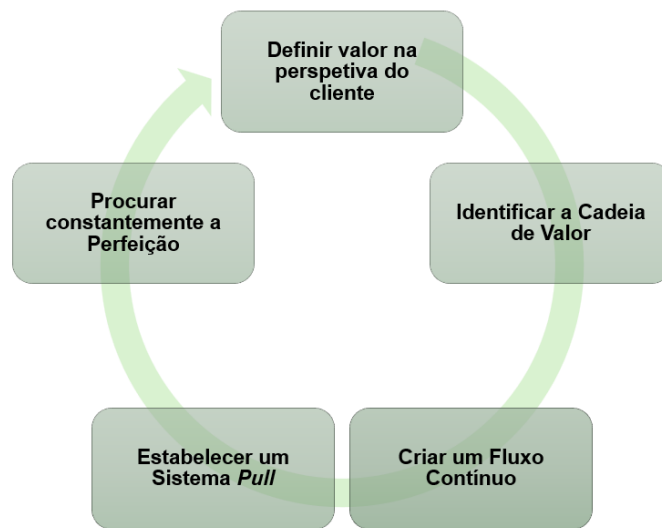


Figura 2.3 – Os Cinco Princípios do *Lean Thinking*

Fonte: adaptado de Thangarajoo e Smith (2015)

Em parceria com a CLT (Comunidade *Lean Thinking*), Citeve (2012), sugere a adoção de mais dos princípios, sendo eles:

- **Conhecer as partes interessadas**

A organização deve conhecer com detalhe todos os *stakeholders*, indo além do foco exclusivo no cliente imediato, com o objetivo de garantir a satisfação do consumidor final.

- **Constante inovação**

Mesmo com os desperdícios eliminados, inovar é fundamental para criar valor ao cliente. Por isso, a procura constante pela inovação de novos produtos, serviços, e processos deve ser mantida na cultura da organização.

#### 2.1.4 Significado de Desperdício (*Muda, Mura e Muri*)

Tal como visto acima, através dos cinco princípios enumerados, o *Lean Thinking* procura produzir com zero desperdícios. Assim, o TPS tem como principal foco a eliminação de todos os desperdícios identificados (Ohno, 1988).

Desperdício, *muda* em japonês, refere-se a qualquer atividade de um processo que não agrega valor ao cliente. Porém, o desperdício pode ser uma parte necessária do processo, e, por isso, agrega valor à empresa, não podendo ser totalmente eliminado; por exemplo, os controles financeiros (Melton, 2005).

Nesse sentido, para ajudar os líderes de gestão relativamente ao conceito de desperdício, Taiichi Ohno introduziu mais dois tipos de desperdícios muito importantes, o *mura* e o *muri*, dando origem ao termo “Os Três MU’s” (Obara & Wilburn, 2012).

A Figura 2.4 ilustra os três tipos de desperdícios que se podem encontrar:

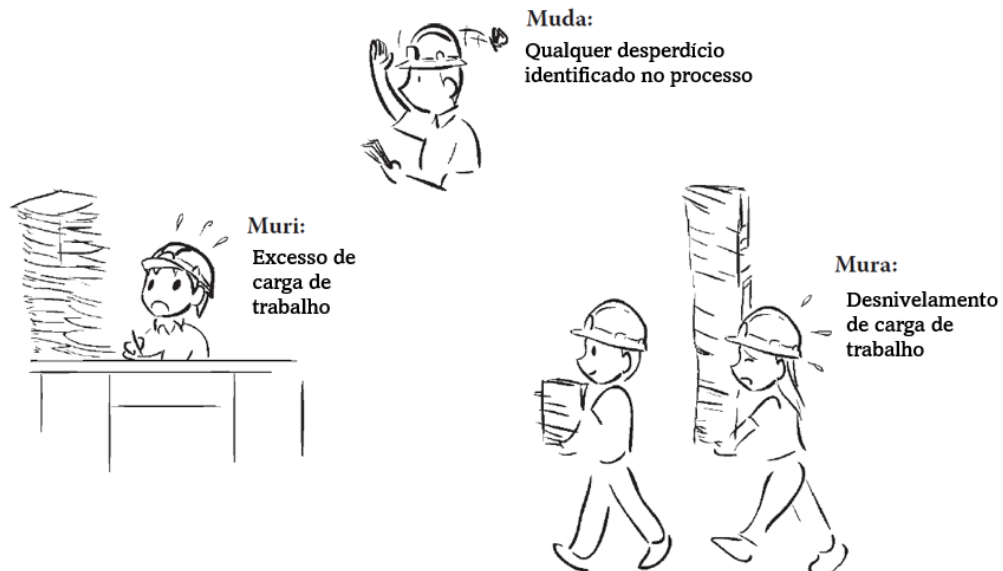


Figura 2.4 – Representação dos Três MU's (*muda*, *mura* e *muri*)

Fonte: adaptado de Obara e Wilburn (2012)

### ***Muda:***

Como referido anteriormente, *muda* significa desperdício e refere-se a todas as atividades que consomem recursos, mas não criam valor para o cliente. Para identificar as atividades consideradas como *muda*, deve ser realizado um estudo a todo o processo, verificando se as tarefas criam valor, estão padronizadas e se estão a ser desenvolvidas como planeado (Womack & Jones, 2003).

Foi o responsável da *Toyota*, Ohno (1988), que, ao desenvolver o TPS, identificou os primeiros sete desperdícios que dizem respeito ao *muda*, Figura 2.5.



Figura 2.5 – Os 7 Desperdícios *Lean*

Fonte: Elaboração Própria

Estes desperdícios podem ser identificados em todo o negócio, e, de acordo com International Labour Organization (2017), Citeve (2012) e Lai et al. (2019) significam:

### 1. Sobreprodução

Este é o desperdício que mais penaliza o objetivo do *Lean*. A sobreprodução significa produzir desnecessariamente, ou seja, ocorre quando se produz mais do que o necessário, podendo então ser considerado como o oposto do JIT. Isto aumenta o risco de obsolescência de produtos, de produção defeituosa e de serem obrigados a vender por preços mais baixos.

### 2. Esperas

Este desperdício refere-se aos tempos que as pessoas ou as máquinas perdem sempre que estão à espera de algo. Este tempo ocioso ocorre normalmente devido a estrangulamentos no processo, a fluxos de trabalho ineficientes ou mesmo por razões imprevistas, como por exemplo a necessidade de autorizações para avançar.

### 3. Transportes

Inclui qualquer movimento de materiais que não é essencial para o processo, ou seja, que não acrescenta qualquer valor ao produto. O deslocamento de materiais entre estações de trabalho é o principal exemplo deste tipo de desperdício, que causa aumento do *lead time*, uso ineficiente da mão-de-obra e do espaço e pode originar também pequenas paragens no processo produtivo.

#### **4. Sobreprocessamento**

O sobreprocessamento consiste na realização, de forma não intencional, de passos desnecessários na produção do produto, isto é, quando existe mais trabalho do que o cliente exige em termos de qualidade. Um exemplo deste desperdício é a aplicação de acabamentos no produto que não adicionam qualquer valor para o cliente.

#### **5. Inventário/Stocks**

Tipo de desperdício associado a níveis elevados de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados, quando considerados desnecessários. Este excesso leva a custos de armazenagem mais altos.

#### **6. Movimentos**

Inclui quaisquer movimentos físicos desnecessários ou deslocamentos dos colaboradores, ou seja, movimentos que não acrescentem valor ao produto. Este desperdício associa-se muito à ergonomia mal concebida, pois obriga as pessoas a fazerem movimentos desnecessários que atrasam o processo.

#### **7. Defeitos**

Este desperdício resulta dos defeitos ou de problemas de qualidade nos produtos. Pode também incluir erros na documentação, fornecimento de informações incorretas ou mesmo atrasos nas entregas. Os defeitos geram custos adicionais à produção, pois é necessário a utilização de mais recursos para compensar estes erros.

Alguns autores, como Womack e Jones (2003) e Fourie e Umeh (2017), identificam ainda um oitavo desperdício, que consiste em:

#### **8. Conhecimento Humano**

Diz respeito à falta de ideias e criatividade, ou oportunidades de melhoria por parte dos colaboradores, ou seja, existe uma subutilização das capacidades humanas. Segundo Dennis (2008), isto ocorre quando há falta de comunicação dentro da empresa ou entre os clientes e fornecedores.

#### ***Mura:***

Esta palavra refere-se a irregularidades e variabilidades nos processos de produção, provocando desnivelamentos de trabalho. Este tipo de desperdício é muitas vezes associado à distribuição desproporcional das atividades operacionais, tanto nas pessoas como nas máquinas, e à produção por lotes (Liker, 2004).

Assim, o *mura* pode ser eliminado através da adoção do sistema JIT, procurando fazer apenas o necessário e quando pedido, aplicando-o através de um sistema *pull* (Citeve, 2012).

***Muri:***

*Muri* que significa “difícil de fazer”, refere-se à sobrecarga ou excesso de trabalho por parte dos colaboradores ou dos equipamentos. Esta sobrecarga tem um impacto negativo, originando desperdícios como, nível de stress elevado, ocorrência de erros, problemas de segurança, desmotivação e lesões (Liker, 2004).

É eliminado por meio da padronização das atividades, assegurando que todos adotem os mesmos procedimentos, o que torna os processos mais perceptíveis e estáveis.

Resumindo, na perspectiva de Liker (2004), todas as empresas devem-se focar igualmente no *mura* e no *muri* como se focam no *muda*, caso contrário, a produtividade de todo o sistema pode ser metida em causa.

## **2.1.5 Ferramentas *Lean***

Existem um conjunto de técnicas e ferramentas que ajudam a implementar os princípios *Lean* numa organização. Estas ferramentas auxiliam a identificar os desperdícios e a eliminá-los (Citeve, 2012).

De seguida serão apenas apresentadas as ferramentas que são consideradas relevantes para a realização do presente trabalho.

### **2.1.5.1 Gestão Visual**

A Gestão Visual é uma abordagem de gestão que visa aprimorar o desempenho organizacional através da utilização de estímulos visuais. Esses elementos visuais transmitem rapidamente as informações cruciais da empresa a todos os colaboradores, facilitando a compreensão de dados importantes de forma contextualizada e acessível, e promovendo a transparência nos processos internos da organização (Steenkamp et al., 2017).

Segundo Ribeiro et al. (2019), os sistemas de Gestão Visual podem ser quadros de informação, marcações de espaço e instruções de trabalho. O grande objetivo desta técnica é o de habilitar todos os trabalhadores a gerir o seu trabalho e o seu espaço de trabalho, reduzindo os desperdícios.

Assim, como referido anteriormente, a Gestão Visual pode ser realizada por uma variedade de ferramentas visuais, que, segundo Tezel et al. (2016), compartilham quatro características comuns:

- i. A informação é organizada para criar 'campos de informação' no ambiente de trabalho, permitindo que os colaboradores tenham acesso de forma autónoma;
- ii. Realização de uma abordagem preventiva, ou seja, existe a necessidade de informação antecipada para evitar deficiências;
- iii. As informações são introduzidas diretamente na interface entre o operador e o elemento do processo (máquinas, materiais, etc);
- iv. A comunicação é simplificada, com mínima ou nenhuma dependência de textos ou explicações verbais.

Tezel et al. (2016) identificam e resumem algumas das ferramentas de Gestão Visual mais usadas, como por exemplo:

- Sinais, etiquetas, demarcações e codificações;
- Gráficos, fotografias, *posters*, entre outros;
- Diagrama de *Pareto*
- Modelo A3
- Tabelas de controlo
- Trabalho Padronizado
- *Value Stream Mapping*
- Sistemas *Kanban*
- *Poka-yoke*
- Quadros *Heijunka*

### **2.1.5.2 Kanban**

A palavra *Kanban* tem origem japonesa e significa cartão, bilhete ou sinal. O sistema *Kanban* serve para controlar o fluxo de materiais, pessoas e informação num sistema *pull* (Liker, 2004).

Para tal, são utilizados, normalmente cartões visuais, para mover e produzir materiais, mantendo os níveis ótimos de *stock* armazenado. É a partir destes cartões que os trabalhadores sabem quando é que a produção deve ocorrer ou parar e quanto se deve produzir (Creative Safety Supply, 2015).

Segundo Hammarberg e Sundén (2014), este sistema possui três princípios básicos que ajudam a tornar o trabalho mais eficiente e direcionado para a melhoria contínua:

- **Visualização:** Consiste em conhecer os procedimentos do trabalho em questão, criando uma representação visual do fluxo de trabalho. A partir dessas informações iniciais, será possível identificar oportunidades de melhoria.
- **Limitação do trabalho em curso:** Este princípio consiste em limitar o número de itens trabalhados simultaneamente, para que cada produto seja concluído mais rapidamente. Assim, limitar o trabalho em curso, irá evitar paragens e atrasos no processo.
- **Gestão de fluxo:** O terceiro princípio consiste em garantir um fluxo contínuo no processo, eliminando possíveis ineficiências no processo. Estes problemas devem surgir visualmente num quadro, permitindo que a equipa os resolva e promova melhorias constantes no fluxo produtivo.

Esta metodologia pode ser implementada em diversos contextos industriais e não apenas indústrias de produção. Segundo Creative Safety Suppl (2015), um exemplo diferente da utilização desta ferramenta, é a criação de um quadro visual, podendo ser designado como quadro *Kanban*.

Um quadro deste tipo é quadro branco ou uma área de parede vazia onde se colocam notas adesivas ou cartões para visualizar o fluxo de trabalho ou o progresso das tarefas. Este quadro deve ser atualizado ao momento, mantendo todas as informações em dia, para que todos possam ver e agir com base nas informações apresentadas (Hammarberg & Sundén, 2014).

Um dos quadros mais básicos deste tipo, Figura 2.6, contém colunas como, "A Fazer", "Em Progresso" e "Concluído" e podem ser aplicados por exemplo em contexto de escritório (Creative Safety Supply, 2015).

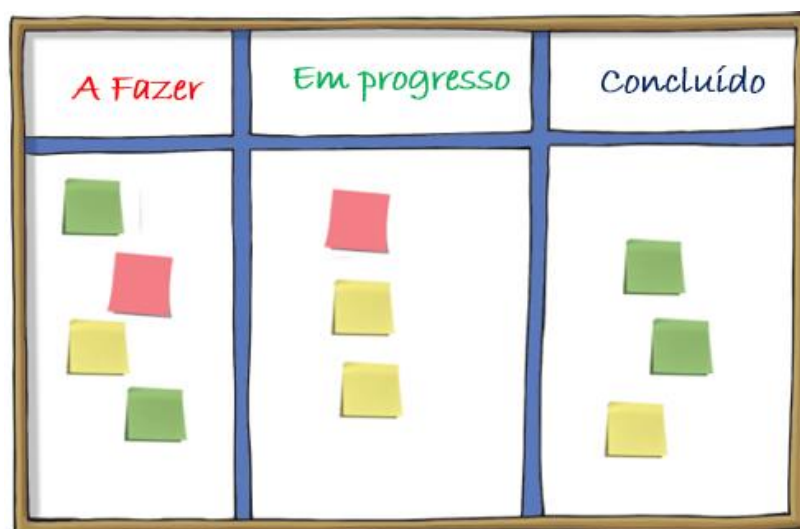


Figura 2.6 – Típico Quadro *Kanban*

Fonte: adaptado de Creative Safety Suppl (2015)

### 2.1.5.3 Trabalho Padronizado

O Trabalho Padronizado consiste num conjunto de normas que detalham a ordem de execução de um determinado trabalho e o tempo necessário para cada etapa. Esta ferramenta envolve a descrição da melhor forma atual de executar um processo específico, a melhoria desse processo e a formação dos operadores para que possam aplicá-la da forma mais eficiente possível (Misiurek, 2016).



Figura 2.7 – Os três elementos do Trabalho Padronizado

Fonte: adaptado de Misiurek (2016)

Segundo Martin e Bell (2011), que define o trabalho padronizado como o método atualmente mais eficiente para realizar uma tarefa, para o sustentar, existem alguns pré-requisitos que são de presença obrigatória, sendo eles:

1. Os colaboradores devem ser capazes de realizar o trabalho de forma segura, dentro dos limites temporais e nos níveis de qualidade desejados;
2. O trabalho deve ter uma sequência repetível, de modo que os colaboradores podem executá-las sempre da mesma forma;
3. Os postos de trabalho, os equipamentos e as ferramentas devem ser confiáveis ao ponto de serem capazes de garantir um fluxo contínuo no trabalho, não permitindo paragens ou avarias;
4. Os materiais utilizados no processo devem ser de boa qualidade, evitando que existam defeitos ou problemas que causam variabilidade no trabalho.

Na perspectiva de Ballard (2008), “o trabalho padronizado não tem como objetivo tornar todas as tarefas altamente repetitivas, mas sim o de reduzir a variação no método de trabalho o máximo possível.”

#### 2.1.5.4 Metodologia 5S

A Metodologia 5S é uma das metodologias mais simples e eficiente no mundo laboral. Os princípios desta metodologia visam criar e manter um local trabalho adequado ao controle visual e às práticas *Lean*, ou seja, bem organizado, limpo, eficaz e de qualidade, promovendo um aumento de eficiência e produtividade (Costa et al., 2018).

Esta metodologia tem origem japonesa, e o nome deriva de cinco palavras com a inicial “S”, que correspondem aos procedimentos sequenciais desta técnica. (Jiménez et al., 2015). Na Figura 2.8 estão apresentados os “5S’s”.



Figura 2.8 – Metodologia 5S

Fonte: Elaboração Própria

Segundo Jiménez et al. (2015) e Costa et al. (2018), cada “S” tem a seguinte função:

- **Seiri** – Neste 1º “S”, pretende-se fazer uma seleção do que é necessário, separando do que não é necessário, eliminando todos os materiais que não têm utilidade na realização das atividades, e ficando apenas com os úteis.
- **Seiton** – O objetivo desta etapa é reduzir os tempos de procura dos materiais, de modo a evitar perdas de tempo. Para isso, existe a necessidade de o local de trabalho se encontrar arrumado e organizado, ou seja, deve ser definido um local

para todos os materiais dentro da área de trabalho, para que estes estejam sempre armazenados no mesmo lugar.

- **Seiso** – Esta etapa especializa-se na limpeza do local de trabalho, garantido sempre um espaço limpo e organizado. Este “S” permite um espaço de trabalho mais seguro e de maior visibilidade, facilitando a detecção de problemas ou avarias.
- **Seiketsu** – Nesta fase devem ser criadas normas de padronização relativamente às três etapas anteriores. O objetivo passa pela manutenção de boas práticas por parte dos colaboradores, permitindo que os operadores realizem as suas tarefas diárias sempre da mesma forma e tenham sempre o local de trabalho organizado, arrumado e limpo.
- **Shitsuke** – A última etapa diz respeito à manutenção dos quatro “S” anteriores, isto é, o sentido de autodisciplina deve confirmar se os quatro outros sentidos estão a ser aplicados corretamente, de modo a continuarem a ser implementados, para que o espaço de trabalho não voltará ao estado inicial. Este sentido significa compromisso.

Segundo Costa et al. (2018), a implementação dos 5S numa organização é muito importante, pois ao trabalhar num espaço organizado e limpo, são promovidos vários benefícios como:

- Maximização da eficiência;
- Redução de defeitos;
- Maior segurança no local de trabalho;
- Melhoria na qualidade de vida e no moral dos trabalhadores.

### **2.1.5.5 Just-in-Time**

A metodologia JIT consiste num sistema de produção que garante que a quantidade certa de matéria-prima e produtos acabados seja disponibilizada no momento e local certos, minimizando os *stocks* e eliminando os desperdícios ao longo do processo produtivo (Pourasiabi & Pourasiabi, 2012; Phogat, 2013).

Segundo Phogat (2013), os elementos básicos desta metodologia são:

- **Envolvimento das pessoas:** Apoio de todos os envolvidos (acionistas, trabalhadores, gestão e governo) para reduzir os problemas na implementação;

- **Instalações:** *Layout* flexível, sistema *pull*, uso do sistema *Kanban* para controle de erros e foco na melhoria contínua;
- **Sistema:** Uso de tecnologias para planejar e coordenar os recursos e a produção, e para planejar os recursos financeiros necessários.

O mesmo autor destaca ainda os três principais objetivos da implementação do JIT:

1. **Aumentar a competitividade:** o JIT ajuda a organização a tornar-se mais competitiva no mercado a longo prazo, através do desenvolvimento de processos produtivos mais eficientes;
2. **Elevar a eficiência:** um sistema JIT aumenta a produtividade e reduz custos, eliminando atividades desnecessárias no processo de produção;
3. **Reduzir desperdícios:** este sistema visa minimizar os desperdícios, garantindo que apenas o essencial seja utilizado e que o processo seja mais ágil e económico.

## 2.2 Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

A Logística teve origem no termo grego *lógos*, que significa “ordem”, ou no termo francês *loger*, que significa “afetar”, e pode ser considerada como a área que analisa as atividades operacionais responsáveis por gerir o fluxo de materiais e as informações associadas dentro de uma empresa, desde os fornecedores até à entrega dos produtos finais aos clientes, incluindo o serviço pós-venda (Ghiani et al., 2013).

A missão da Gestão Logística incide em servir os clientes da forma mais económica possível (Christopher, 2016). Para isso, a Logística apoia-se na teoria dos 7R's, sendo eles: produto certo, maneira/condição certa, quantidade certa, local certo, hora certa, cliente certo e custo certo, Figura 2.9.

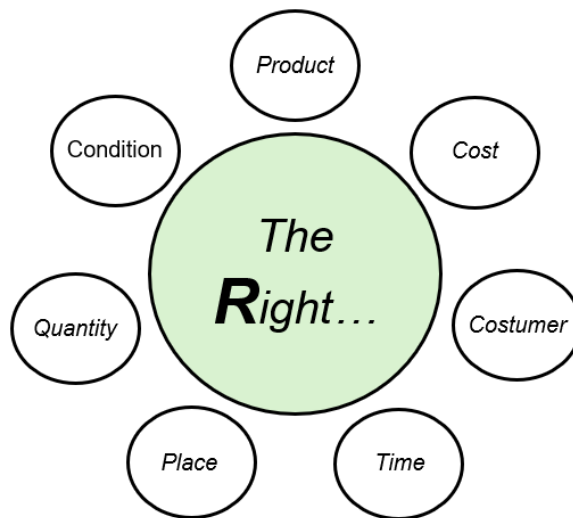


Figura 2.9 – Os sete “certos” do serviço ao cliente

Fonte: adaptado de Rushton et al. (2014)

Ghiani et al. (2013), acrescenta ainda que, do ponto de vista das empresas, a logística é vista como um sistema, que inclui não só o conjunto das atividades funcionais que determinam o fluxo de materiais e de informação, mas também as infraestruturas, os meios, os equipamentos e os recursos indispensáveis à execução dessas atividades.

A Figura 2.10 mostra uma representação esquemática de um sistema logístico.

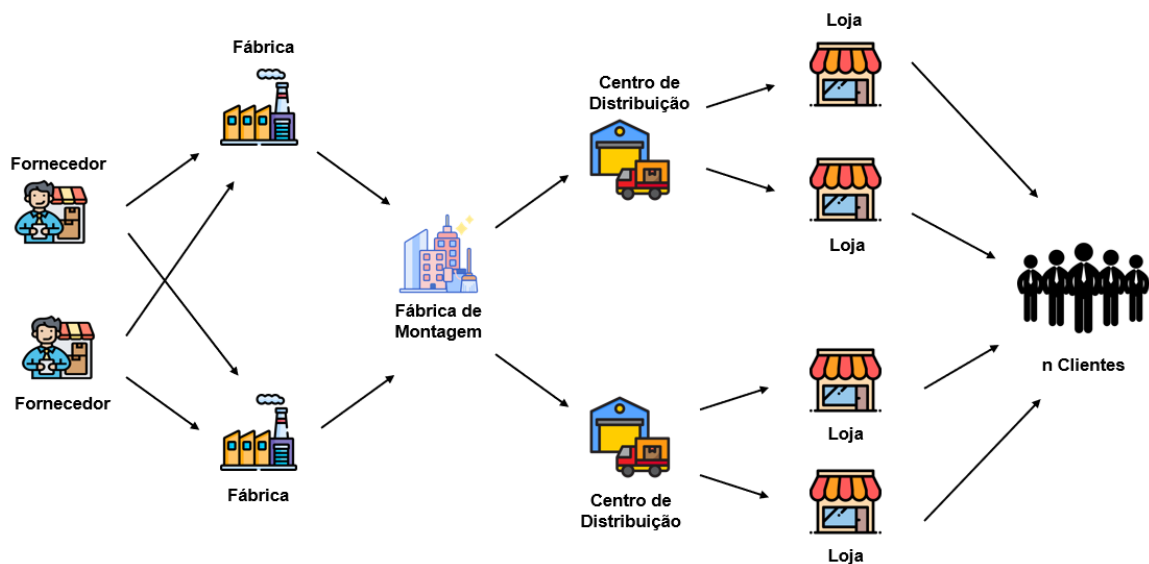


Figura 2.10 – Exemplo de um Sistema Logístico

Fonte: adaptado de Ghiani et al. (2013)

Segundo Islam et al. (2013), para manter um sistema logístico eficiente, são cinco os elementos-chave da gestão logística que devem ser considerados: transporte, armazenagem, gestão de *stocks*, embalagem e unitização e processamento da informação.

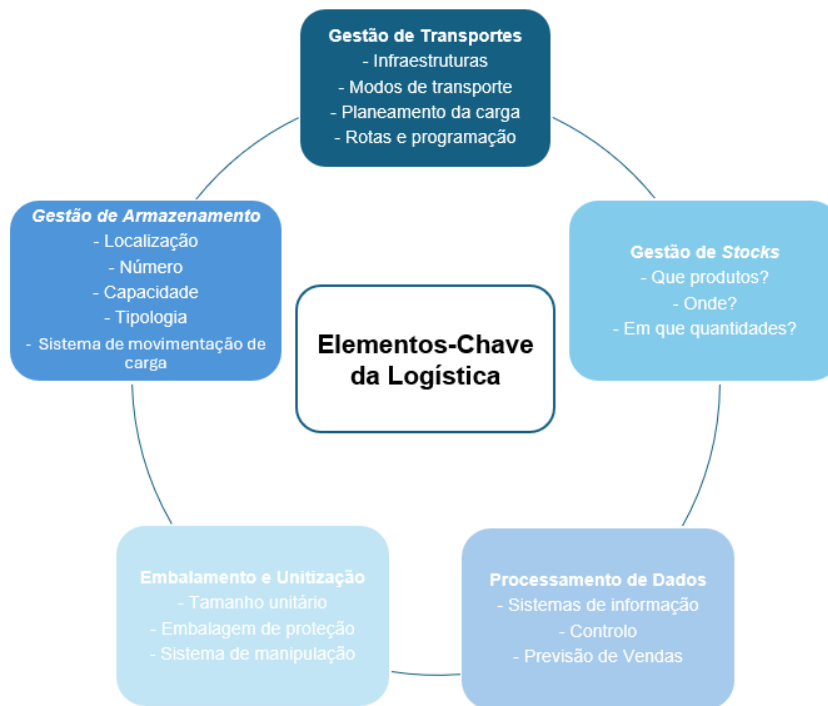


Figura 2.11 – Os 5 Elementos-Chave da Gestão Logística  
 Fonte: adaptado de Islam et al. (2013)

São consideradas três dimensões principais na Logística: o custo, o tempo e a qualidade do serviço. Nesta área é exigido um equilíbrio cuidadoso entre elas para apoiar decisões estratégicas, equilíbrio esse alcançado através de *trade-offs* entre as 3 dimensões. O desafio fundamental é equilibrar simultaneamente estes três elementos, de modo a obter o melhor desempenho logístico possível (Carvalho et al., 2017).

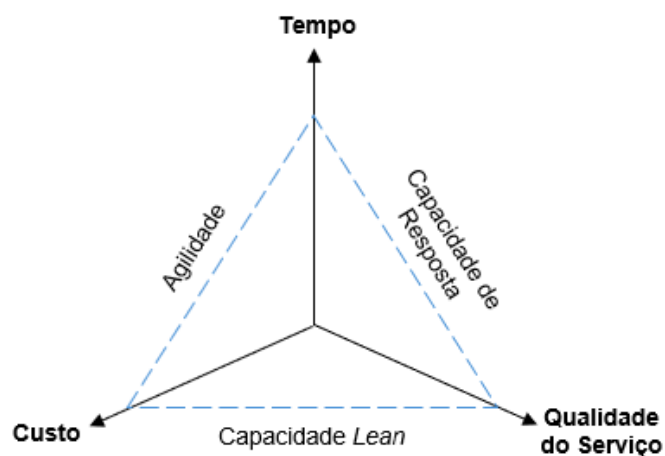


Figura 2.12 – Trinómio das Dimensões da Logística  
 Fonte: adaptado de Carvalho et al. (2017)

Ainda de acordo com Carvalho et al. (2017) existe uma abordagem conjunta das dimensões duas a duas:

- **Tempo e Custo:** gera a agilidade, que se refere à capacidade do sistema logístico de atender às necessidades dos clientes com rapidez e custos reduzidos;
- **Tempo e Qualidade:** resulta na capacidade de resposta, que representa a habilidade do sistema logístico de oferecer soluções rápidas sem comprometer o nível de qualidade para o cliente;
- **Custo e Qualidade:** origina a capacidade *Lean*, descrita como a habilidade do sistema logístico de manter ou até melhorar a qualidade do serviço, enquanto reduz custos, tornando-o mais eficiente.

Assim, segundo a maior organização mundial de profissionais e acadêmicos da área, o *Council of Supply Chain Management Professionals*, (2013), a Logística ou Gestão Logística pode ser definida como “a parte da gestão da cadeia de abastecimento responsável pelo planeamento, implementação e controlo eficaz e eficiente do fluxo e armazenamento de bens, serviços e informação entre o ponto de origem e o ponto de consumo, com o objetivo de satisfazer os requisitos e as necessidades dos clientes”.

Já o termo Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA) é, segundo Rushton et al. (2014), atualmente utilizado para abranger muitas, se não todas, as várias funções logísticas. Na perspetiva de Christopher (2016), a GCA é composta por um conjunto de organizações, pessoas, atividades, informações e recursos que têm como finalidade garantir a entrega de um bem ou serviço ao cliente, desde o fornecedor até ao destino final.

Na Figura 2.13, mostra como funciona uma Cadeia de Abastecimento.

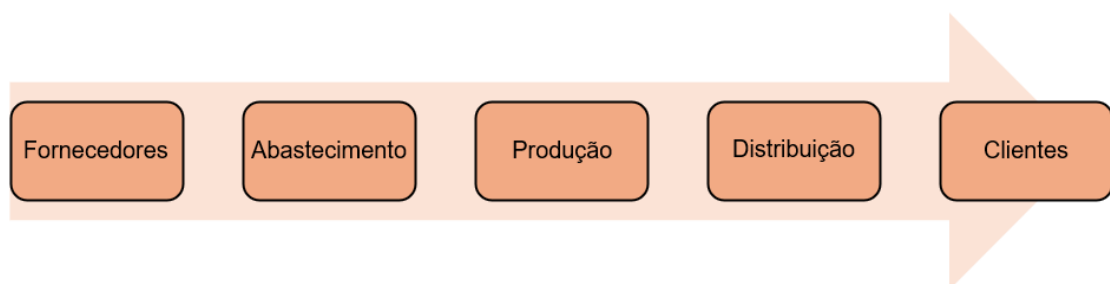


Figura 2.13 – Estrutura de uma Cadeia de Abastecimento

Fonte: adaptado de Carvalho et al. (2017)

Deste modo, a GCA, “engloba o planeamento e a coordenação de todas as atividades relacionadas com o abastecimento e aquisição de materiais, a sua conversão em produtos acabados e todas as operações de gestão logística, incluindo a coordenação

e colaboração com os parceiros, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços terceiros e clientes” (*Council of Supply Chain Management Professionals, 2013*).

Sintetizando, de acordo com Carvalho et al. (2017) na prática, não existe diferença racional entre Gestão Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento. Esta são distinguíveis apenas ao nível da abrangência, sendo a GCA muito mais abrangente.

### **2.2.1 Gestão de Armazéns**

No passado, os armazéns eram vistos como algo que raramente acrescentava valor, referindo-se apenas a centros de custos. A deslocação da produção para o Extremo Oriente, o crescimento do comércio eletrónico e a crescente procura por parte dos consumidores, obrigou a uma mudança radical nas operações dos armazéns. Os armazéns são agora vistos como um elo fundamental nas atuais cadeias de abastecimento (Richards, 2014). Um armazém é um local temporário, sendo considerado como um ponto de transbordo onde todas as mercadorias que são recebidas, são expedidas da forma mais rápida, eficaz e eficiente possível.

De acordo com Koster et al. (2006), um armazém pode ser caracterizado como um espaço adequado para o armazenamento de mercadorias, abrangendo desde matérias-primas até produtos finais, situando-se entre os locais de origem e os pontos de consumo.

No ponto de vista das diferentes atividades e funções desempenhadas no armazém, este, pode ser dividido em três tipos, (Berg & Zijm, 1999), sendo eles:

- **Armazém de distribuição:** realiza atividades de consolidação, ou seja, são recolhidos produtos de diferentes fornecedores para entregar a vários clientes;
- **Armazém de produção:** utilizado para o armazenamento de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados numa fábrica de produção;
- **Armazém contratual:** realiza a operação de armazenagem em nome de um ou mais clientes.

O objetivo da gestão de armazéns pode ser dividido em três principais metas: *i)* melhorar a eficiência operacional; *ii)* reduzir os custos de *stock*; *iii)* melhorar o serviço ao cliente (Mohamud et al., 2023).

Concluindo, pode-se afirmar que a gestão de armazéns é fundamental para o bom funcionamento das atividades logísticas, pois, segundo Carvalho et al. (2017) esta prática é uma das principais atividades logísticas.

Segue-se a análise de alguns temas importantes que constituem a Gestão de Armazéns.

### **2.2.1.1 Gestão de Stocks**

*Stock* refere-se a todos os recursos que são armazenados com o intuito de satisfazer as necessidades dos clientes, quer no presente, quer no futuro. Estes recursos podem ser para produção, para distribuição, ou mesmo para consumo direto.

A armazenagem de *stocks* é considerada por Reid e Sanders (2011), como uma das atividades mais importantes e mais dispendiosas da maioria das organizações, sendo, por isso, fundamental haver uma boa gestão dos mesmos.

Na prática, a rutura de *stocks* pode ser causada a qualquer momento por fatores como por exemplo, a variação da procura dos clientes, ou como problemas inesperados no processo da GCA, sendo por isso, necessário ajustar o nível de *stock* em conformidade, com o *stock* de segurança. Este último *stock* referido, destina-se a eliminar grande parte das roturas de *stock*, permitindo quase sempre que haja recursos para combater as adversidades, e pode ser calculado a partir das fórmulas do modelo de Quantidade de Encomenda Económica (QEE), equação 2.1 (Korponai et al., 2017).

$$QEE = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (2.1)$$

Onde,

D= procura anual

S= custo de encomenda

H= custo de armazenagem

Contudo, a política da gestão de *stocks* incide na medida em que o nível ótimo de existências é representado por quantidade de *stock* que minimize os custos totais, sendo eles:

- Custos relacionados com a aquisição;
- Custos relacionados com a manutenção de *stock*;
- Custos relacionados com as consequências de possíveis roturas de *stock*;

Cabe assim à gestão de *stocks* equilibrar estes três diferentes custos, de modo a encontrar uma maneira de maximizar o lado positivo da existência de *stocks*, mas ao mínimo custo possível (Korponai et al., 2017).

Assim, os objetivos da gestão de *stocks* são: (i) garantir o nível de serviço desejado ao cliente, assegurando a disponibilidade dos produtos quando necessários; (ii) permitir operações eficientes em termos de custos; (iii) minimizar o investimento em *stock* (Reid & Sanders, 2011).

### 2.2.1.2 Principais Operações de Armazéns

O processo de um armazém possui diversas operações, desde a entrada dos produtos, que inclui a receção, conferência e arrumação, até à saída dos produtos, que inclui o *picking*, a preparação e a expedição (Carvalho et al., 2017).

Segundo Karásek (2013), a literatura também menciona o *cross-docking* como uma operação “especial” para alguns armazéns.

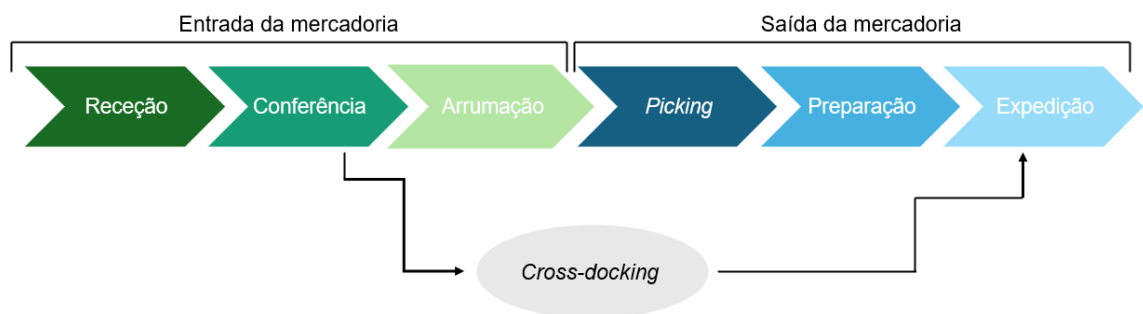


Figura 2.14 – Operações básicas de armazenagem

Fonte: adaptado de Carvalho et al. (2017)

A Receção e Conferência são as primeiras atividades a realizar num armazém. De acordo com Carvalho et al. (2017), estas duas operações podem englobar 7 passos, que podem ser condensados em 6:

1. **Programação das chegadas:** É importante realizar uma gestão dos cais de descarga e marcar previamente as chegadas diárias, de modo a evitar congestionamentos na receção de mercadoria;
2. **Chegada do veículo e colocação no cais/zona de descarga e descarga física:** Alocar no cais previamente definido e descarregar a mercadoria através de equipamentos adequados;
3. **Conferência:** Verificar se a mercadoria coincide com a da encomenda realizada;
4. **(Re)paletização:** Se não existirem erros, o material pode ser (re)paletizado antes de avançar para o passo seguinte, caso haja necessidade. Se existirem

erros, a mercadoria deverá ser colocada numa zona específica e depois devolvida;

5. **Definição da localização:** Definir onde alocar a mercadoria na zona de armazenagem, com base nas suas dimensões, peso e características;
6. **Atualização do stock informático:** Dar entrada de material no sistema informático.

De seguida passa-se para a Arrumação da mercadoria recebida. Este processo consiste no manuseamento e movimentação dos produtos para o local definido na operação anterior (Carvalho et al., 2017).

A etapa da saída dos produtos inicia-se quando surge uma encomenda do cliente, passando para o *Picking*. Esta operação consiste na recolha dos produtos certos, nas quantidades certas das localizações, com vista em satisfazer os pedidos dos clientes (Carvalho et al., 2017).

Segundo Bartholdi e Hackman (2019), esta atividade é a mais cara, representando cerca de 55% dos custos operacionais de um armazém.

Carvalho et al. (2017) afirma que a produtividade do *picking* depende do método lógico utilizado, existindo 4 tipos:

- *Picking by order*: o operador recolhe todos os produtos de uma só encomenda, e só quando termina essa encomenda é que passa para a próxima; gera produtividade baixa, mas baixa tendência a erros;
- *Picking by line*: o operador recolhe em cada localização a quantidade necessária de produtos para satisfazer várias encomendas ao mesmo tempo; gera produtividade muito alta, mas também alta tendência a erros;
- *Zone picking*: existe uma divisão dos operadores por zonas, em que cada um deles é responsável por recolher todos os produtos da sua zona para todas as encomendas, mas para uma de cada vez;
- *Batch picking*: corresponde ao *picking by line*, com a diferença que neste tipo o operador trabalha com um grupo de encomendas e não com todas as encomendas ao mesmo tempo.

Pode-se ainda segmentar os sistemas de *picking* em dois tipos (Carvalho et al., 2017):

- *Man-to-Part*: o operador desloca-se até à localização daquele produto, causando muitas deslocações;
- *Part-to-Man*: os produtos deslocam-se automaticamente até ao operador.

Para terminar, realiza-se a Preparação e Expedição. Na maioria dos casos, a preparação envolve a colocação dos produtos recolhidos no *picking* na palete e a

cintagem ou filmagem da mesma. De seguida as paletes são transferidas para a zona de expedição, onde é finalmente feita a carga do veículo.

O *Cross-docking* é um processo que elimina o tempo de armazenamento e de *picking*, pois as únicas operações que acontecem são a receção, a conferência e a expedição. A ideia básica é transferir as mercadorias diretamente da entrada para a saída, sem qualquer operação de armazenamento intermediária (Karásek, 2013).

Este processo é comum em produtos de curta duração e, segundo (Rushton et al., 2014), apesar de possuir um fluxo rápido de mercadorias e níveis de *stock* muito reduzidos, pode trazer implicações nos custos de transportes, pois a mercadoria pode ser transportada em quantidades inferiores à unidade de carga.

A Figura 2.15 resume o processo logístico de um armazém.

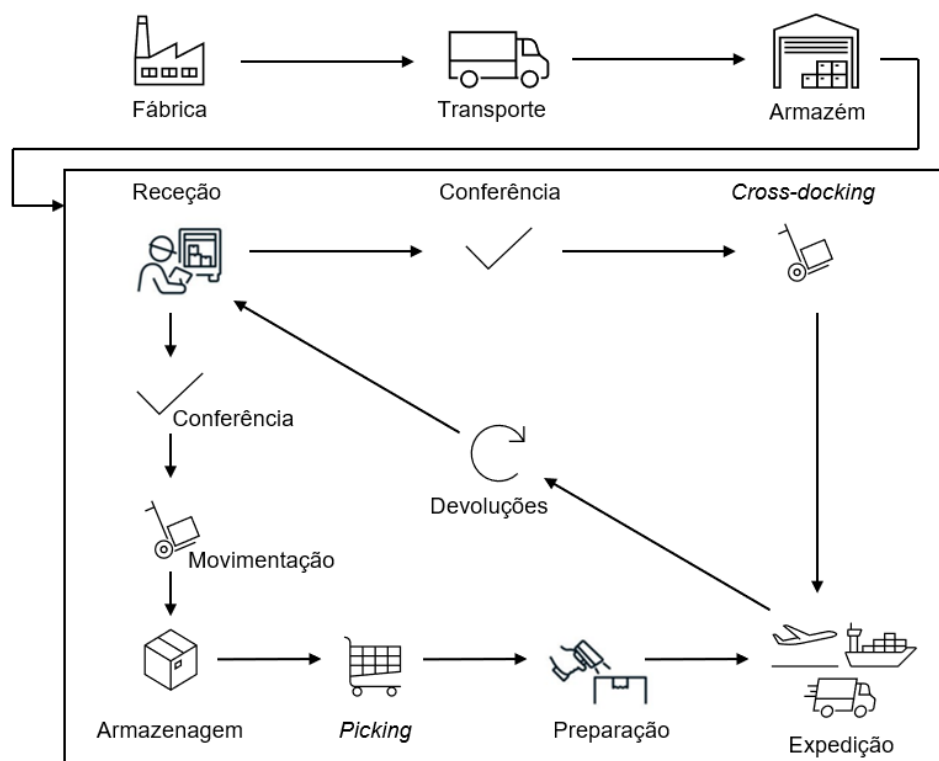


Figura 2.15 – Processo logístico de um armazém

Fonte: adaptado de Karásek (2013)

### 2.2.1.3 *Layout* de Armazéns

Com os mercados cada vez mais competitivos e em constante mudança, o *layout* de um armazém tem um efeito muito significativo na entrega de serviço de qualidade ao cliente. De acordo com uma empresa que trabalha em *layouts* de armazéns, a Fortna, não existe nenhuma disposição física ideal para cada armazém, mas sim um *layout* otimizado e capaz de responder às necessidades e exigências operacionais, que

considere o crescimento futuro e que seja flexível e economicamente viável a todas as mudanças (Richards, 2014).

Segundo Mohamud et al. (2023), o *layout* de um armazém é umas das considerações muito importantes a ter quando falamos da gestão de armazéns, pois é o dimensionamento do espaço físico que irá permitir a chegada aos objetivos da gestão de armazéns mencionados acima. Mohamud et al. (2023) acrescenta ainda que os armazéns devem ser projetados para minimizar o risco de falta de *stock*, aproveitar da melhor forma o espaço disponível, reduzir os custos associados à armazenagem e minimizar as distâncias percorridas pelos operadores. Mais de 60% da distância total percorrida é impactada pelo *design* do *layout* (Karásek, 2013).

Um armazém é composto por várias áreas distintas onde se realizam tarefas distintas. De acordo com Carvalho et al. (2017), são quatro as grandes áreas que compõem o armazém: área de armazenagem de *stock*, área de circulação e movimentação, área de receção, preparação e expedição de encomendas e área administrativa. Este autor apresenta dois métodos para realizar o dimensionamento de um *layout* de um armazém: i) quando o nível de atividade é estável; ii) quando o nível de atividade é instável.

Para o primeiro método, o mais simples, é fundamental iniciar com o dimensionamento da área de armazenagem de *stock*. Para isso, são necessários vários *inputs*, como: previsão de vendas, política de gestão de *stocks*, características da unidade logística e níveis da altura do armazém. De seguida, dimensionam-se as outras três áreas.

Na Figura 2.16 está representado o modelo para o dimensionar uma infraestrutura de armazenagem quando a procura é estável.

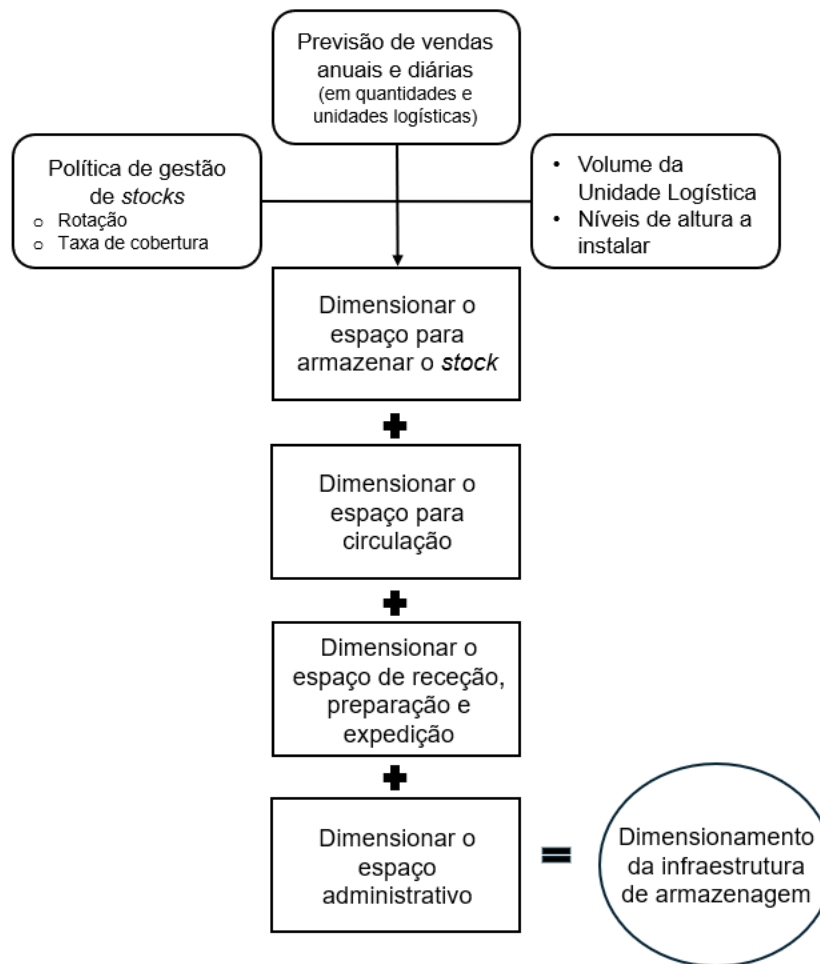


Figura 2.16 – Método de dimensionamento de um armazém quando a procura é estável

Fonte: adaptado de Carvalho et al. (2017)

Segundo Carvalho et al. (2017), as atividades de armazenagem podem ser classificadas com base em vários critérios, como por exemplo o fluxo. Esta classificação depende do *layout* do armazém.

#### **Fluxo direcionado:**

Existe um fluxo direcionado quando a zona de expedição se situa no extremo oposto à zona de receção, e a zona de armazenagem se situa entre essas duas zonas. Visto que estas duas operações são realizadas em espaços físicos diferentes, este tipo de fluxo permite diminuir os congestionamentos dentro e fora do armazém.

#### **Fluxo quebrado:**

Caso a receção e expedição se situem na mesma zona, os produtos seguem um fluxo deste tipo, o que permite reduzir a distância média percorrida nas atividades de arrumação e *picking*.

Na Figura 2.17 encontram-se os dois tipos de direção que o fluxo pode seguir e o seu *layout* correspondente.

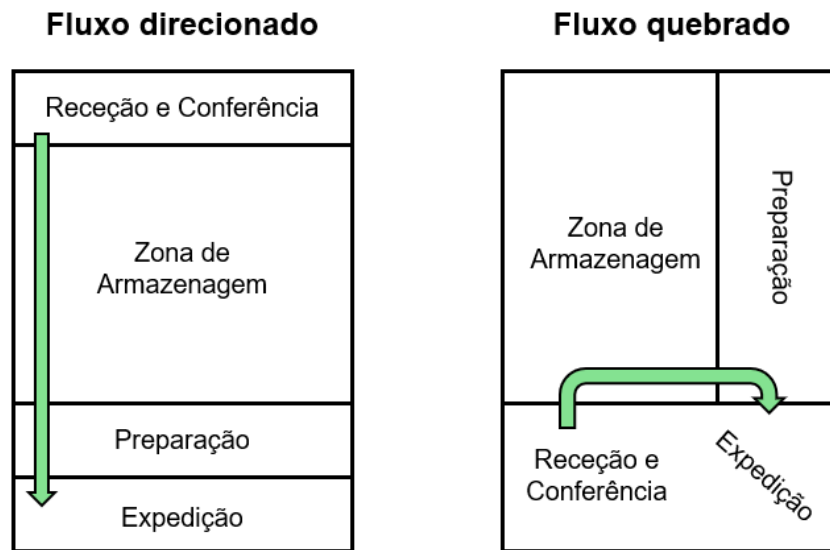


Figura 2.17 – Representação do layout de um armazém em fluxo direcionado e em fluxo quebrado

Fonte: adaptado de Carvalho et al. (2017)

Em suma, um *layout* para ser eficiente, deve estar dimensionado de modo a reduzir ao máximo a quantidade de deslocamentos e a que os pontos de contacto de trabalho estejam o mais próximos possível (Richards, 2014).

#### 2.2.1.4 Práticas de Armazenagem

Relativamente às práticas de armazenagem, de acordo com Carvalho et al. (2017), o método utilizado para definir a atribuição dos espaços de armazenagem pode influenciar significativamente a movimentação dentro do armazém e o tempo de separação dos pedidos.

Na literatura, os três tipos de armazenagem mais frequentemente referenciados são a Armazenagem Fixa, a Aleatória e a Mista.

##### **Armazenagem Fixa:**

Este sistema de localização aloca um espaço fixo do armazém para cada referência. Utilizando esta prática, não são necessários códigos de localizações e os operadores sentem-se bastante familiarizados com as localizações de todos os materiais. A desvantagem é que existe uma menor utilização do espaço, pois o espaço tem de ser dimensionado de acordo com os níveis de *stock* máximo para cada referência, que raramente são atingidos, resultando em espaços vazios (Carvalho et al., 2017; Koster et al., 2006).

### Armazenagem Aleatória:

Este tipo de armazenagem define a alocação do produto no momento da receção, e é feita aleatoriamente por um sistema com base nos espaços que estejam vazios naquele momento. Assim, ao que se referia como desvantagem no método anterior, aqui torna-se uma vantagem, pois, os espaços vão sendo ocupados à medida que são desocupados, logo existe uma elevada utilização do espaço. No entanto, a aplicação deste sistema vai gerar desvantagens, como: *i)* a mesma referência pode-se encontrar em localizações diferentes, levando a um aumento das distâncias percorridas no *picking*; *ii)* requer a manutenção de um registo detalhado das localizações das referências e quantidade, atualizando todos os movimentos de entrada e saída sempre que existir algum movimento (entrada, saída ou troca de localização), para isso é normalmente implementado um sistema de gestão de armazéns dispendioso (Carvalho et al., 2017; Koster et al., 2006).

### Armazenagem Mista:

Este método consiste numa combinação dos dois métodos descritos acima. A área de armazenagem é dividida em duas zonas, a zona onde as referências são armazenadas de acordo com um critério pré-definido (fixa) e a zona onde as referências são alocadas aleatoriamente (aleatória) (Carvalho et al., 2017).

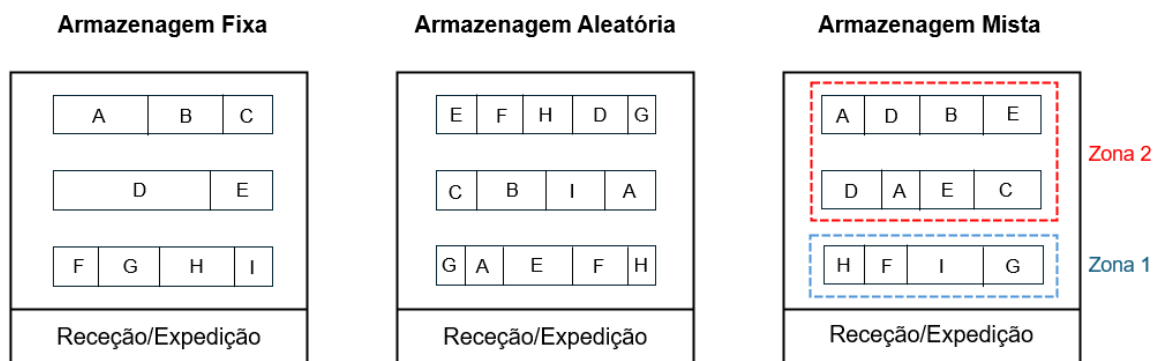


Figura 2.18 – As três práticas mais comuns de armazenagem

Fonte: adaptado de Carvalho et al. (2017)

Koster et al. (2006) afirmam ainda que existem mais quatro políticas de armazenagem frequentes, sendo elas:

### Armazenagem no local livre mais próximo:

Este tipo de armazenamento é muito semelhante ao aleatório, a única diferença é que é o operador que escolhe a localização, normalmente será a que estiver mais perto, onde vai armazenar o material em vez do sistema.

### Armazenagem de acordo com a rotatividade:

Este tipo de armazenagem requer a análise da rotatividade de todos os produtos, para que estes sejam alocados com base nas suas taxas de vendas. Os produtos de alta rotatividade são armazenados nas localizações mais próximas e de fácil acesso, enquanto os de menor taxa de vendas são colocados nos lugares mais fundos do armazém. A maior desvantagem deste método é a grande variação da procura dos clientes, pois esta variação pode exigir reorganizações frequentes na estrutura.

### Armazenagem baseada em classes:

Esta política de armazenagem agrupa as características da anterior, diferenciando-se apenas pela organização dos produtos por classes em vez de individualmente. Assim, é seguido o método de *Pareto* para dividir os itens em classes (normalmente em três, A, B e C) conforme a sua “popularidade”, de forma que a classe de maior rotatividade diga respeito a cerca de 15% dos produtos, contribuindo com cerca de 85% das vendas (classe A). Cada classe é então alocada a uma área específica do armazém, com armazenamento aleatório dentro de cada área.

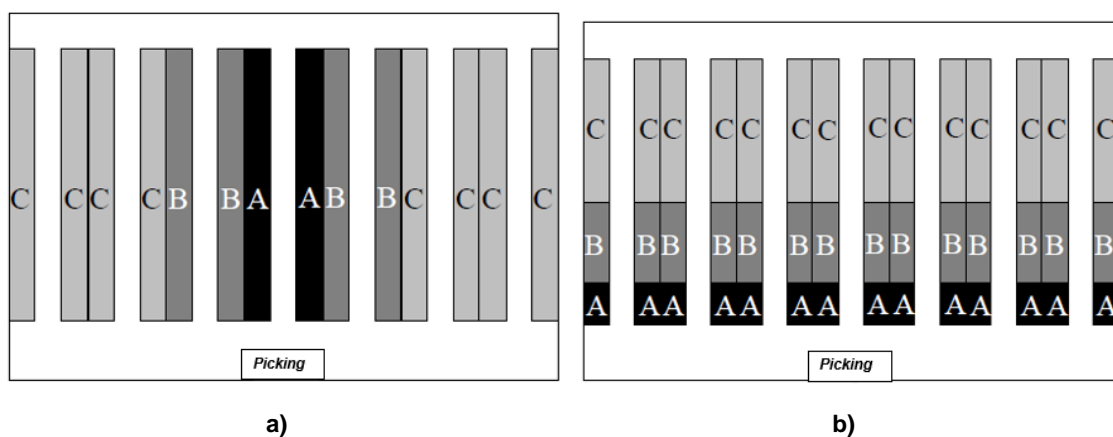


Figura 2.19 – Duas formas comuns da armazenagem baseada em classes; a) No interior do corredor; b) Nas extremidades do corredor

Fonte: adaptado de Koster et al. (2006)

### Armazenagem por grupos de famílias:

Esta abordagem de armazenagem consiste em agrupar os produtos idênticos ou aqueles que costumam ser recolhidos juntamente um com o outro, na mesma zona ou em zonas mais próximas. Isto permitirá reduzir as distâncias percorridas na realização do *picking*.

### 2.2.1.5 Armazém *Lean*

Como visto anteriormente, o conceito *Lean* é original do setor de manufatura, e está principalmente associado à *Toyota*. Porém, este conceito pode também ser aplicado a diversas áreas, incluindo armazéns, surgindo o termo *Lean Warehouse*.

As operações dos armazéns não são *Lean* por definição, sendo a ideia deste conceito a de identificar as atividades que utilizam recursos, mas não criam valor adicional (Richards, 2014).

Segundo outros autores, como Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012), os princípios do *Lean Thinking* são também aplicáveis à logística e a toda a cadeia de abastecimento, desde o processo de pedidos aos fornecedores até a entrega final ao cliente.

Esta lógica deu origem ao conceito de *Lean Logistics*, que se refere à criação de sistemas logísticos eficazes para rastrear a movimentação de matérias-primas e produtos, mantendo os níveis de *stock* e custos o mais baixos possível. O objetivo deste termo é eliminar desperdícios, melhorar a qualidade, reduzir custos e aumentar a flexibilidade.

Conhecendo as operações de um armazém, Bozer (2012) desenvolveu a “Casa do *Lean*” dos armazéns. A composição desta “casa” é muito semelhante à tradicional (Casa TPS), porém, neste caso, o impacto e a interpretação dos componentes devem ser feitos dentro do contexto de armazéns. Na Figura 2.20 é mostrada a “Casa do *Lean*” para o contexto de armazéns.

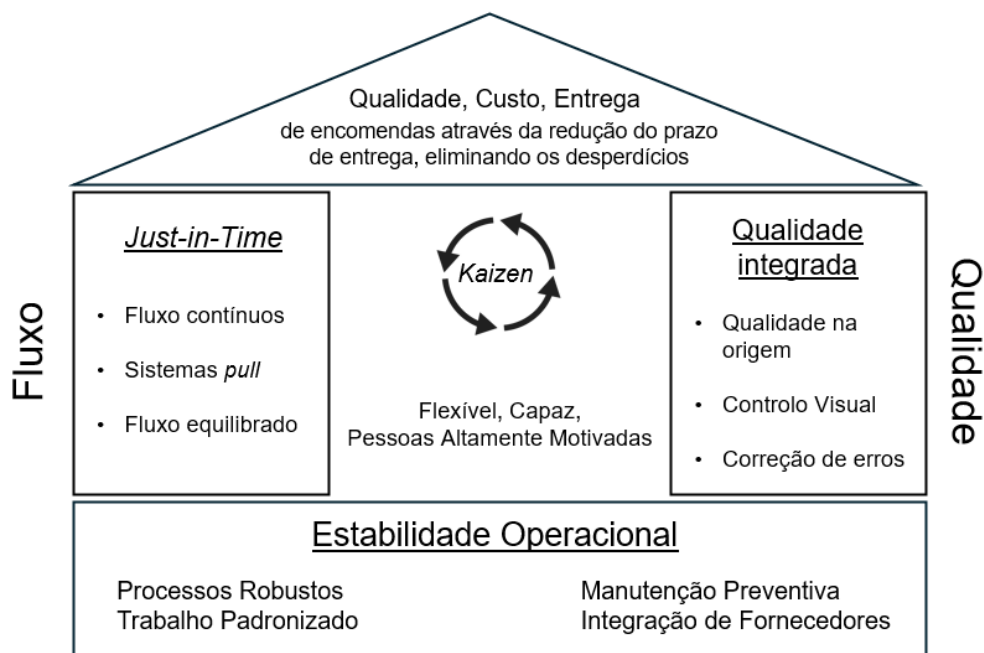


Figura 2.20 – A “Casa do *Lean*” para o Armazéns

Fonte: adaptado de Bozer (2012)

Esta “casa” é estruturada em torno da Estabilidade Operacional. Esta estabilidade é essencial para garantir a eficiência e a consistência nas operações logísticas de um armazém. Isto envolve processos robustos (processos eficazes, repetíveis e adaptáveis às diferentes condições), trabalho padronizado (tarefas bem estruturadas e uniformes), manutenções preventivas (manter os equipamentos do armazém em bom funcionamento) e integração dos fornecedores (garante a disponibilidade de materiais de alta qualidade e entregas *just-in-time*).

Os dois pilares da casa são o JIT e a Qualidade Integrada. O JIT aplicado ao armazém, procura aumentar a eficiência, reduzindo tempos de espera e uma melhor gestão de *stocks*, através de fluxos contínuos, que garantem que as mercadorias se movam sem interrupções, sistemas *pull*, que reabastecem os produtos conforme a procura, e um fluxo equilibrado que evita gargalos nas operações.

Já a Qualidade Integrada assegura que os produtos atendam aos requisitos de qualidade desde a origem até à chegada ao cliente, evitando que os erros se propaguem ao longo do processo.

A partir da base e dos pilares, o objetivo final é eliminar os desperdícios e reduzir o prazo de entrega, garantindo assim a excelência na qualidade, custo e entrega do produto ao cliente (Bozer, 2012).

Conforme mencionado anteriormente na secção 2.1.4, existem sete tipos de desperdícios associados ao *Lean Thinking*, ou oito segundo outros autores. No contexto do armazém, esses mesmos desperdícios, originalmente identificados na manufatura, também podem ser observados. A seguir, é apresentada a Tabela 2.2 com alguns exemplos práticos de como esses desperdícios se manifestam no ambiente do armazém (Richards, 2014; Bozer, 2012):

Tabela 2.2 – Desperdícios *Lean* no armazém  
 Fonte: adaptado de Richards (2014) e Bozer (2012)

Desperdícios	Exemplos
Sobreprodução	Ocorre quando há excesso de inventário devido à compra ou produção acima das necessidades exigidas
Transportes	Refere-se a movimentações que não agregam valor, como a movimentação de empilhadores vazios ou distâncias longas entre pontos de contacto.
Esperas	Resulta de atrasos causados pela falta de equipamentos ou materiais, ou ineficiências em processos que impactam outras etapas.
Movimentos	Refere-se a movimentações desnecessárias que os colaboradores têm de fazer para realizar determinadas tarefas, como por exemplo, durante o <i>picking</i> mover caixas ou paletes
Inventário	Envolve materiais obsoletos, congestionamento nas áreas de entrada e saída, e controle inadequado de inventários.
Sobreprocessamento	Ocorre quando são realizadas etapas desnecessárias, como revisões excessivas ou uso excessivo de equipamentos para uma tarefa simples.
Defeitos	Resulta de falhas nas tarefas, gerando tempo perdido para correção, ou danos nos materiais dentro do armazém.

Segundo Bozer (2012) e Richards (2014), a Técnica 5S, Gestão Visual e Padronização do Trabalho são das ferramentas *Lean* mais utilizadas e importantes para reduzir ou eliminar estes desperdícios.

### 2.3 Key Performance Indicators

Um *Key Performance Indicator* (KPI), em português, Indicador-Chave de Desempenho, é uma ferramenta de gestão que permite acompanhar e controlar uma atividade ou um processo, assegurando que o desempenho desejado é atingido (Setiawan & Purba, 2020).

Os KPIs são muito importantes para as organizações que pretendem implementar um Sistema de Medição de Desempenho (SMD), porém, Parmenter (2010), reconhece que existe uma falta de compreensão por parte das empresas sobre o que realmente diz respeito a um KPI. Por isso, é importante definir os quatro principais tipos de medidas de desempenho no ponto de vista desse autor:

- **Key Result Indicators** (Indicadores-Chave de Resultados): São indicadores que refletem o resultado de várias ações, fornecendo uma visão geral sobre se a empresa está no caminho certo em relação à sua estratégia, até ao momento. No entanto, não indicam o que é necessário fazer para melhorar esses resultados;
- **Result Indicators** (Indicadores de Resultados): São indicadores que resumem as atividades dos processos, incluindo todas as métricas financeiras, refletindo o desempenho final;
- **Key Performance Indicators** (Indicadores-Chave de Desempenho): Consistem num conjunto de métricas que se concentram nos aspetos mais críticos do desempenho da organização, sendo fundamentais para o seu sucesso empresarial;
- **Performance Indicators** (Indicadores de Desempenho): São métricas não financeiras e complementam os KPIs. Estes indicadores focam-se apenas num único processo, ajudando as equipas a perceber se estão alinhadas com a estratégia e qual o caminho que a empresa deve seguir para melhorar o seu desempenho.

Assim, citando Setiawan e Purba (2020), os KPIs “são uma série de indicadores essenciais, mensuráveis e que fornecem informações sobre o quanto os objetivos estratégicos de uma organização estão a ser atingidos.”

O mesmo autor afirma ainda que os KPIs incluem: (i) objetivos estratégicos; (ii) indicadores principais relevantes para esses objetivos; (iii) metas como pontos de referência; (iv) o período de tempo para medir os KPIs.

### 2.3.1 Classificação dos Indicadores

Segundo Meier et al. (2013), a maioria dos KPIs no mundo empresarial são dados quantitativos que ilustram as estruturas e os processos de uma organização. Um KPI, para além de quantitativo, pode ser classificado em dois tipos, Figura 2.21:

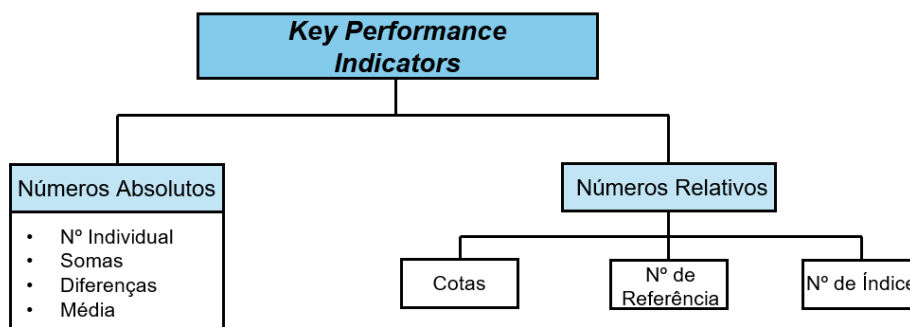


Figura 2.21 – Tipos de KPIs

Fonte: adaptado de Meier et al. (2013)

Os indicadores de números absolutos dizem respeito a valores isolados, ou seja, são independentes de outros valores para serem entendidos, podendo ser um número individual, uma soma, uma média ou uma diferença. Contudo, este tipo de indicador só se torna relevante quando é comparado com outros indicadores.

Já os números relativos são indicadores cujos números fazem comparações ou relações entre diferentes valores, permitindo uma análise mais completa. As quotas mostram a proporção de um indicador em relação ao todo, os números de referência comparam o mesmo tipo de indicador, mas em contextos diferentes, e, por fim, os números de índice comparam indicadores ao longo do tempo.

### 2.3.2 Desenvolvimento dos Indicadores

Os KPIs são fundamentais para o planeamento e controlo organizacional, pois consolidam informações que ajudam os gestores a medir o nível de desempenho atual e consequentemente a tomar decisões (Meier et al., 2013)

Assim, estes são selecionados de acordo com as atividades e objetivos da empresa, servindo como ferramentas essenciais para avaliar a eficiência no cumprimento das metas estabelecidas, ou seja, o desempenho atual.

Moreira (2002) defende que existem quatro passos para desenvolver um KPI, ilustrados na Figura 2.22.

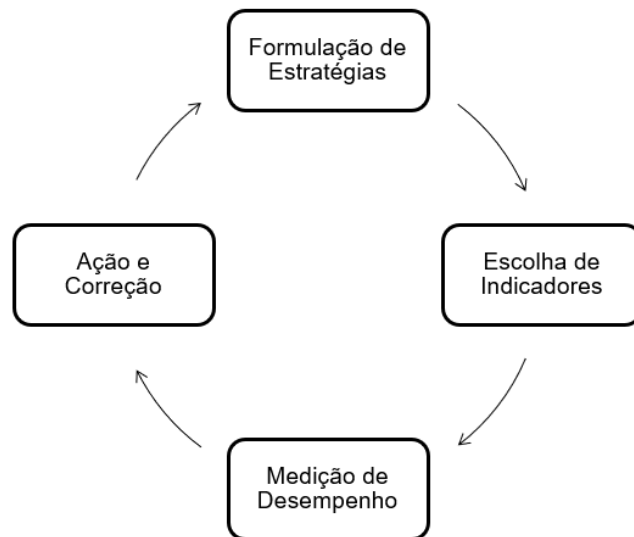


Figura 2.22 – Sequência de desenvolvimento de um Indicador  
 Fonte: adaptado de Moreira (2002)

De acordo com Setiawan e Purba (2020), os KPIs são desenvolvidos com base em cinco objetivos:

1. Vincular os valores da visão e missão da organização à sua estratégia e às metas de desempenho, através de atividades que conduzam ao desempenho esperado;
2. Avaliar o desempenho da organização, permitindo a identificação de variações significativas, tanto positivas quanto negativas;
3. Analisar a comparação do desempenho atual com resultados anteriores ou com o desempenho de outras empresas, destacando os pontos fortes e fracos em relação aos concorrentes e as oportunidades para criar valor;
4. Servir como fundamento para estabelecer metas para departamentos ou indivíduos;
5. Os resultados podem servir como referência para recompensas ou aplicar consequências aos colaboradores, contribuindo assim para o comportamento dos mesmos.

Em suma, os KPIs são uma ferramenta muito essencial nos dias de hoje, pois permitem que as organizações meçam o desempenho atual e consigam uma melhoria no mesmo, resultando no sucesso e na sustentabilidade da mesma (Setiawan & Purba, 2020).

### 2.3.3 Indicadores de Armazém

Como visto acima, a medição de desempenho é avaliada através de indicadores. Neste contexto, Staudt et al. (2014), realizaram um estudo com o objetivo de sintetizar os KPIs de um armazém, com base numa revisão da literatura segundo vários autores.

Após extrair a informação sobre os indicadores dos artigos analisados, Staudt et al. (2014), afirmam que, nem os indicadores, nem as medidas, estão claramente definidos, podendo haver diferenças entre autores relativamente aos nomes ou à medição dos indicadores. Deste modo, os autores desta publicação, classificam os KPIs de armazéns em quatro dimensões:

- Tempo;
- Qualidade;
- Custo;
- Produtividade.

Assim, de acordo com estas dimensões, foram apresentados alguns KPIs na Tabela 2.3:

Tabela 2.3 – Exemplos de KPIs para o armazém

Fonte: adaptado de Staudt et al. (2014)

Tempo	Produtividade	Custo	Qualidade
Tempo de receção	Produtividade do trabalho	Custos de inventário	Precisão da receção
Tempo de armazenagem	Produtividade da receção	Custos de transporte	Precisão de armazenagem
Tempo dock-to-stock	Produtividade da armazenagem	Custos de preparação dos pedidos	Precisão do inventário físico
Tempo de reposição	Produtividade do <i>picking</i>	Custo da % das vendas	Precisão do <i>picking</i>
Tempo de <i>picking</i>	Produtividade do envio	Custo de trabalho	Pedidos enviados no prazo
Tempo de envio	Utilização do armazém	Custo de manutenção	Pedidos entregues no prazo
Prazo de entrega	Utilização do transporte		Taxa de preenchimento dos pedidos
	Taxa de transferência		Satisfação do cliente
	Tempo de inatividade do equipamento		
	Utilização do espaço de inventário		Taxa de rutura de <i>stock</i>



## 3 Modelo de Aplicação

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos para a presente dissertação.

Cada vez mais as empresas enfrentam desafios significativos em termos de sustentabilidade e competitividade, sendo o cenário empresarial moderno caracterizado por mudanças constantes nas preferências dos clientes, por avanços tecnológicos e por fatores ambientais em evolução. Estas situações exigem às empresas uma revisão contínua das estratégias e das operações, procurando uma adaptação eficaz às novas mudanças. Diante desta realidade, é crucial que as organizações adotem uma abordagem de "fazer mais com menos", focando na eliminação de desperdícios e na maximização da eficiência operacional (Tasdemir et al., 2020).

Para tal, é fundamental que as empresas utilizem KPIs para controlar e avaliar o seu desempenho em relação aos objetivos estratégicos e operacionais. Os KPIs oferecem uma maneira eficaz de medir e acompanhar o progresso em direção às metas estabelecidas, fornecendo uma visão clara e objetiva do desempenho nas áreas críticas. De modo a relacionar os resultados dos indicadores com os objetivos, torna-se essencial a utilização de ferramentas informáticas, que permitem aos gestores analisar a situação do dia-a-dia da empresa (Vieira et al., 2018).

Assim, o objetivo do presente capítulo passa por descrever o modelo que se alinha com o que foi referido anteriormente.

### 3.1 Modelo Proposto

O modelo proposto é baseado nos princípios e conceitos da Metodologia *Lean*, e consiste no desenvolvimento de um SMD. Este sistema é representado por um *dashboard* que engloba um conjunto de indicadores das atividades logísticas de um armazém, que tem como objetivo principal:

- Medir o desempenho atual do armazém;
- Associar o seu desempenho a uma escala *Lean*;

- Identificar melhorias que poderão ser aplicadas às atividades que geram maior desperdício.

Este painel visual oferecerá uma visão holística do nível de desperdício no armazém, fornecendo *insights* valiosos para uma gestão mais eficaz, pois possibilitará aos gestores uma avaliação global do desempenho de alguns indicadores do armazém, o que os permite tomar decisões mais robustas e projetar ações futuras para as operações que mais precisam.

Segundo Lohman et al. (2004) existem nove passos que ajudam a desenvolver um SMD, representados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Passos para o desenvolvimento de um SMD

Fonte: adaptado de Lohman et al. (2004)

Passo	Ação
1	Definir a missão da empresa
2	Identificar os objetivos estratégicos da empresa utilizando a missão como guia
3	Compreender o papel de cada área funcional para atingir os objetivos
4	Definir indicadores de desempenho globais para cada área funcional
5	Comunicar os objetivos estratégicos e as metas a atingir
6	Garantir consistência com os objetivos estratégicos
7	Assegurar a compatibilidade dos indicadores de desempenho em todas as áreas
8	Usar o Sistema de Medição de Desempenho
9	Reavaliar periodicamente o sistema estabelecido

Deste modo, a proposta de modelo baseia-se na adaptação destes nove passos às necessidades e aos processos específicos da organização, podendo ser enquadrada segundo a estrutura da metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

Esta metodologia foi originalmente desenvolvida por Walter Andrew Shewhart, um cientista dos *Bell Laboratories*, como Ciclo de Shewhart. Na década de 1950, William Edwards adotou esta ferramenta e designou-a de Ciclo PDCA (Simon & Canacari, 2012; Lodgaard & Aasland, 2011).

O Ciclo PDCA descreve uma abordagem sistemática e contínua de resolução de problemas, sendo então considerada como uma das principais das ferramentas da melhoria contínua (Lodgaard & Aasland, 2011).

Segundo Moen e Norman, (2009), este método enfatiza a prevenção da ocorrência de erros através do estabelecimento de padrões e da modificação contínua dos mesmos. Para isso, este ciclo é constituído por quatro fases (*Plan*, *Do*, *Check*, *Act*), conforme ilustrado na Figura 3.1.

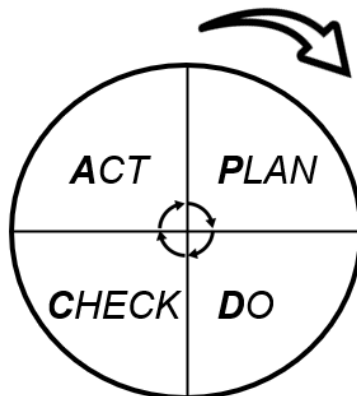


Figura 3.1 – Representação do Ciclo PDCA

Fonte: adaptado de Sokovic et al. (2010)

- **Plan** – nesta fase destina-se a estabelecer objetivos, identificar e analisar os problemas, e, conseqüentemente definir as estratégias e os métodos para alcançar os objetivos e ultrapassar os problemas; (Lodgaard & Aasland, 2011)
- **Do** – elaborar e implementar o plano de ação delineado anteriormente;
- **Check** – verificar os resultados obtidos, comparando-os com os resultados esperados;
- **Act** – com base nos resultados, tomar medidas para ajustar e melhorar os processos que não tiveram os resultados esperados, e desenvolver métodos de padronização caso os objetivos tenham sido atingidos.

Assim, com base na metodologia PDCA, o modelo é então composto pelas seguintes sete subfases/etapas, que se enquadram da seguinte maneira nas quatro fases do ciclo PDCA, Figura 3.2.

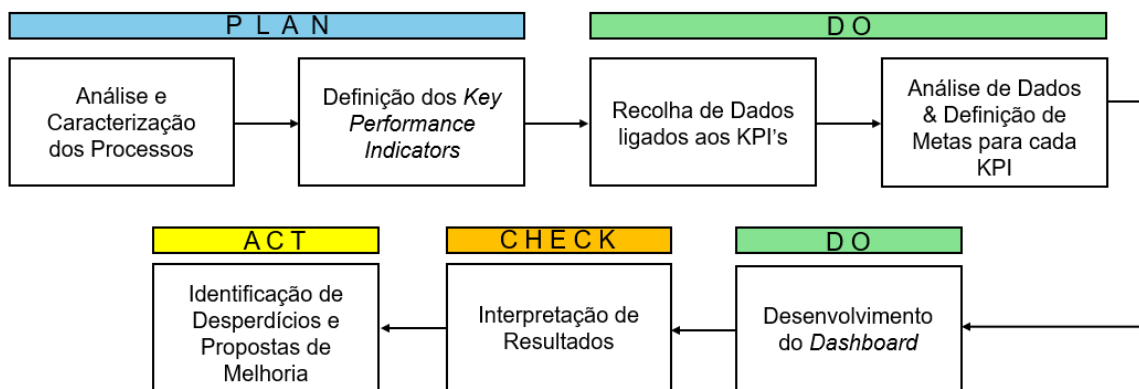


Figura 3.2 – Esquematização do Modelo Proposto

Fonte: Elaboração Própria

As primeiras duas subfases, Análise e Caracterização dos Processos e Definição dos KPIs correspondem à fase de Planeamento (*Plan*) do ciclo PDCA.

A subfase da Recolha de Dados Ligados aos KPIs, da Interpretação de Dados e Definição de Metas para cada KPI e do Desenvolvimento do *Dashboard* pode ser vista como a fase de Executar (*Do*). A subfase Análise de Resultados corresponde à fase da Verificação (*Check*). Por fim, à fase de Ação (*Act*) corresponde a última subfase, a Identificação de Desperdícios e Propostas de Melhoria.

Reconhecendo a importância desta metodologia, mas com vista ao objetivo e às características deste trabalho, fez sentido ajustar e renomear as suas quatro fases, ficando com o ciclo PIAM, que contém as quatro seguintes fases:

- Pré-Avaliação
- Implementação
- Avaliação de Resultados
- Melhoria

Na Tabela 3.2 é apresentada a estrutura do modelo, incluindo as fases, as suas subfases e a descrição geral de cada uma delas. Estas subfases serão explicadas com mais detalhe posteriormente.

Tabela 3.2 – Estrutura do Modelo de Aplicação Proposto

Fonte: Elaboração Própria

Fase	Subfase	Breve Descrição
Pré-Avaliação	1. Análise e Caracterização dos Processos	São recolhidas informações detalhadas sobre os processos existentes e todas as práticas de trabalho
	2. Definição dos KPIs	Seleção dos KPIs com base nos desperdícios <i>Lean</i> e nos objetivos estratégicos da empresa
Implementação	3. Recolha de Dados Ligados aos KPIs	Implementação de um processo sistemático para recolher dados precisos relacionados aos KPIs definidos anteriormente
	4. Interpretação de Dados e Definição de Metas para cada KPI	Análise detalhada dos dados recolhidos e conseqüentemente o estabelecimento de metas específicas e mensuráveis para cada KPI previamente definido
	5. Desenvolvimento do <i>Dashboard</i>	Construção do Sistema de Medição de Desempenho, isto é, um painel de controlo visual que apresenta de forma gráfica os resultados obtidos
Avaliação	6. Análise de Resultados	Comparação dos resultados obtidos com as metas estabelecidas, é feita uma avaliação do desempenho de cada atividade
Melhoria	7. Identificação de Desperdícios e Propostas de Melhoria	Proposição de pequenas ações de melhoria com vista o alcance de eliminação dos desperdícios e conseqüente o alcance de melhores resultados

Para atingir o objetivo, em cada uma destas subfases, serão utilizados diversos métodos e ferramentas.

### 3.2 Fase de Pré-Avaliação

Nesta primeira fase do modelo, pretende-se que seja efetuado todo o planeamento necessário, para de seguida implementar o SMD da forma mais bem conseguida possível.

Para isso, esta fase envolve duas subfases: Análise e Caracterização dos Processos e Definição dos KPIs.

### 3.2.1 Análise e Caracterização dos Processos

Para implementar sistemas de monitorização com sucesso, é importante saber escolher os indicadores chave, aplicá-los e adaptá-los à realidade e às necessidades da empresa. No entanto, este processo não é de todo fácil, dado que existem milhares de indicadores que podem ser utilizados na gestão de todas as áreas da empresa, e que a escolha errada destes indicadores pode ser bastante custosa para a empresa. É então fundamental descobrir quais os indicadores que fazem a diferença na entrega de informação aos responsáveis da toma de decisões (Caldeira, 2012).

Posto isto, é crucial iniciar-se com a realização de uma análise abrangente e detalhada de todos os processos operacionais da empresa, com o objetivo de os conhecer e compreender na totalidade.

Esta análise permite também avaliar o estado atual das operações e, assim, identificar as áreas que são cruciais para um bom desempenho operacional, ou seja, as áreas que podem precisar de maior foco no processo de identificação de desperdícios.

Isto envolve o levantamento de dados e informações sobre os processos existentes na empresa, incluindo os fluxos de trabalho das atividades chave, os seus procedimentos, as suas práticas, os seus *layouts* e a organização da empresa.

Para isto, pode ser utilizado o diagrama SIPOC, cujo acrónimo significa, *Suppliers, Inputs, Processes, Outputs* e *Customers*. Esta ferramenta é utilizada para identificar todos os elementos relevantes de um processo e a relação entre todas as entidades que fazem parte do mesmo. Este diagrama ajuda a compreender as condições atuais do processo, clarificando o que deve ser feito (Voehl et al., 2014).

Segundo Voehl et al. (2014) o diagrama SIPOC é uma combinação de uma matriz, fluxograma e resumo e inclui:

- **Suppliers:** identificação dos fornecedores internos ou externos que são significativos para o processo;
- **Inputs:** entradas significativas para o processo, como materiais, informações, entre outros;
- **Process:** descrição concreta/fluxograma do processo;
- **Outputs:** saídas significativas para o cliente interno ou externo;
- **Customers:** clientes internos ou externos significativos para o processo.

A Figura 3.3 mostra a representação desta ferramenta.

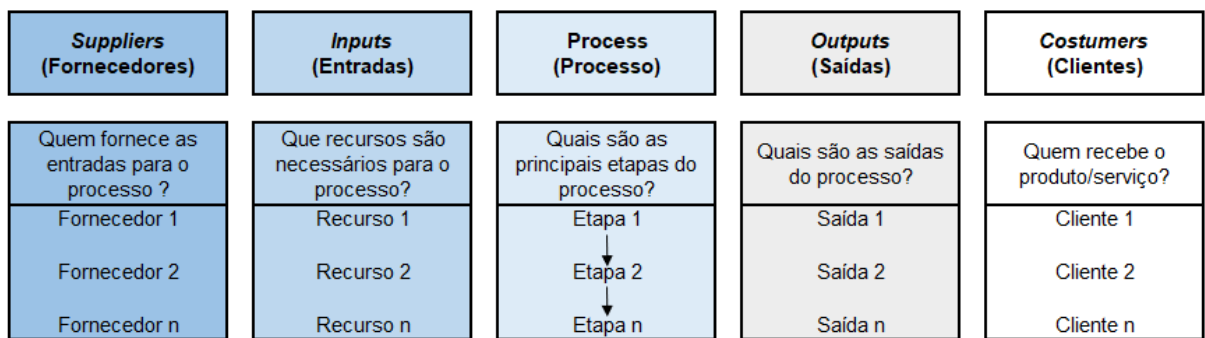


Figura 3.3 – Representação de um diagrama SIPOC

Fonte: adaptado de Brown (2018)

### 3.2.2 Definição dos KPIs

Nesta subfase realiza-se a definição de KPIs, que têm com o objetivo de avaliar o desempenho dos processos chave da empresa.

A partir da análise realizada na etapa anterior, considerando os oito desperdícios *Lean* estudados anteriormente, e tendo como referência os indicadores de armazém apresentados na Tabela 2.3, são identificados vários KPIs.



Figura 3.4 – Processo de definição dos KPIs

Fonte: Elaboração Própria

Esta identificação consiste numa lista de KPIs que abrangem todas as atividades internas do armazém que façam sentido avaliar, que poderão fazer diferença relativamente ao nível *Lean* do armazém e que sejam possíveis de medir. O objetivo é que estes sejam analisados, discutidos, e definidos conforme as prioridades da organização. Para isso, essa lista é apresentada aos gestores responsáveis pelo armazém. Esta abordagem assegura que os indicadores não só têm em conta os

desperdícios *Lean*, mas também detêm as preocupações específicas e prioridades dos responsáveis pelo armazém.

Depois de estes estarem definidos, é importante garantir a uniformização na descrição dos indicadores que serão estudados. Nesse caso foi adotada uma definição abrangente, Tabela 3.3, que inclui: a descrição, a fórmula de cálculo, a unidade de medida e a frequência de medição.

Tabela 3.3 – Definição do KPI

Fonte: Elaboração Própria

Designação do KPI	
Descrição:	
Fórmula de Cálculo:	
Unidade de Medida:	
Frequência de medição:	

### 3.3 Fase de Implementação

Na fase de Implementação, pretende-se colocar em prática todo o planeamento feito anteriormente para o caso de aplicação.

Esta fase envolve a subfase de Recolha de Dados ligados aos KPIs, a Interpretação de Dados e Definição de Metas para cada KPI e por fim, o Desenvolvimento do *Dashboard*.

#### 3.3.1 Recolha de Dados ligados aos KPIs

Nesta etapa, é necessário recolher dados precisos e confiáveis relativos a cada KPI previamente identificado. A qualidade e a precisão dos dados são fundamentais para a elaboração de um *dashboard* que mostre o desempenho operacional de forma fidedigna. Estes dados são considerados como os inputs do *dashboard*.

A recolha de dados deve ser realizada utilizando métodos variados e adequados para cada tipo de KPI. Para isso, esta subfase pode envolver:

- Observações diretas no dia-a-dia;
- Cronometragem de tempos;
- Contagem de movimentos;
- Extração de dados existentes em sistema.

Estes dados são recolhidos com base na sua frequência de medição e durante um determinado período de tempo. Estes são guardados na ferramenta *Excel*, permitindo uma atualização constante, precisa e relevante das informações.

### 3.3.2 Interpretação de Dados e Definição de Metas para cada KPI

De seguida, é essencial estabelecer metas a atingir para cada um dos KPIs identificados. Esses níveis de referência são fundamentais para fornecer uma base sólida que permita avaliar o desempenho atual do armazém em relação aos padrões ideais.

Para definir essas metas, será primeiramente realizada uma análise detalhada dos dados recolhidos da subfase anterior.

Estes dados serão comparados entre si, de modo a entender a razão das eventuais diferenças identificadas, que podem ser influenciadas por diferentes fatores críticos, como por exemplo, variações climáticas, picos de atividade, problemas operacionais, problemas emocionais, alterações no processo ou mesmo alterações no operador. Os dados são também comparados com os resultados da empresa, caso existam, e com as expectativas definidas pela gestão da empresa.

Posto isso, a definição das metas será feita em conjunto com os responsáveis da gestão do armazém, para garantir que estejam alinhadas com os objetivos estratégicos da empresa. Este alinhamento é importante para garantir que os KPIs apoiem a estratégia global do negócio e que as metas não só contribuam para o cumprimento de objetivos maiores, como aumento da eficiência, redução de custos ou melhoria da qualidade do serviço, como também para avaliar o desempenho atual das operações.

Para tal, neste último processo, será adotado um método baseado no conceito SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*).

A metodologia SMART contém cinco elementos principais que ajudam a definir as metas, direcionando-as e reavaliando-as conforme o necessário (Kimberlee Leonard & Rob Watts, 2024).

Segundo Kimberlee Leonard e Rob Watts (2024), os cinco elementos do SMART dizem respeito, respetivamente:

- **S – Específicos (*Specific*):** as metas a atingir devem ser especificadas da forma mais clara e precisa possível;
- **M – Mensuráveis (*Mensurable*):** as metas devem ser quantificáveis, ou seja, medidas através de valores ou volumes;
- **A – Atingíveis (*Attainable*):** é obrigatório que as metas sejam realistas, para que sejam possíveis de atingir;
- **R – Relevantes (*Relevant*):** as metas devem estar alinhadas com o objetivo e estratégia da empresa;

- **T – Temporais (Time Bound):** é fundamental definir a meta em termos de duração, ou seja, definir uma data final para atingir essa meta.



Figura 3.5 – Os Cinco Elementos dos Objetivos SMART

Fonte: Elaboração Própria

Segundo Ogbeiwí (2017) definir metas/objetivos com base na metodologia SMART, é uma “norma de ouro”, pois dá-nos uma orientação clara para o planeamento e implementação de ações consequentes.

Assim, ao recorrer a esta metodologia, as metas estabelecidas serão claras, podem ser controladas ao longo do tempo, permitindo ajustes, se necessário, mantêm-se alinhadas com os objetivos estratégicos da organização e estimulam a melhoria contínua.

### 3.3.3 Desenvolvimento do *Dashboard*

Nesta etapa, é criado um *dashboard* visual que apresenta os resultados obtidos anteriormente de todos os KPIs de forma clara e acessível.

O *dashboard* é um instrumento de visualização gráfica, onde apresentada os indicadores de forma consolidada e organizada, permitindo que toda a informação relevante sobre os processos organizacionais no estado atual, sejam facilmente visualizados e avaliados (Vieira et al., 2018).

Na perspetiva de Few (2006), *dashboards* são exibições visuais de informações importantes e organizadas, que são apresentadas numa única tela, normalmente com a combinação de texto e de gráficos, mas com ênfase nos gráficos. Estas informações devem ser facilmente lidas e devem ser apenas as necessárias para que os objetivos específicos sejam atingidos.

Os tipos de *design* de *dashboards* estão divididos em 3 principais grupos: (Jaroensutasinee & Jaroensutasinee, 2011).

- **Operacionais:** São utilizados por equipas operacionais para controlar os KPIs, mostrando dados em tempo real das suas operações;
- **Táticos:** São criados e mantidos pela equipa de *Information Technology* e fornecem dados para mostrar tendências e padrões ao longo do tempo. São utilizados por gestores de nível médio;
- **Estratégicos:** São destinados a executivos e líderes que procuram informações sobre o desempenho empresarial relativamente aos objetivos a longo prazo.

Na Figura 3.6 estão representados os tipos de gráficos mais comuns que constituem um *dashboard* típico, como os gráficos de linhas, colunas, circulares, entre outros.

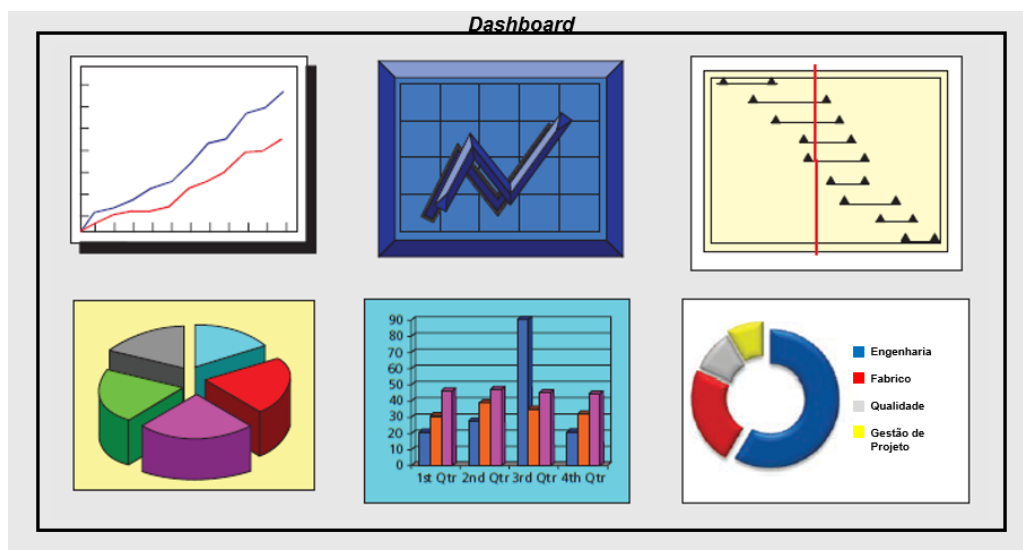


Figura 3.6 – Visualizações gráficas típicas de um *dashboard*

Fonte: adaptado de Kerzner (2017)

O objetivo da construção deste painel visual é o de demonstrar graficamente o desempenho percentual de cada indicador, permitindo determinar quais as operações que devem ser revistas com mais urgência.

Para a sua realização, utilizou-se três ferramentas *Microsoft*, o *PowerPoint*, o *Excel* e o *Power BI* (PBI).

A Figura 3.7 apresenta todas as etapas realizadas para o desenvolvimento do *dashboard*.

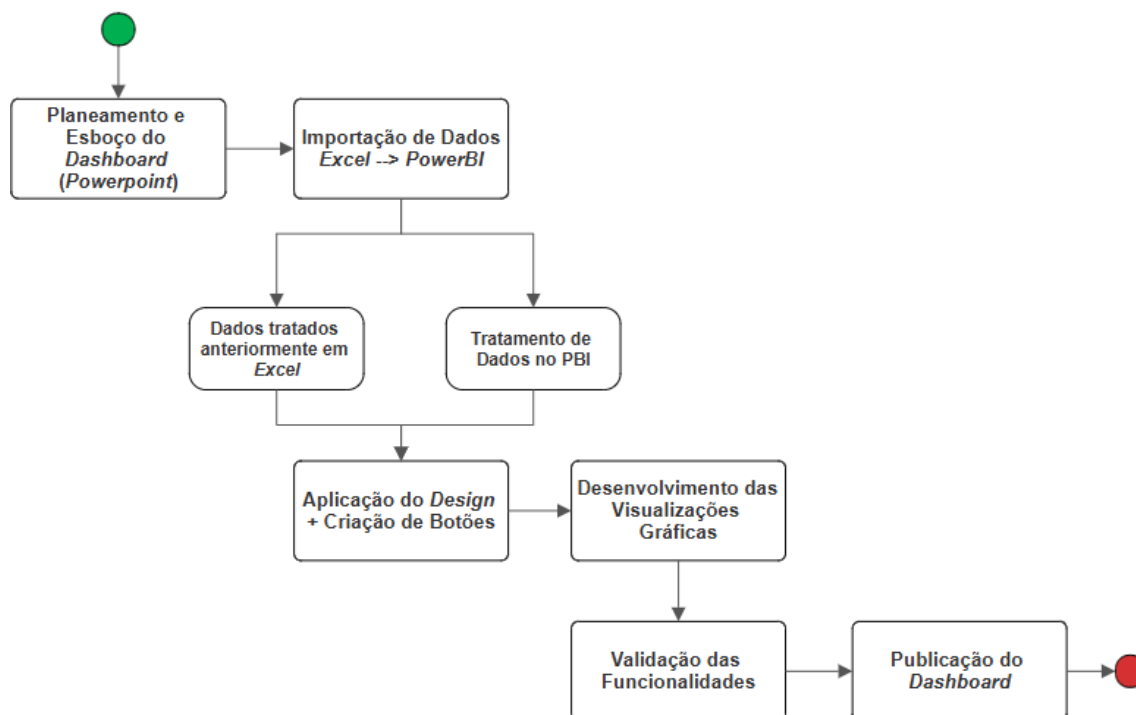


Figura 3.7 – Processo de Desenvolvimento de um *Dashboard* no PBI

Fonte: Elaboração Própria

Este processo inicia-se com o **Planeamento e Esboço do *Dashboard***. Nesta primeira etapa, utiliza-se a ferramenta *PowerPoint* para organizar as ideias sobre a estrutura e o *design* do *dashboard*. Esta ferramenta permite criar um modelo inicial, onde são definidos os elementos que irão compor cada página, bem como o *design* da capa e o *layout* geral das restantes janelas. Para além desta etapa servir como um guia para o desenvolvimento no PBI, esta também é essencial para a criação da estrutura visual definitiva do painel visual, já que a capa e os *layouts* desenvolvidos no *PowerPoint* serão posteriormente aplicados como plano de fundo no PBI.

De seguida, realiza-se a **Importação de Dados**. A base de dados, armazenada em *Excel*, é importada para o PBI, dando seguimento ao processo. Existem duas abordagens possíveis:

- **Dados tratados anteriormente em *Excel***: Os dados são previamente organizados e preparados no *Excel*, já considerando as necessidades do *dashboard*;
- **Tratamento de Dados no PBI**: esta ferramenta oferece funcionalidades para transformar e ajustar os dados depois de serem importados, como criar novas colunas, adicionar novas tabelas, entre outras.

O **design** da capa e do **layout** das restantes janelas são finalmente **aplicados como plano de fundo no PBI**. Posteriormente, são **criados botões de navegação** que permitem a transição entre as diferentes janelas do *dashboard*, tornando-o mais interativo e intuitivo.

A quarta etapa consiste na **Desenvolvimento das Visualizações Gráficas** para apresentar os resultados de cada indicador. Estas visualizações são criadas com base nos dados exportados do *Excel*, e podem incluir vários tipos de gráficos, como ilustra a Figura 3.6, ou cartões que exibem valores específicos. Além disso, para cada indicador que necessite, devem ser adicionados filtros.

Por fim, após a conclusão da construção do painel, é necessário realizar a **validação e os testes** para garantir que todos os elementos funcionam corretamente. Somente após essa validação, o *dashboard* é **publicado**, permitindo que todas as partes interessadas possam visualizá-lo, dando fim ao desenvolvimento do mesmo.

### 3.4 Fase de Avaliação

Nesta fase, a partir do *dashboard* desenvolvido anteriormente, realiza-se a análise dos resultados obtidos. Posteriormente, são comparados os resultados obtidos com as metas definidas, avaliando o desempenho de cada atividade em relação aos objetivos estratégicos da organização. Com base no desempenho dos indicadores, cada atividade é classificada a partir de uma escala *Lean*.

A subfase desta fase é única e é a **Análise de Resultados**. Nesta subfase, os resultados obtidos são comparados com as metas estabelecidas previamente, com o objetivo de avaliar o desempenho de cada atividade. Para isso, é necessário, a partir do resultado ( $r$ ) e da meta ( $m$ ) calcular o desvio ( $d$ ) de cada indicador, através da seguinte fórmula:

$$d = \left| \frac{r - m}{m} \right| \quad (3.1)$$

Esta fórmula seguiu como base o cálculo do Desvio Absoluto Médio (DAM), que mede a distância média dos resultados em relação à meta.

O Desempenho ( $P$ ) é posteriormente calculado a partir de:

$$P = (1 - d) 100\% \quad (3.2)$$

Com base num único KPI, esta análise permite classificar o nível *Lean* de cada atividade, oferecendo percepções valiosas para ajustar estratégias e melhorar os processos.

A classificação do nível *Lean* é obtida a partir de uma escala *Lean*. Esta escala tem por base as considerações de Bayou e de Korvin (2008), que desenvolveram um modelo de lógica difusa para classificar as organizações como “*Lean, Leaner and Leanest*”.

Assim, a escala proposta seguiu uma estrutura que divide o desempenho dos indicadores em quatro categorias distintas:

- **Muito Lean:** Indica que o indicador está muito próximo da meta estabelecida, refletindo uma performance altamente eficiente e próxima da excelência.
- **Lean:** Mostra que o indicador está próximo da meta, embora possa haver alguma margem de melhoria para atingir a excelência total.
- **Pouco Lean:** Indica que o indicador está distante da meta significativamente, sugerindo a necessidade de ações corretivas para melhorar o seu desempenho.
- **Nada Lean:** Reflete uma distância considerável entre o desempenho atual e a meta estabelecida, indicando uma situação de baixa eficiência e a necessidade urgente de intervenção.

A escala para estas quatro categorias é definida com base em valores percentuais de acordo com os padrões de desempenho da empresa, como representa a Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Estrutura de Atribuição da Classificação *Lean*

Fonte: Elaboração Própria

Intervalo percentual de Desempenho	Classificação <i>Lean</i> de Desempenho
x - y %	Muito <i>Lean</i>
y - z %	Lean
z - w %	Pouco <i>Lean</i>
< w%	Nada <i>Lean</i>

### 3.5 Fase de Melhoria

Nesta última fase, enquadrada na fase de agir do ciclo PDCA, serão identificados os desperdícios e abordadas algumas propostas de melhoria, com o intuito de melhorar o nível *Lean* das várias atividades avaliadas, ou seja, melhorar o desempenho geral.

Esta fase consiste apenas numa subfase, a **Identificação de Desperdícios e Propostas de Melhoria**. Nesta subfase final, em consequência da observação dos processos durante a 3<sup>o</sup> subfase, serão enumerados os desperdícios que foram identificados e as consequentes propostas específicas de melhoria.

Para isso, cada desperdício será detalhado um a um, identificando em que situações acontecem, o tipo de desperdício associado, com base nos oito desperdícios *Lean*, as atividades afetadas e as ações de melhoria.

O objetivo futuro passa por implementar estas ações corretivas para que a eficiência e produtividade deste armazém aumentem continuamente, criando uma cultura de melhoria contínua.

Por fim, de modo a priorizar as propostas de melhoria, para que os gestores responsáveis possam definir prioridades relativamente às ações sugeridas, será realizada uma Matriz Impacto/Esforço.

Segundo Trieflinger et al. (2021), esta matriz é uma abordagem utilizada para priorizar funcionalidades com base em duas dimensões: Impacto (valor proporcionado ao cliente e à empresa) e Esforço (recursos necessários para implementação). Estas funcionalidades são classificadas em quatro quadrantes: (Figura 3.8)

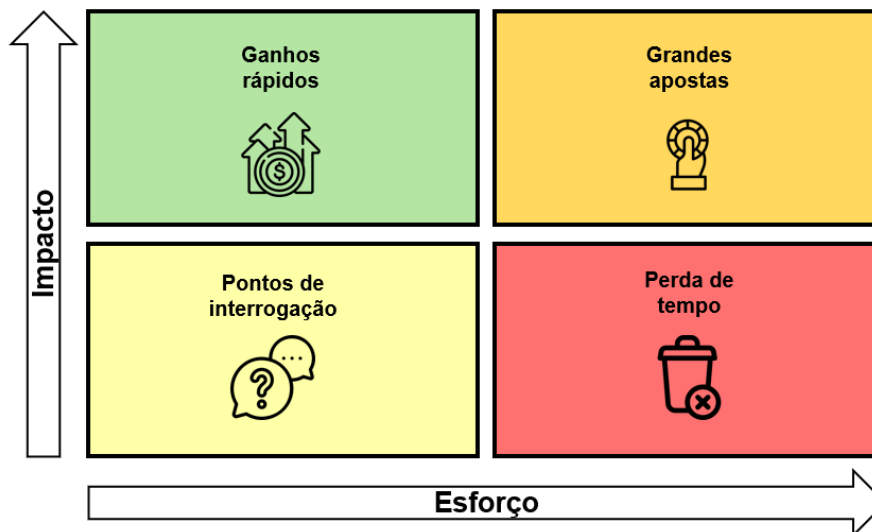


Figura 3.8 – Quadrantes de uma Matriz Impacto/Esforço

Fonte: Elaboração Própria

- **Impacto alto / Baixo esforço:** funcionalidades com valor alto e de fácil implementação, sendo as de maior prioridade;
- **Impacto alto / Alto esforço:** têm valor alto, mas são complexas e demoradas de implementar, sendo prioridades secundárias;
- **Baixo impacto / Baixo esforço:** funcionalidades fáceis de implementar, mas com pouco valor para os objetivos do cliente e da empresa, podendo ser adiadas ou consideradas posteriormente;
- **Baixo impacto / Alto esforço:** requerem muito esforço para implementar e oferecem pouco valor, devendo assim ser evitadas ou eliminadas.

O foco inicial deve incidir nas funcionalidades que trazem maior impacto com menor esforço, seguido pelas funcionalidades que requerem mais recursos, mas também oferecem benefícios significativos. As funções que necessitam pouco esforço, mas também causam pouco impacto, devem ser analisadas e priorizadas conforme a disponibilidade de recursos. Caso estas funcionalidades precisarem de grandes esforços e o impacto for insignificativo, devem ser descartadas.



## **4 Caso de Aplicação**

No presente capítulo, pretende-se aplicar o Modelo Proposto no capítulo anterior a uma empresa do Grupo EDP. Assim, em primeiro lugar, será fundamental efetuar uma breve apresentação da empresa, desde a história do Grupo EDP, a sua missão, os seus compromissos e a sua estratégia, a apresentação da área da logística e dos armazéns centrais da E-Redes. De seguida, será então aplicado o Modelo Proposto a um dos armazéns da E-Redes.

### **4.1 Apresentação da Empresa**

O Grupo Energias de Portugal (EDP), S.A, fundado em 1976, é uma empresa de serviços públicos que opera internacionalmente no setor elétrico, com sede em Lisboa, Portugal. A atividade do grupo EDP está presente em 29 mercados e tem mais de nove milhões de clientes de energia no mercado regularizado e liberado (EDP, 2024a)

As atividades desenvolvidas pelo grupo passam pelas áreas de produção, transportes, distribuição e comercialização de energia elétrica e de comercialização de gás natural. A atividade de produção de eletricidade é o ponto de partida da cadeia de valor. A energia é gerada a partir de recursos energéticos, tanto renováveis (água, vento e sol) quanto não renováveis (carvão, gás natural, nuclear e cogeração), sendo a maior parte da energia atual proveniente de fontes renováveis. A energia produzida é de seguida entregue à rede de transporte (atividade de transmissão) que consiste em linhas de muito alta tensão, e posteriormente é conduzida para a rede de distribuição, na qual a energia é transferida para os postos de abastecimento. A rede de distribuição de eletricidade é composta por linhas de cabos de baixa, média e alta tensão, por subestações, por postos de transformação e por instalações de iluminação pública. A última etapa é a atividade de comercialização de energia elétrica. Esta etapa consiste na venda da energia ao consumidor, sendo por isso a responsável pela relação com os consumidores finais.

### 4.1.1 Missão, Compromissos e Estratégia

Atualmente, com mais de 45 anos de história, a EDP é líder na transição energética e já conta com cerca de 87% de toda a energia produzida proveniente de fontes renováveis. Porém, a sua missão passa por ser 100% verdes em 2030, e, para isso, a EDP conta com mais de 13 mil pessoas e baseia-se em valores como a Inovação, a Sustentabilidade e a Humanização (EDP, 2024b).

Dentro dos padrões estabelecidos, a empresa assume 4 compromissos: (EDP, 2024b).

- **Colaboradores** – permitir que todos tenham equilíbrio entre a vida pessoal e profissional, o que promove o desenvolvimento das competências e mérito dos mesmos;
- **Clientes** – atuar como parceiro de sustentabilidade dos clientes, procurando oferecer as soluções certas para os apoiar;
- **Sustentabilidade** – evitar/reduzir emissões de gases de efeito estufa com a energia que produzem, contribuindo para o desenvolvimento das regiões onde está presente;
- **Resultados** – liderar a partir da capacidade de antecipação, cumprindo os compromissos que assumem aos acionistas;

### 4.1.2 Área da Logística na EDP Global Solutions

A EDP Global Solutions (EDPGS) – Gestão Integrada de Serviços, S.A é uma unidade das sociedades de Serviços Partilhados do Grupo EDP e faz a prestação de serviços a mais de 60 empresas do grupo, em 13 países. A área da Logística está inserida na Unidade de *Procurement* Global e conta com duas equipas, a equipa de Planeamento e Gestão de *Stocks* e a equipa de Gestão de Operações Logísticas. Esta última área responsabiliza-se pela Gestão de Armazéns e Gestão de Transportes de todo o grupo, como é o caso dos armazéns centrais da E-Redes.

A E-Redes, antiga EDP Distribuição, é a empresa do Grupo EDP que gere a rede de distribuição de energia elétrica de alta e média tensão em Portugal Continental e das Redes de Baixa Tensão em todo o território nacional. Totaliza cerca de 6 milhões de clientes e distribui eletricidade para 99,5% dos pontos de entrega nacionais.

### 4.1.3 Armazéns Centrais da E-Redes

Com o objetivo de assegurar a disponibilidade da energia elétrica, é crucial gerir o *stock* de todo material utilizado nas obras contratualizadas da E-Redes. Estes materiais não só atendem às necessidades semanais para estas obras como para intervenções urgentes.

O armazenamento e a gestão destes materiais são realizados nos Armazéns Centrais da E-Redes, sendo eles, dois: o Armazém Central da Lousã (ACL), que atende às

regiões centro e norte de Portugal continental, e o Armazém Central de Sacavém (ACS), que abastece a grande Lisboa e o sul do país.

## 4.2 Aplicação do Modelo Proposto

Ao longo deste subcapítulo será aplicado o modelo de aplicação proposto no capítulo anterior na área da logística da EDPGS. Todas as subfases do modelo serão implementadas no ACS.

### 4.2.1 Análise e Caracterização dos Processos

O primeiro passo deste modelo passa por caracterizar todos os processos existentes no armazém e a organização do mesmo.

Como referido anteriormente, no ACS são armazenados os materiais necessários à manutenção da operação da Rede de Distribuição Elétrica da grande Lisboa e do todo o território sul. Este armazém conta com cerca de 800 referências geridas, que são armazenadas com base em dois grandes grupos:

- **Materiais de Interior:** Luminárias, Celas, Quadros, EDPBOX's, Armários, Contadores, Terminações, Disjuntores, Junções, Conjuntos de Acessórios, entre outros.
- **Materiais de Exterior:** Bobinas, Transformadores, Isoladores, Seccionadores, Colunas e Postes.

Na Figura 4.1 apresenta-se o *Layout* atual do ACS.

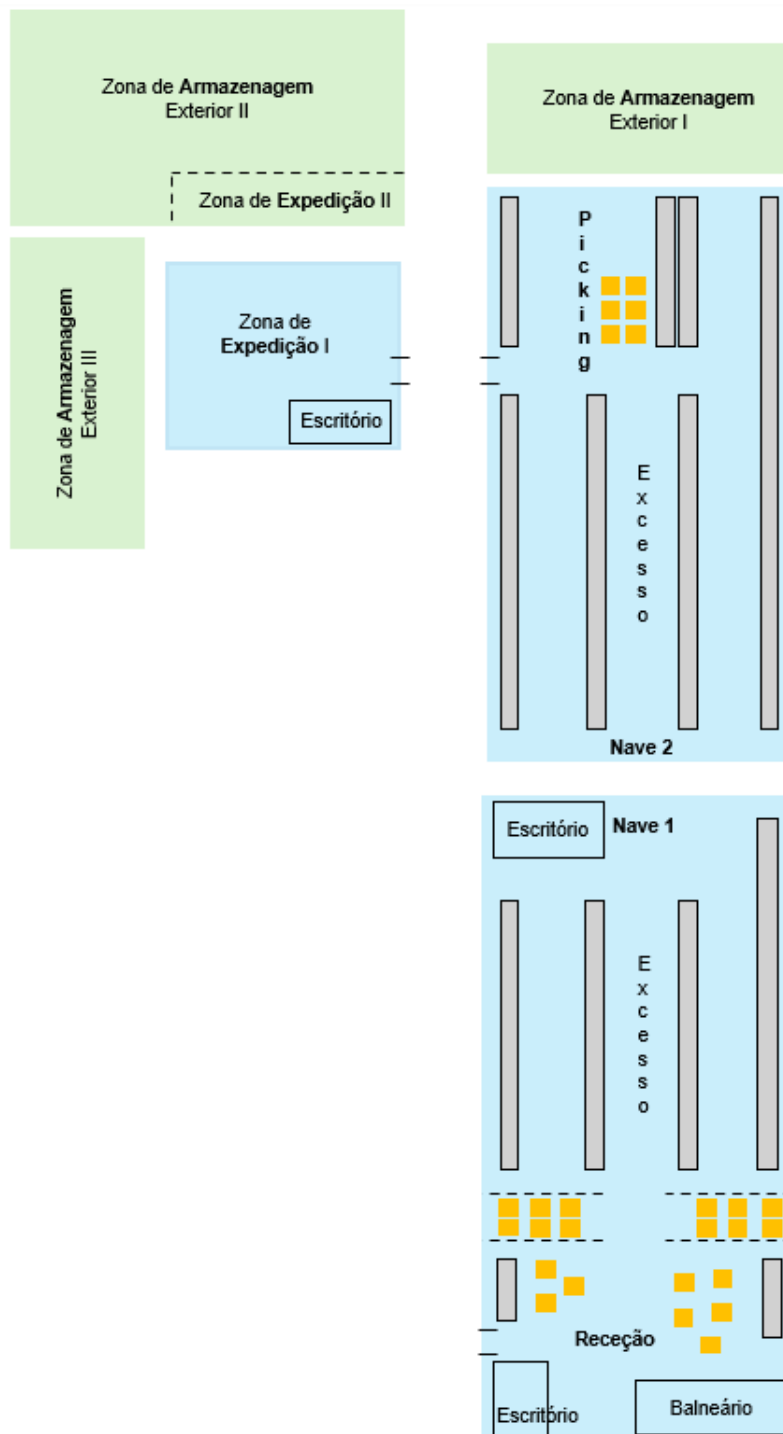


Figura 4.1 – Layout atual do ACS

Fonte: Elaboração Própria

Como podemos ver pela Figura 4.1, os materiais armazenados na zona interior estão divididos em duas grandes naves, a Nave 1, também designada como Nave C, Figura 4.2, e a Nave 2, também denominada como Nave D, Figura 4.3.



Figura 4.2 – Nave 1 do ACS



Figura 4.3 – Nave 2 do ACS

A Figura 4.4 mostra uma parte da Zona de Armazenagem Exterior II (ZAEII), neste caso onde estão armazenadas as Bobinas.



Figura 4.4 – ZAEII do ACS

De modo a conhecer e identificar o processo logístico do armazém e todos os intervenientes do mesmo, foi efetuado o diagrama SIPOC, representado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Diagrama SIPOC das atividades logísticas do ACS

Fonte: Elaboração Própria

SIPOC				
Suppliers (Fornecedores)	Inputs (Entradas)	Process (Processo)	Outputs (Saídas)	Costumers (Clientes)
Todos os fornecedores de materiais que abastecem o armazém	<p>Colaboradores;</p> <p>Equipamentos (empilhadores, estantes, entre outros);</p> <p>Materiais recebidos pelos fornecedores (originados por um Pedido de Compra).</p>	<pre> graph TD     A[Receção] --&gt; B[Mobilização]     B --&gt; C[Picking]     C --&gt; D[Acumulação e Conferência]     D --&gt; E[Expedição]             </pre>	Materiais enviados para os PSE's de acordo com as ordens de abastecimento, ou pedidos urgentes de material	Cliente interno do Grupo EDP (E-Redes)

Cerca de 95% do processo de Receção diz respeito a material vindo do fornecedor com base em Pedidos de Compra. Este processo é realizado por 2 operadores e divide-se em várias etapas.

Em primeiro lugar deve-se validar os documentos da entrega, isto é, é necessário verificar se as quantidades e as descrições dos materiais correspondem ao definido. De seguida passa-se à etapa mais longa deste processo, a descarga do material do camião. Depois desta etapa, é feita em simultâneo uma conferência da qualidade e da quantidade do material e, quando a sua conformidade é validada, passa-se ao pré-registo da entrada em *stock* no sistema. O operador tem ainda de registar a guia de receção no LOGOS, a plataforma de gestão de transportes da EDP. Posteriormente, já na área administrativa, o pré-registo é validado e dá-se a entrada do material no *stock* no SAP *Console*.

Depois de efetuada estas etapas, e podendo ainda incluir o seguinte processo “dentro” do processo de Receção, os operadores realizam a Mobilização do material para as localizações definidas no armazém.

A realização da descarga do material depende do tipo de material a descarregar e onde este será posteriormente armazenado. É na Zona de Receção, Figura 4.5, que o

material de interior é descarregado, porém, este pode ser descarregado também na Nave 2 e no corredor entre a Nave 1 e Nave 2, dependendo sempre do espaço disponível. No caso dos materiais armazenados no exterior, a sua receção é realizada nesse mesmo espaço.



Figura 4.5 – Zona de Receção do ACS

Para uma melhor caracterização do material rececionados, existe uma categorização dos diferentes materiais armazenados por família de transporte. Esta distinção por famílias deve-se ao facto de existirem muitas diferenças entre os tipos de material e de diferenças na maneira como são transportados e descarregados, o que leva a que cada receção tenha *lead times* diferentes.

Na Tabela 4.2 encontra-se a definição de cada Família de Transporte.

Tabela 4.2 – Famílias de Transporte

Família de Transporte	Definição
Cabos (CAB)	Todos os cabos, independentemente do grau de tensão e do seu tipo (troçado ou não), e cuja unidade é o Metro. Normalmente Bobinas.
Caixas (CX)	Todo o material transportado em caixa individual e que não vem acondicionado em palete (p.e: Chaves de Cadeado).
Paleta Unitária (PAL)	Todo o material que, devido às suas características ou cuidados no manuseamento e transporte, é transportado “a solo” em Paleta (p.e: Quadros Gerais, Blocos de Rede/Mot Anel, Celas)
Paleta Mono-Referência (PMN)	Todo o material transportado em paleta, composta por apenas uma referência, em quantidade superior a uma unidade (p.e: EDP BOXES, Luminárias; Interruptores de Seccionadores, Armários, Maciços, etc.)
Paleta Multi-Referência (PMR)	Todo o material transportado em paleta, composta por mais do que uma referência (p.e: TC's, TT's, Junções, Cadeados, Fusíveis, Balastros, etc.)
Paleta Multi-Referência A (PMRA)	Todos os materiais transportados em PMR compostas por 2 a 5 referências.
Paleta Multi-Referência B (PMRB)	Todos os materiais transportados em PMR compostas por 6 a 9 referências.
Paleta Multi-Referência C (PMRC)	Todos os materiais transportados em PMR compostas por 10 ou mais referências.
Transformadores (TRF)	Todos os transformadores, que pelo seu tipo ou dimensão, são transportados em volumes próprios.
Colunas e/ou Postes (COLPOS)	Todas as colunas e Postes, independentemente do tipo de material e medida.
Paleta Vazia (PV)	Atados de paletes vazias.
Postes AT (PAT)	Postes de Alta Tensão com 5 paletes por cada código.

O processo de *Picking* é realizado todos os dias, a partir de uma lista de materiais que são necessários para abastecer os Prestadores de Serviços Externos (PSE) da E-Redes.

Consoante a tipologia de material e conforme a maneira como é gerido (lotes ou número de série), este processo pode ser realizado à unidade, à caixa ou à paleta inteira. Estes

abastecimentos são feitos semanalmente em dias pré-determinados, sendo realizados três dias antes da necessidade de o material estar no destino, ou seja, o *picking* é efetuado num determinado dia, só é expedido dois dias depois e entregue no destino final três dias depois.

O ACS tem alocados dois operadores a fazer esta função, um no *picking* do material armazenado no interior, e o outro no material armazenado no exterior.

No que diz respeito ao *Picking* do Interior, de modo a efetuar um fluxo logístico gerador de maior eficiência, o processo começa a partir da localização mais distante da zona de *picking*, e termina na localização mais próxima dessa zona. Durante este processo, à medida que a paleta fique completa, o operador leva essa mesma paleta ao fundo da Nave 2, onde deixa o material preparado para o operador responsável pela próxima etapa, Figura 4.6



Figura 4.6 – Zona de *Picking* do ACS

No fim do processo, ou mesmo enquanto o *picking* é realizado, inicia-se o processo de Acumulação, executado por o operador responsável pela Acumulação e Conferência. Este operador mobiliza as paletes da zona de *picking* para a Zona de Expedição I (ZEI) (hangar exterior), Figura 4.7, e organiza-as por lote de expedição no lado esquerdo.



Figura 4.7 – ZEI do ACS

Só depois desta acumulação é que, esse mesmo operador, passa à realização de uma conferência em termos de quantidade, confirmando se não existem erros provenientes do *picking* feito anteriormente.

Neste processo, o operador tem ainda de pesar as paletes que não têm peso definido (normalmente paletes que foram preenchidas com vários materiais diferentes) e filmá-las. No caso de paletes completas que já têm peso e já estão filmadas, o operador apenas mobiliza para a zona de conferência, confere e mobiliza o material conferido para o lado direito do hangar de expedição, para que este esteja pronto a expedir, (Zona de Expedição).

Por fim, é feita a Expedição do material para os diferentes PSE's conforme os dias calendarizados. Este processo consiste apenas na carga do material preparado anteriormente para o camião e é realizado pelo operador responsável dessa atividade.

#### **4.2.2 Definição dos KPIs**

O próximo passo do modelo, consiste na definição dos KPIs a estudar para medir o nível *Lean* dos processos com maior relevância para este armazém. O objetivo passa por avaliar o desempenho de cada processo, a partir de, pelo menos um indicador que seja considerado relevante na área da logística.

Toda a análise e caracterização do processo logístico do ACS realizada anteriormente, forneceu uma visão mais detalhada das operações diárias, permitindo identificar as

áreas mais críticas e conseqüentemente sugerir alguns KPIs que se adequem à operação.

Assim, considerando as observações diretas dos processos, os desperdícios *Lean* anteriormente mencionados e os indicadores de armazém mais comuns, foi proposto à gestora responsável pelo armazém que identificasse, a partir de uma lista com alguns KPIs de logística de armazém capazes de medir a eficiência do armazém (Tabela 4.3), aqueles que considere mais relevantes para medir o desempenho de cada processo da operação do ACS.

Tabela 4.3 – Lista de KPIs sugeridos para avaliação

Fonte: Elaboração Própria

Key Performance Indicators	Descrição
Ciclo Temporal de Receção	Tempo total desde a chegada de mercadoria até a sua arrumação
Ciclo Temporal de Picking	Tempo total necessário para recolher os materiais de uma determinada encomenda
Ciclo Temporal de Expedição	Tempo total necessário para carregar o camião
Produtividade no Picking	Número de materiais de picking preparados um determinado período de tempo
Produtividade na Receção	Número de mercadorias recebidas num determinado período de tempo
Precisão do Inventário	Percentagem de exatidão entre os registos em sistema e a contagem física de <i>stock</i>
Quantidade de Movimentos p/ operador (em cada atividade)	Número de deslocações realizados pelo operador para completar uma determinada tarefa
Taxa de Ocupação de Espaço em Armazém	Percentagem de espaço em armazém utilizado relativamente à capacidade total
Taxa de Stock de Segurança	Percentagem de <i>stock</i> mantido como reserva para prevenir ruturas
Taxa de Rutura de Stock	Percentagem de nº de vezes que um material não está disponível em <i>stock</i> quando é requisitado

Posto isto, e após profunda análise juntamente com a gestora do armazém, definiu-se que os KPIs que seriam avaliados no SMD a implementar, seriam os seguintes quatro:

- **Tempo de Descarga do Camião (TDC)**

Relativamente ao processo de Receção, optou-se, em vez de medir o ciclo temporal de todo o processo, por medir apenas os tempos de descarga do camião, pois é a etapa que consome mais tempo e é a considerada como a maior impactante no *lead time* da Receção.

Porém, como referido anteriormente, os materiais estão organizados em famílias de transporte, conforme a Tabela 4.2. Assim, foram seleccionadas apenas as três famílias que, segundo um estudo realizado anteriormente neste armazém, têm o tempo de descarga com maior impacto na Receção, sendo elas:

- PMN

- TRF
- CAB

Para exemplo, na Figura 4.8 apresenta-se um camião da família CAB pronto a descarregar.



Figura 4.8 – Camião composto por material da família CAB pronto a ser descarregado

Posto isto, a partir deste KPI, será possível medir, em minutos, o tempo da etapa de descarga de um determinado número de volumes. Esta etapa inicia quando o operador começa a descarregar o primeiro volume, e termina quando todos os volumes estiverem pousados no solo.

Medir o tempo de descarga dos camiões é fundamental para a eficiência do processo de Receção, pois permite identificar gargalos e as oportunidades de melhoria na etapa mais demorada do processo, contribuindo para a redução do *lead time* total.

Na Tabela 4.4 encontra-se o resumo da definição deste primeiro KPI.

Tabela 4.4 – Definição do KPI TDC

Tempo de Descarga do Camião	
Descrição:	Mede o tempo total que um operador demora em média a descarregar um volume do camião.
Fórmula de Cálculo:	$= \frac{\text{tempo total da descarga do camião}}{\Sigma \text{ número de volumes descarregados}}$
Unidade de Medida:	Minutos/Unidade
Frequência de medição:	Diária

- **Produtividade no *Picking* (PP)**

Quanto ao processo de *Picking*, o indicador definido foi a produtividade no mesmo. Este KPI consiste na medição do número de materiais que são preparadas por cada hora de trabalho. Para isso, como este processo varia todos os dias relativamente à quantidade e ao tipo de material que é necessário abastecer, a sua medição incide numa média, obtida através da divisão entra a contagem de materiais preparados e do tempo que se demorou a prepará-los, podendo assim existir uma pequena variação nos resultados. Este indicador apenas será avaliado no *Picking* do Interior.

O operador utiliza como auxílio uma folha que contém várias linhas com os materiais que serão necessários preparar, permitindo anotar todos os que já foram realizados e assim ter uma melhor organização. O exemplo da folha utilizada neste processo está apresentado na Figura 4.9, onde cada linha corresponde a um tipo de material.

Formação	Material	Descrição de Material	Qtz pendente saída	Qtz formada
	20143723	ARRABO P/ARRABO SISO W	12,000	
	20140114	BRINCO COZINHA 1P BRANCO DIM 30x30x10	6,000	
	20140118	BRINCO EMPILHA 07S 30x30x10	13,000	
	20140123	BRINCO BRUNDO 12S 30x30x10	1,000	
	20178891	QUADRO DE 1P (ARRABO DE 1P)	1,000	
	20204811	CAPTAÇÃO DE LIXEIRA	24,000	NOTURA
	20204812	ARRABO DE IDENTIFICAÇÃO BT - BRUNO	7,000	NOTURA
	20204813	CONCENTRADOR DE IDENTIFICAÇÃO BRUNO	7,000	NOTURA
	20204814	CARTELA DE IDENTIFICAÇÃO AVANÇADA DE	20,000	NOTURA
	20204815	VIGILANTE DE TENSÃO DE SÍTIO IV	7,000	NOTURA
	20133988	PORTINHELA P/MT 400	3,000	NOTURA
A	20138004	TR. 2PZ DE 200 200P 5300A 200V E	3,000	Não abastece
A	20143991	BRINCO EMSELES COZINHA OCT 6 75	2,000	NOTURA
A	20145978	CHAO CROM 480x43/50x43/50A BR	408,000	NOTURA
A	20149179	CHAO LIXOTER (CM/P/MT) 120x10/16 3	995,950	NOTURA
A	20149792	BLOCO BARR. ANEL 1P/1000V ENERGIA	1,000	NOTURA
ARRABO	20146103	DESCARREGADOR SECCION 100T210204	6,000	
CA-16-01	20146446	LIG TORC GRV AT ID 16-99/6-35	104,200	107
CA-33-01	20155590	TC 300V 25-50/5A SVA TC30 II	3,000	3
CM-17-01	20169031	HELEDO DE COMERCIALIZAÇÃO EXTENSIVO GP	311,000	111
CC-03-01	20176453	PORTINHELA P/MT 100 (C/1000V BT)	6,000	NOTURA
CC-13-01	20136920	NOTUR. STANBARD PT	17,000	17
CC-22-01	20147038	LIMEZ VCA F 4250	2,000	2
CC-25-01	20147029	LIMEZ VCA 6750	14,000	14
CC-30-01	20138986	PORTINHELA P/MT 400 (C/1000V)	2,000	2
CC-03-01	20176456	DESCARREGADOR SECCIONADO 100T361	30,000	
CD-04-01	20144472	QUADRO QAC C/ DTC C/ROCK (BIBF)	11,000	5+5+5
DA-13-01	20058799	COMP. EFF. C T 230/400V CLB CL2 HT	42,000	NOTURA
DA-41-01	20144200	PURIVEL PAC HT 180 315A EBN80-31	62,000	
DA-47-01	20146304	REP. BCR 100V 1P/1000V	1.956,000	360+360+360+360+360
DA-49-01	20144196	PURIVEL PAC HT 180 200A EBN80-20	40,000	47
DB-29-01	20143858	LAMPADA NA AP 100 220V 100W	125,000	12
DB-39-01	20144188	PURIVEL PAC HT 18000 100A EBN800	55,000	120
DC-10-01	20144198	PURIVEL PAC HT 180 250A EBN80-25	13,000	15
DD-02-01	20144180	PURIVEL CIL HT 1000 6A EBN1003	174,000	170
DD-03-03	20145970	CALDA FURAO ADEGA DERIVACAO 48 F	2,000	
DD-05-02	20145114	CHAVE EUROPEU 27.5/10 (CHAVE RD)	24,000	24
DD-13-02	20146107	DESCARREGADOR SECCION 100T310104	6,000	
DD-18-01	20145133	TERMINACAO AMV 10E-250/400B-36-	6,000	6

Figura 4.9 – Folha utilizado no Picking

Este indicador possibilita a avaliação do desempenho dos colaboradores nesta etapa e permite detectar a causa das variações diárias. Assim, é possível implementar melhorias que aumentem a velocidade e a precisão na preparação dos materiais.

Na Tabela 4.5 está resumido este KPI.

Tabela 4.5 – Definição do KPI PP

Produtividade no Picking	
Descrição:	Mede em média o número de materiais de <i>picking</i> preparados por hora de trabalho.
Fórmula de Cálculo:	$= \frac{\text{número total de materiais de picking preparados}}{\Sigma \text{ horas de mão de obra totais da atividade picking}}$
Unidade de Medida:	Nº materiais/hora
Frequência de medição:	Diária

- Distância Percorrida na Acumulação e Conferência (DPAC)**

Este indicador tem o objetivo de medir a distância percorrida pelo operador responsável pela Acumulação e Conferência. Mais especificamente, este KPI contabiliza todos os movimentos efetuados pelo operador quando da realização deste processo, permitindo identificar a distância de cada movimento e consequentemente a distância total. Isto inclui os movimentos que o operador faz para transportar as paletes da zona de *picking* para a ZEI, os movimentos que realiza para pesar e para filmar as paletes, e os

movimentos que faz para colocar todo o material pronto a expedir no lado destinado para tal (lado direito do hangar exterior).

A contagem destes movimentos é importante para identificar os movimentos que sejam considerados como desperdício, ou seja, toda a distância percorrida desnecessária, e assim poder minimizá-la. Deste modo, será possível contribuir para um fluxo de trabalho mais eficiente e com melhor utilização de tempo.

Na Figura 4.10 está representado o layout pormenorizado de toda a ZEI, incluindo a distância, em metros, entre os principais pontos de paragem aquando realização desta atividade.

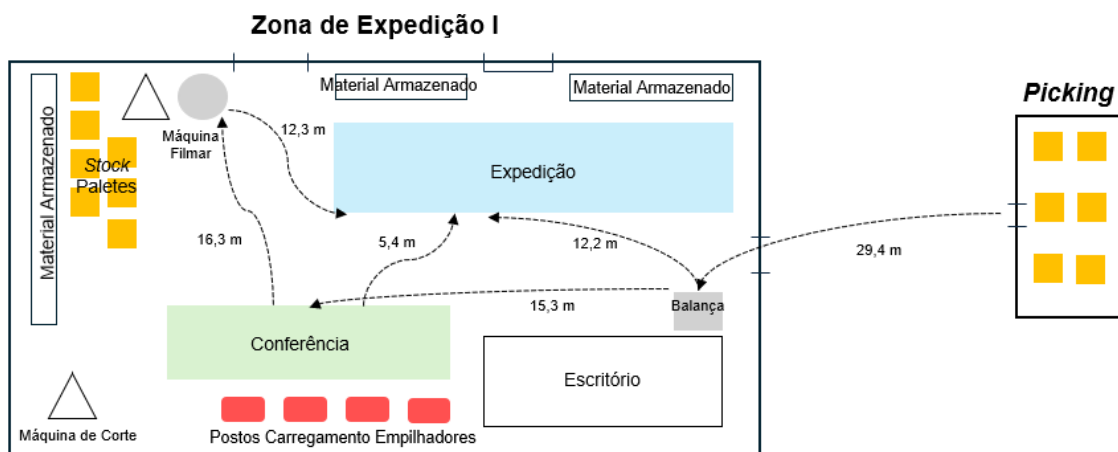


Figura 4.10 – Distâncias (metros) entre os pontos relevantes na Acumulação e Conferência

Na Tabela 4.6 é possível encontrar a definição deste KPI.

Tabela 4.6 – Definição do KPI DPAC

Distância Percorrida na Acumulação e Conferência	
Descrição:	Mede a distância percorrida por um operador durante o processo de Acumulação e Conferência.
Fórmula de Cálculo:	$= \frac{\Sigma \text{distância percorrida}}{\Sigma \text{número de paletes expedidas}}$
Unidade de Medida:	Metros/Paleta
Frequência de medição:	Diária

- **Taxa de Ocupação do Armazém (TOA)**

Quanto à Armazenagem, o indicador escolhido foi a Taxa de Ocupação do Armazém. Este KPI mede a percentagem do espaço indisponível, ou seja, a percentagem de espaço que está a ser utilizada para armazenar materiais. Esta medição é feita separadamente para a zona interior e exterior do armazém, calculando a percentagem

de ocupação para cada localização, tanto nas localizações implementadas em sistema como para as sem localizações em sistema (inspeção visual).

Este indicador é crucial para identificar a eficiência na utilização do espaço e para garantir que o armazém não esteja subutilizado ou sobrecarregado.

O resumo deste KPI está apresentado na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Definição do KPI TOA

Taxa de Ocupação do Armazém	
Descrição:	Mede a percentagem de espaço ocupado em armazém pelo stock em relação ao espaço total disponível para armazenagem
Fórmula de Cálculo:	$= \frac{\sum (\text{n.º paletes ou materiais armazenados em cada localização})}{\sum (\text{capacidade máxima de paletes ou materiais de todas as localizações})}$
Unidade de Medida:	Percentagem (%)
Frequência de medição:	Semanal

### 4.2.3 Recolha de Dados ligados aos KPIs

Entrando na fase de Implementação, segue-se a recolha dos dados para controlar os indicadores definidos. Esta subfase teve a duração de dois meses.

Conforme descrito no modelo de aplicação, nesta subfase foram retirados os *inputs* que serão transformados em representações visuais (*dashboard*). Estes dados foram armazenados na ferramenta *Excel*.

Para o primeiro KPI, **TDC**, o método utilizado foi a cronometragem de tempos. Quando existiam camiões para descarregar com as famílias de material selecionadas, e sempre que possível, foram cronometrados os tempos que o/os operador/operadores demoravam a realizar o processo de descarga.

Esta análise teve em consideração o número de operadores a realizar esta ação, o local onde era realizado e ainda a tamanho do material, pois este pode ter diferentes dimensões tanto na família CAB e TRF.

Na **PP** o método foi também a cronometragem de tempos. A operação diária do *Picking* do Interior era controlada para medir o número de materiais que eram preparados por cada hora de trabalho, ou seja, quantas horas demorou a preparar um determinado número de materiais.

Relativamente à **DPAC**, existiu um acompanhamento do operador enquanto o mesmo executava o processo, para que todos os movimentos fossem contados, e posteriormente calculados os metros percorridos.

Por último, na **TOE**, a recolha das percentagens incidiu apenas na extração semanal de dados existentes no *software* SAP, no caso das localizações implementadas em sistema, e na inspeção visual no caso das localizações que não estão em sistema.

A recolha destes dados, através do acompanhamento diário nas diferentes atividades, permitiu identificar os desperdícios e as conseqüentes propostas de melhoria, que serão apresentadas posteriormente na secção 4.2.7.

#### **4.2.4 Interpretação de Dados e Definição de Metas para cada KPI**

Para dar início à 4ª subfase, passou-se à análise dos dados recolhidos anteriormente. Para isso, em primeiro lugar, foram analisadas todas as grandes diferenças que existiam entre os dados dos mesmos indicadores, com o objetivo de perceber a que se deviam. Esta primeira análise foi necessária devido ao facto de existirem dados que não possam ser comparados, e, nesse caso, realiza-se uma distinção entre esses dados.

Posto esse tratamento de dados, foram calculadas as médias dos dados obtidos, médias essas que dizem respeito ao valor que irá ser comparado com as metas, para que se obtenha a percentagem de desempenho.

Por fim, passou-se à definição das metas a atingir para cada um dos indicadores. Esta tarefa foi realizada juntamente com a gestora do ACS, que definiu metas Específicas e Mensuráveis (valores numéricos/percentuais objetivos e bem definidos), Atingíveis (baseada nos dados recolhidos), Relevantes (com vista os objetivos da empresa) e Temporais (com período de um ano para atingir estas metas).

Segue-se a interpretação de dados e a conseqüente definição da meta para cada indicador:

- **Tempo de Descarga do Camião**

Relativamente à família das PMN, as descargas podem ser realizadas em diferentes sítios do armazém, isto é, dependendo do espaço disponível, os operadores vêm onde é o melhor local para descarregar o material.

Assim, acontece que existem zonas onde a distância percorrida pelo empilhador durante esta atividade pode ser maior ou menor, e, por isso o tempo de descarga por volume pode variar um pouco. A descarga tanto pode acontecer na Zona de Receção, na Nave 1 ou na Nave 2, por isso, os dados podem ser comparados, pois as distâncias compensam-se entre si, podendo ser maior nuns locais, e muito mais curtas noutros.

Quanto às famílias dos CAB e dos TRF, esta atividade realiza-se na ZAEII e as diferenças identificadas justificam-se pelos diferentes tamanhos dos volumes. Isto é, estes tipos de material podem ser grandes, médios ou mais pequenos, fazendo influência na descarga, pois os empilhadores apenas conseguem levar um volume

grande ou médio de cada vez, enquanto que os volumes pequenos são levados dois a dois, sendo por isso assim possível comparar os dados entre si e obter uma média.

De seguida, foram então calculadas as médias de tempo que um volume de cada família demora a ser descarregado.

A definição das metas para o tempo de descarga de cada família baseou-se nos tempos obtidos num estudo anteriormente realizado neste armazém, no qual se pretende baixar em 80% os tempos de descarga de um volume, pois estes dados eram considerados como “folgados”.

Obtiveram-se os seguintes valores para as médias e para as metas a atingir, Tabela 4.8:

Tabela 4.8 – Médias e Metas do KPI TDC

	Média	Meta
PMN	1,39	1,06
CAB	1,47	1,24
TRF	1,71	1,46

- **Produtividade do *Picking***

Para este indicador, notam-se algumas diferenças significativas nos dados recolhidos. Durante os 2 meses, esta atividade foi realizada maioritariamente por um operador novo, ou seja, com pouca experiência, e a quantidade de cada ordem pode variar consoante o pico de atividade. Assim, estas variações devem-se à diferente experiência entre operadores e também à quantidade a abastecer para cada ordem, sendo por isso confiável comparar todos os dados entre si e obter um valor médio.

Dado que não existia um histórico de dados consolidados para este indicador, a meta foi definida com base nos dados recolhidos a partir da seguinte abordagem:

Os 20 resultados foram ordenados por ordem crescente, pois a intenção é de atingir o máximo valor possível, e divididos em cinco intervalos percentuais (cada intervalo representa 20% dos dados recolhidos). Assim, a meta foi definida com base no primeiro valor do último intervalo (80-100%), ou seja, o 17<sup>a</sup> valor mais alto, garantindo que a meta está entre os níveis superiores de produtividade, sendo assim ambiciosa, mas ao mesmo tempo alcançável e realista.

Na Tabela 4.9 encontra-se o valor da média e da meta a atingir.

Tabela 4.9 – Média e Meta do KPI PP

Média	Meta
8,21	10,39

- **Distância Percorrida na Acumulação e Conferência**

Relativamente à avaliação de desempenho na atividade de Acumulação e Conferência, os dados devem ser separados em dois: Paletes Filmadas (PF) e Paletes Não Filmadas (PNF).

Esta divisão deve-se ao facto de as distâncias percorridas por cada tipo de paletes diferirem bastante. As PF percorrem distâncias muito inferiores, pois a maioria destas paletes já têm o peso definido, logo não têm de passar pela balança, nem, obviamente, pela máquina de filmar, enquanto as PNF percorrem muito mais distância, pois têm de ser pesadas e filmadas antes de irem para a zona de expedição.

Assim, para cada bolsa a abastecer, foram calculadas as distâncias totais para cada tipologia de paletes, e dividiu-se pelo número de paletes que foram efetivamente para a expedição.

Relativamente à meta, o propósito incide na menor distância possível, e, para isso, o método utilizado para a sua definição foi igual ao do indicador anterior, mas neste caso, para as PF a divisão foi apenas de quatro intervalos (25% cada um) e para as PNF foram os mesmos cinco intervalos. Estes dados foram ordenados por ordem decrescente e foi escolhido como meta a atingir o primeiro valor do último intervalo (80-100%), obtendo-se os seguintes valores de referência, Tabela 4.10:

Tabela 4.10 – Médias e Metas do KPI DPAC

	Média	Meta
Não Filmadas	161,95	120,05
Filmadas	55,23	50,10

- **Taxa de Ocupação do Armazém**

No último indicador as grandes diferenças que podiam ocorrer era a nível do pico de atividade, que podia ser mais baixo ou mais alto. Contudo, durante os dois meses, não se verificou essa variação.

Para este KPI, a meta é pré-estabelecida pela organização da empresa, sendo esta de 80%.

A definição da meta para este indicador é fundamentada nos benefícios operacionais e estratégicos, e não se um armazém está bem ou mal dimensionado, ou seja, com uma taxa de ocupação de 100%.

Manter a ocupação perto dos 80% permite:

- **Eficiência operacional:** existe espaço suficiente para as manobras de equipamentos e facilita o acesso aos produtos, evitando congestionamentos no espaço de trabalho;
- **Flexibilidade:** permite que a organização corresponda rapidamente a picos inesperados na procura ou a variações sazonais, sem a necessidade de ajustes logísticos;

- **Prevenir excesso de stock:** evita custos adicionais relacionados à armazenagem, danos ou obsolescência dos produtos, resultando numa gestão de inventários mais eficaz;
- **Segurança:** evita condições de trabalho desorganizadas e obstruídas, ou seja, mais seguras para todos os colaboradores;

Na Tabela 4.11 encontram-se as médias e a meta definida para este KPI.

Tabela 4.11 – Média e Meta do KPI TOE

	Média		Meta
Ocupação Interior	99%	101%	80%
Ocupação Exterior	103%		

#### 4.2.5 Desenvolvimento do *Dashboard*

Com todos os dados analisados e as metas definidas, nesta subfase, foi desenvolvido um *dashboard*, utilizando as ferramentas mencionadas anteriormente, para proporcionar uma gestão visual mais intuitiva e eficiente.

Este painel visual tem como objetivo facilitar o acompanhamento dos resultados, oferecendo uma visão clara e acessível do desempenho em relação às metas estabelecidas, permitindo assim uma tomada de decisão mais informada e ágil.

Seguem-se as cinco figuras do *dashboard* do desempenho atual do ACS.

Na Figura 4.11 apresenta-se a capa deste painel visual, que contém quatro botões correspondentes aos quatro indicadores avaliados.



Figura 4.11 – Capa do *Dashboard* do Desempenho do ACS

A Figura 4.12 mostra a janela dos resultados do primeiro indicador, o TDC. No caso deste KPI, existem filtros no canto superior direito para cada família de material, sendo que nesta figura estão selecionados os resultados para a família de material CAB. Este painel contém a média de minutos necessários para descarregar um volume, o seu desempenho relativamente à meta e ainda a média de volumes recebidos nas descargas analisadas.

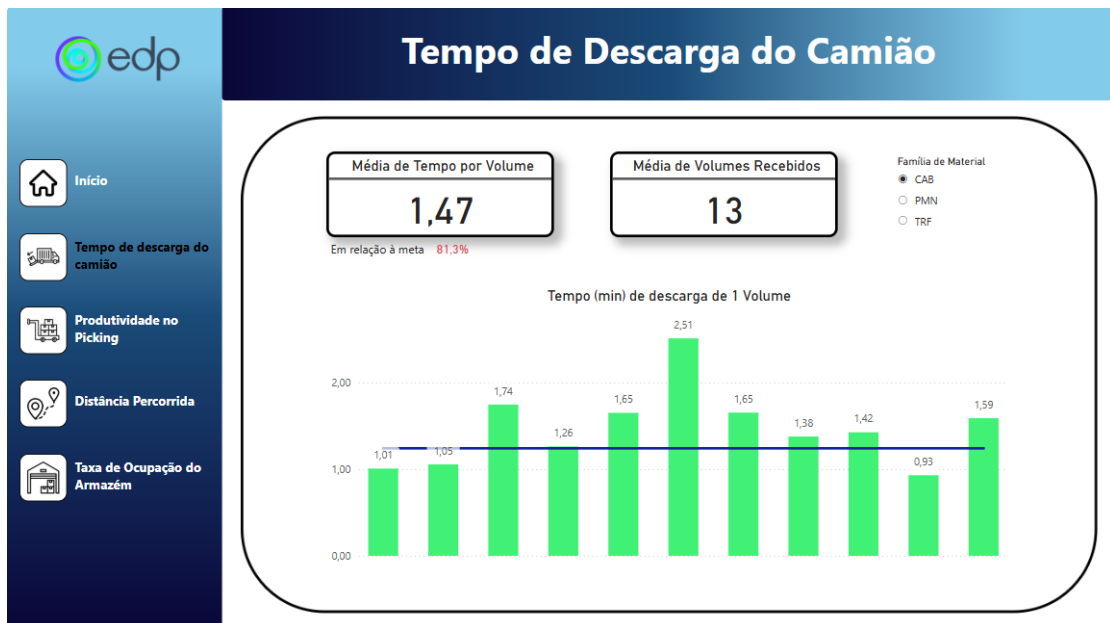


Figura 4.12 – Janela dos resultados do KPI TDC para a família CAB

A Figura 4.13 mostra os resultados do indicador PP.



Figura 4.13 – Janela dos resultados do KPI PP

Tal como no primeiro indicador, no KPI DPAC, exibido na Figura 4.14, existe um filtro para seleccionar a janela de resultados das PF ou das PNF. No caso desta figura, os resultados e o correspondente desempenho relativamente à meta referem-se às PF.

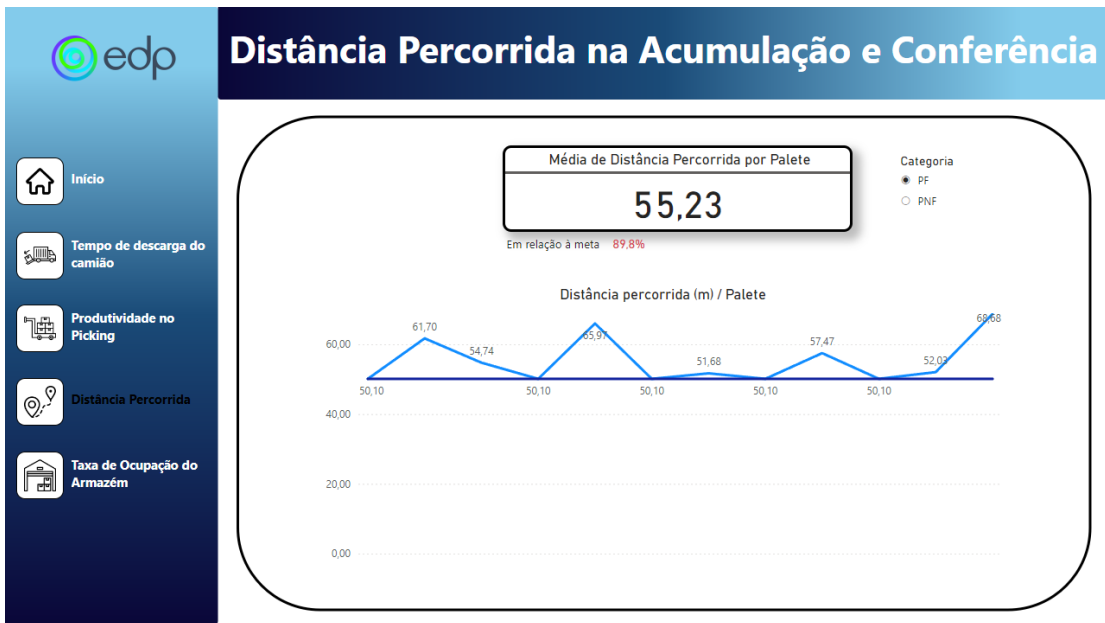


Figura 4.14 – Janela dos resultados do KPI DPAC para as PF

Por fim, o último botão deste *dashboard* expõe os resultados da TOA, Figura 4.15, tanto para a ocupação interior como para a exterior.

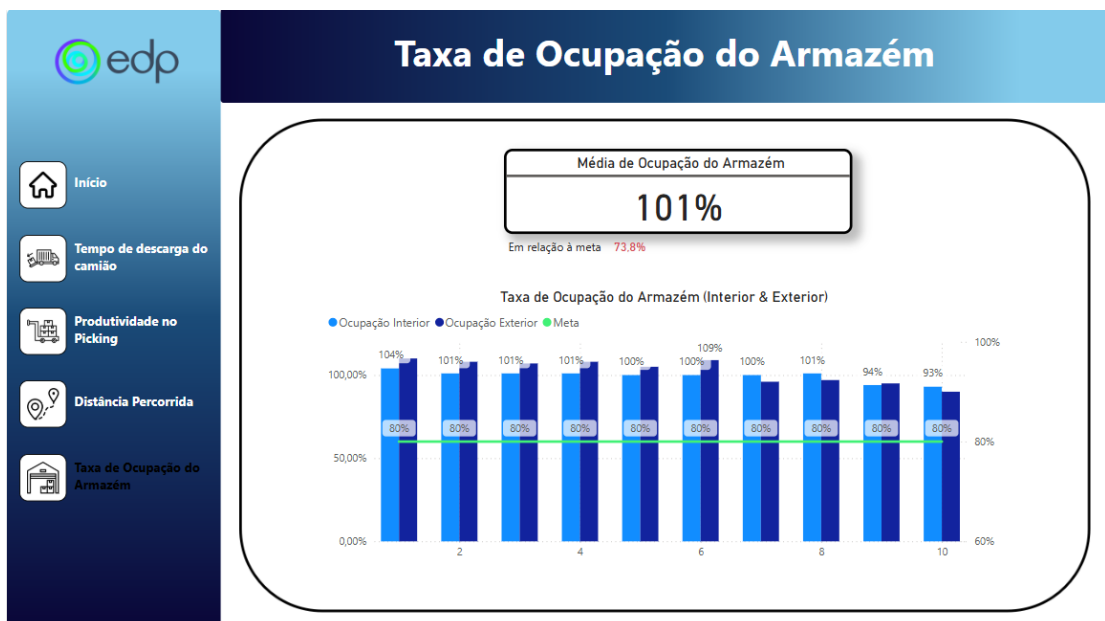


Figura 4.15 – Janela dos resultados do KPI TOA

## 4.2.6 Análise de Resultados

Depois da fase de Implementação concluída, passou-se à fase de Avaliação. Nesta fase, são analisados os resultados obtidos para os indicadores definidos.

O primeiro passo desta subfase, consiste na atribuição dos valores percentuais de desempenho à escala *Lean* definida. Para isso, foi mais uma vez solicitada a intervenção da gestora do ACS, para que, de acordo com os objetivos da empresa, determina-se os valores percentuais considerados “Muito *Lean*”, “*Lean*”, “Pouco *Lean*” ou “Nada *Lean*”, obtendo-se a Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Atribuição da Classificação *Lean* com Intervalos Percentuais Definidos

Intervalo percentual de Desempenho	Classificação <i>Lean</i> de Desempenho
90 – 100 %	Muito <i>Lean</i>
75 – 90 %	<i>Lean</i>
50 – 75 %	Pouco <i>Lean</i>
< 50%	Nada <i>Lean</i>

Como referido anteriormente, cada indicador está associado a uma atividade do armazém, sendo assim possível associar o resultado do nível *Lean* a essa atividade em específico.

Foi assim inicialmente calculado o desvio das médias obtidas relativamente às metas a atingir, conforme a equação 3.1, e, de seguida, seguindo a equação 3.2, foi calculado o respetivo desempenho para finalmente atribuir uma classificação *Lean* a cada atividade.

Na Tabela 4.13, estão ilustrados os resultados de cada família de material analisada no TDC, o que gera resultados de “Classificação *Lean*” distintos. Assim, para avaliar a atividade de receção, foi feita uma média e obteve-se um resultado *Lean* (78%).

Tabela 4.13 – Resultados do indicador TDC

KPI	Família de Material	Atividade	Desvio	Desempenho	Classificação <i>Lean</i>	Nível de Desempenho	Resultado <i>Lean</i>
Tempo de Descarga do Camião	PMN	Receção	31%	69%	Pouco <i>Lean</i>	78%	<i>Lean</i>
	CAB		19%	81%	<i>Lean</i>		
	TRF		17%	83%	<i>Lean</i>		

De seguida, na Tabela 4.14, temos os resultados para a PP, onde foi igualmente atribuído um resultado *Lean* relativamente baixo (79%).

Tabela 4.14 – Resultados do indicador PP

KPI	Atividade	Desvio	Nível de Desempenho	Resultado <i>Lean</i>
Produtividade no Picking	Picking	21%	79%	<i>Lean</i>

No terceiro indicador medido, o resultado foi calculado através da média das PF e PNF, encontra-se assim dentro do nível *Lean*, tal como nos KPIs anteriores (Tabela 4.15).

Tabela 4.15 – Resultados do indicador DPAC

KPI	Paletes	Atividade	Desvio	Desempenho	Classificação <i>Lean</i>	Nível de Desempenho	Resultado <i>Lean</i>
Distância Percorrida na Acumulação e Conferência	PF	Acumulação e Conferência	10%	90%	Muito Lean	78%	Lean
	PNF		35%	65%	Pouco Lean		

Já no indicador relativo à armazenagem, o TOA, representado na Tabela 4.16, o resultado de 74% é classificado como *Pouco Lean*, porém está praticamente a atingir o nível *Lean*, que inicia nos 75%.

Tabela 4.16 – Resultados do indicador TOA

KPI	Atividade	Desvio	Nível de Desempenho	Resultado <i>Lean</i>
Taxa de Ocupação do Armazém	Armazenagem	26%	74%	Pouco Lean

Concluindo, apesar de as atividades de *Receção*, *Picking* e *Acumulação e Conferência* estarem classificados como *Lean* e a *Armazenagem* como *Pouco Lean*, as primeiras três atividades têm valores baixos dentro do nível onde estão inseridos, e a última tem valor elevadíssimo dentro do seu nível, podendo-se afirmar que todas estão a um nível muito semelhante.

Na Figura 4.16 encontra-se o gráfico resumo dos resultados *Lean* obtidos em cada atividade avaliado neste modelo, obtendo-se um desempenho geral de 77%, que corresponde a um nível *Lean* positivo, mas com muita margem para melhorar.

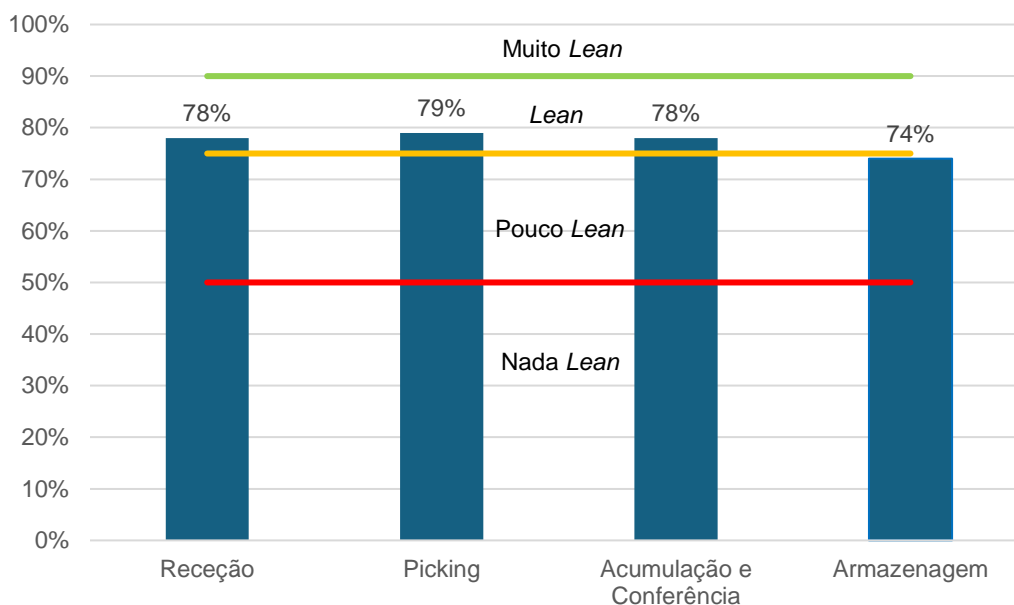


Figura 4.16 – Resultados do desempenho de cada atividade

#### 4.2.7 Identificação de Desperdícios e Propostas de Melhoria

Por fim, com base nos resultados obtidos e em toda a análise realizada ao longo da aplicação do modelo, entra-se na última fase do mesmo, a identificação de desperdícios e respectivas propostas de melhoria.

Deste modo, foi construída a Tabela 4.17, que espelha resumidamente todas as principais causas de desperdícios identificados durante a subfase “Recolha de Dados ligados aos KPIs”, contendo o desperdício *Lean* associado, podendo ser ou mais, a atividade afetada, e, se for o caso, uma ferramenta *Lean* que deva ser utilizada para eliminar/reduzir esse desperdício. Posto isso, será explicado detalhadamente cada uma das causas de desperdícios, será proposta a sugestão de melhoria e, para terminar, será feita uma matriz de Impacto/Esforço para todas as propostas de melhoria sugeridas.

Tabela 4.17 – Resumo dos desperdícios identificados

N#	Causa do Desperdício	Tipo de Desperdício associado	Atividade	Ferramenta <i>Lean</i> auxiliar
1	Estado do pavimento da Zona de Armazenagem Exterior II	Transportes & Defeitos	Receção	-
2	Abertura dos garfos do empilhador manualmente	Esperas		-
3	Deslocações excessivas na descarga	Transportes		Gestão Visual / Kanban
4	Desorganização no Processo de Receção	Esperas		Gestão Visual / Kanban
5	Paletes mal otimizadas	Transportes	<i>Picking</i> & Acumulação e Conferência	Trabalho Padronizado
6	Excesso de Stock	Movimentações & Inventário/Sobreprodução	<i>Picking</i> & Acumulação e Conferência	JIT
7	Configuração Ineficiente do Layout da Zona de Expedição I	Transportes	Acumulação e Conferência	5S

**Causa 1:**

O pavimento da ZAEII, local onde se realizam as descargas dos materiais da família CAB e TRF, está em péssimas condições, como mostra a Figura 4.17.

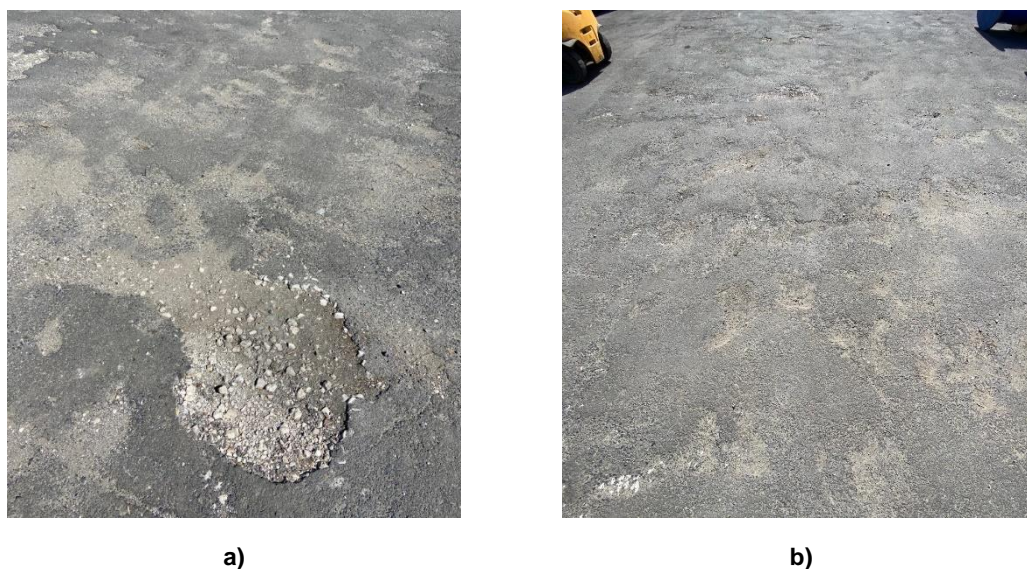


Figura 4.17 – Degradação do Pavimento da ZAEII; a) Exemplo de um buraco presente no pavimento; b) Vista geral do pavimento

O estado do pavimento foi identificado como desperdício pois influencia negativamente o processo de descarga exterior aquando realização da receção de mercadorias. Este problema associa-se a dois tipos de desperdícios:

## **Transportes**

Estas condições afetam diretamente a deslocação dos empilhadores, pois causa um ambiente que dificulta o transporte eficiente dos materiais. Isto é, a degradação do pavimento pode levar os operadores a recorrerem a distâncias mais longas para “fugir” aos buracos, sendo necessário corrigir constantemente a trajetória. Além disso, isto obriga os operadores a reduzir a velocidade enquanto realizam o processo, seja para corrigir o trajeto ou ajustar a posição de materiais danificados, resultando num aumento do *lead time*.

## **Defeitos**

Este pavimento pode também causar defeitos no material, especialmente nos Transformadores. O empilhador anda aos solavancos, podendo levar à danificação do material e assim ser necessário recorrer a reparações.

Para eliminar este desperdício, a proposta de melhoria consiste em pavimentar todo o chão exterior com alcatrão, garantindo uma superfície nivelada e segura para as movimentações dos operadores nos empilhadores. Além disso, é importante implementar um plano de manutenção preventiva para evitar que o pavimento volte a deteriorar-se.

## **Causa 2:**

A abertura dos garfos do empilhador manualmente é uma prática recorrente durante o processo de descarga de mercadoria, exceto no empilhador maior. Este procedimento foi identificado como um desperdício porque resulta em atrasos e diminui a eficiência da operação. Esta situação gera um tipo de desperdício:

## **Esperas**

O ajuste manual dos garfos leva os operadores a perder tempo valioso enquanto realizam esta tarefa, pois, sempre que existam volumes de dimensões diferentes, ocorre a necessidade de interromper a operação do empilhador e sair do mesmo para realizar os ajustes manuais. Desta forma, gera-se um atraso no processo e, conseqüentemente, há um aumento no *lead time*.

Para eliminar este desperdício, a proposta de melhoria consiste na implementação de um sistema automático de abertura e fecho de garfos nos empilhadores. Esta proposta não só reduzirá o tempo de espera causado durante o processo, como também melhorará a fluidez do procedimento.

### Causa 3:

Durante o processo de descarga, existem situações em que o operador é obrigado a percorrer grandes distâncias com o empilhador, seja porque o camião parou mais longe da zona onde é para descarregar (ZAEII), exemplo na Figura 4.18, ou porque a área onde é comum realizar a descarga estava cheia (Receção, Nave 2 ou corredor entre Nave 1 e 2) forçando-o a levar os volumes para áreas muito mais distantes, exemplo na Figura 4.19.

A primeira situação acontece nas descargas das famílias CAB e TRF, e a segunda ocorre na família PMN. Essas deslocações desnecessárias comprometem a eficiência e o tempo de operação.

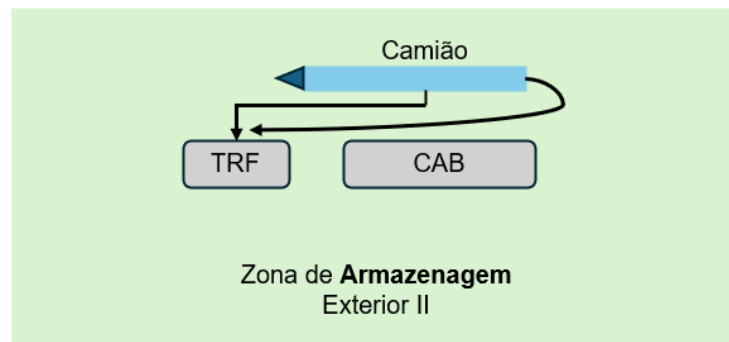


Figura 4.18 – Exemplo de desperdício na descarga de TRF

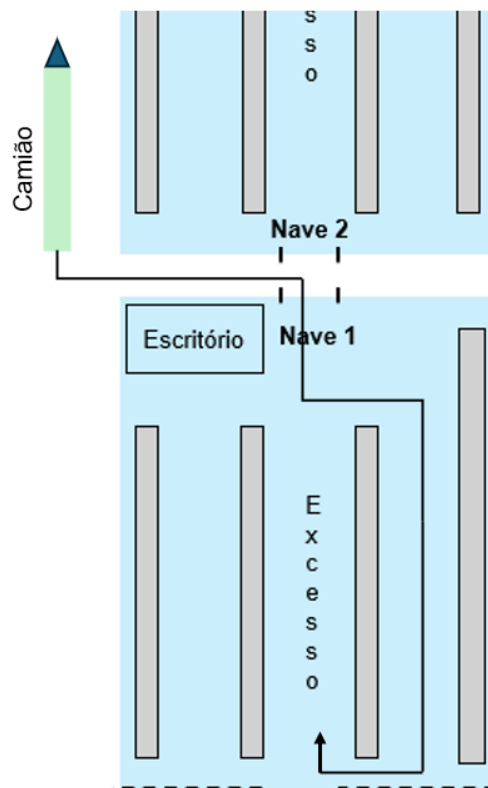


Figura 4.19 – Exemplo de desperdício na descarga de PMN

Este problema associa-se a um tipo de desperdício:

## Transportes

As grandes distâncias percorridas entre o camião e o local onde pousa a mercadoria resultam em transporte excessivo. Cada deslocação mais longa aumenta o tempo de operação, levando a um aumento do *lead time* do processo.

Para eliminar este desperdício, são propostas duas melhorias que consistem na implementação da Gestão Visual.

A primeira é relativa ao material do exterior, no qual os camiões param mais longe do local suposto, e a outra para quando os espaços interiores de descarga estão cheios e é necessário colocar noutra local mais longínquo.

A primeira proposta consiste na simples criação de uma sinalização visual que indique o local onde os camiões devem parar (parte frontal). Esta sinalização, podendo ser marcada no chão ou num poste (permite melhor visualização ao motorista), deve ser colocada num lugar onde a parte de trás, ou de lado, do camião fique o mais próximo possível do local onde o material é maioritariamente descarregado.

Na Figura 4.20 está representado o exemplo da proposta dada, onde as marcas a vermelho devem ser a sinalização com o seguinte texto “Local descarga TRF/CAB”.

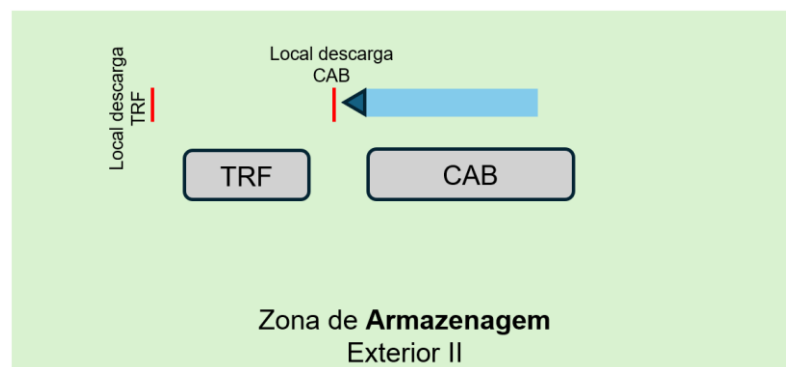


Figura 4.20 – Proposta de melhoria (Sinalização visual) para o desperdício 3

A segunda proposta incide na implementação do método *Kanban*, que permitirá realizar um plano de gestão de espaço para as descargas. Esta metodologia irá permitir aos operadores antecipar e organizar as descargas, e planejar o espaço onde estas devem ser descarregadas. Isto permitirá que esses espaços estejam disponíveis no momento da chegada do camião. Para isso, deve ser criado um quadro, físico ou digital, com as seguintes colunas (Figura 4.21).

09 de Outubro		
Material a descarregar	Local da descarga	Local tem capacidade suficiente?
22 PMN (Luminárias)	Ao fundo da Nave 2	<input checked="" type="checkbox"/>
13 PMN (EDP Boxes)	Ao fundo da Nave 2	<input type="checkbox"/>
4 PMR	Receção	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 4.21 – Quadro *Kanban* para gerir os espaços de descarga

Este quadro deve ser afixado no escritório da receção e deve ser preenchido no final do dia anterior e ao longo do dia seguinte, de modo a priorizar a arrumação do material que está a ocupar o espaço que irá ser necessário.

Estas duas ações de melhoria ajudarão a minimizar as deslocações excessivas e melhorar o fluxo de trabalho na descarga, resultando numa operação mais rápida e eficiente.

#### Causa 4:

Este desperdício não tem impacto em nenhum dos indicadores avaliados, porém foi identificado no processo de receção uma falta de organização relativamente à gestão das receções.

Como referido anteriormente, o processo de receção tem várias etapas a executar, no entanto, estas não são executadas de forma contínua. Apesar de existir uma ordem definida estas tarefas podem ser interrompidas, tanto por falta de organização e método de trabalho, como por motivos não alheios, pois este processo não depende apenas dos operadores alocados à receção, deixando então a receção de uma determinada descarga em 'stand by', enquanto se dedicam a outras receções simultaneamente.

Este desperdício associa-se ao desperdício de **Esperas**, pois faz com que os materiais fiquem em espera em várias fases do processo.

A falta de visibilidade e acompanhamento do estado das receções resulta em atrasos e confusões, afetando o fluxo operacional. Deste modo, a proposta de melhoria também incide na implementação de um quadro *Kanban* que organize todas as receções que estão pendentes e qual o seu estado.

Isto ajudará o colaborador a perceber que etapa/etapas falta/faltam fazer de cada receção de uma forma acessível e simples (Gestão Visual), e permitirá uma melhor

organização, reduzindo assim os tempos de espera para concluir o processo. As cores verde, amarelo e vermelho definem a prioridade de cada receção, indo da menos prioritária até à mais prioritária, respetivamente.

Na Figura 4.22, encontra-se uma sugestão para a constituição deste quadro visual, podendo ser físico ou digital.

Dia	Receção	Descarga	Conferência		Pré-registo de entrada em sistema	Guia Receção Logos	Armazenado
			Qualitativa	Quantitativa			
06/set	22 PMN Fornecedor X	✓	✗	✓	Aguarda Inspeção	✓	✗
07/set	8 CAB Fornecedor Y	✓	✓	✓	✗	✓	✗
07/set	3 PMR e 10 PAL Fornecedor W	✓	✗	✗	✗	✗	✗
08/set	17 TRF Fornecedor Z	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 4.22 – Quadro *Kanban* para a organização da Receção

### Causa 5:

Este desperdício acontece durante o processo de *Picking* e afeta esta atividade e a atividade posterior, a Acumulação e Conferência, e ocorre quando a paleta é colocada na Zona de *Picking*, e não é aproveitada pelo menos a 50% da sua capacidade, Figura 4.23.

Este acontecimento faz com que a produtividade do *Picking* seja inferior ao que é possível.



Figura 4.23 – Exemplo de uma paleta mal otimizada durante o *Picking*

Esta perda relaciona-se com o seguinte desperdício:

## **Transportes**

Como foi referido anteriormente, este desaproveitamento gera um aumento significativo de distâncias percorridas pelos operadores responsáveis pelas duas atividades.

Durante o *Picking*, o operador faz múltiplas viagens com volumes menores até à Zona de *Picking*, para deixar a palete. Estas viagens excessivas podem ser evitadas se o operador melhorar a capacidade das paletes, porém, também não é aconselhável uma otimização de 100%, pois dificultará a operação de conferência.

Na Acumulação e Conferência o operador acaba também por fazer mais deslocações, já que lida com as paletes menos otimizadas, resultando em mais viagens do que seria necessário, caso as paletes estivessem devidamente organizadas.

Isto acontece, pois, durante os meses que os dados foram recolhidos, o operador estava há relativamente pouco tempo neste posto de trabalho, ou seja, a experiência era pouca e tinha alguma falta de conhecimentos.

Assim, a proposta de melhoria consiste na padronização do processo de *Picking*, estabelecendo procedimentos precisos e diretrizes claras que abordem os aspetos mais importantes que o operador tem de realizar neste processo. Com esta aplicação, as operações repetitivas são otimizadas e os desperdícios associados vão sendo reduzidos ou até mesmo eliminados.

### **Causa 6:**

Relativamente ao Armazenamento, surge um dos maiores desperdícios deste armazém, o excesso de *stock*. Este excesso resulta numa ocupação excessiva de espaço e na necessidade de movimentar materiais desnecessariamente para chegar a outros produtos.

Embora o ACS já disponha de uma área específica que foi aproveitada para armazenar material em excesso e com pouca rotatividade, ainda existe muito material acumulado em diferentes zonas do armazém. Mesmo que seja temporariamente, esta situação gera desafios operacionais e impacta diretamente a eficiência das operações diárias. Assim, este problema relaciona-se com dois tipos de desperdícios:

## **Movimentações**

Devido a este excesso, a atividade de *picking* é a mais afetada, pois o operador é frequentemente obrigado a movimentar paletes ou produtos que estão à frente ou ao redor dos materiais que precisa preparar. Isto gera movimentações desnecessárias e atrasos, o que compromete a produtividade desta operação.

Exemplo disso está apresentado na Figura 4.24.



Figura 4.24 – Material a tapar o acesso às estantes

### **Inventário/Sobreprodução**

O *stock* excessivo é um desperdício direto de inventário e sobreprodução, uma vez que representa capital imobilizado e produtos que podem ficar obsoletos ou estragar-se ao longo do tempo. Para além disso, o inventário em excesso ocupa espaço valioso, o que aumenta a complexidade de armazenamento, aumenta a movimentação dentro do armazém e pode afetar outras atividades.

Na Figura 4.25, pode-se ver a ZEI acumulada de *stock*, que evidencia o que foi dito acima.



a)



b)

Figura 4.25 – Acumulação de *Stock* na ZEI; a) pelo hangar; b) na zona de expedição

Para reduzir o inventário, a proposta de melhoria incide na implementação da metodologia JIT. Este método *Lean* tem como objetivo garantir que os materiais cheguem ao armazém na quantidade certa e no momento exato, ou seja, assegurar que as entregas sejam feitas de acordo com as necessidades de expedição, eliminando a necessidade de manter grandes quantidades de *stock*.

Ao aplicar o JIT, o fluxo de materiais deve ser sincronizado com os dados de consumo real dos PSE's e com dados históricos, de forma a garantir que os materiais estejam sempre disponíveis sempre que forem necessários. Porém, como a rede elétrica é muito crítica e existe muitas vezes emergências, esta metodologia pode ser arriscada, sendo por isso muito difícil de aplicar, tornando-se fundamental manter sempre um *stock* de segurança.

Isto permitirá que o desperdício de inventário/sobreprodução minimize e o espaço físico disponível seja otimizado.

### **Causa 7:**

O último desperdício identificado diz respeito à atividade de Acumulação e Conferência. Depois de avaliadas as distâncias percorridas pelo operador no empilhador, identificou-se que a configuração atual do *layout* da ZEI era ineficiente. Este desperdício está ligado ao desperdício de **Transportes**, pois causa percursos em excesso na Acumulação e Conferência de paletes, resultando em perdas de tempo e em esforço adicional.

Dependendo do tipo de palete, PF ou PNF, o percurso que uma paleta percorre pode passar apenas pela zona de conferência e expedição, pode passar pela balança ou não, e pode ou não passar pela máquina de filmar.

A disposição destas zonas e equipamentos não seguem o fluxo mais eficiente possível, e, por isso, a sugestão de melhoria incide na proposta de uma reorganização do *layout* para esta área do ACS.

O objetivo passa por melhorar a disposição da zona de conferência, zona de expedição, máquina de filmar e balança, reduzindo as deslocamentos do operador entre os diferentes pontos.

Na Figura 4.10 está apresentado o *layout* atual, onde se pode visualizar todos os pontos referidos anteriormente.

De notar que, como já foi conhecido anteriormente, existe um elevado *stock*, e, tanto a zona ao lado das paletes em *stock*, como a zona de expedição mais à direita encontra-se lotada de material armazenado, roubando imenso espaço ao material que é para expedir, Figura 4.25. Porém, é pouco frequente a verificação deste segundo caso, sendo por isso possível reduzir ligeiramente um pouco da zona de expedição para a colocação de algum posto importante.

Foi ainda identificável que a máquina de corte do canto inferior esquerdo encontra-se inapta, estando assim apenas a ocupar espaço valioso nesta área, e, por isso, é fundamental ou remover definitivamente, ou realizar uma manutenção que a coloque em funcionamento.

Assim, caso as condições o permitam, o *layout* proposto é o seguinte, Figura 4.26:

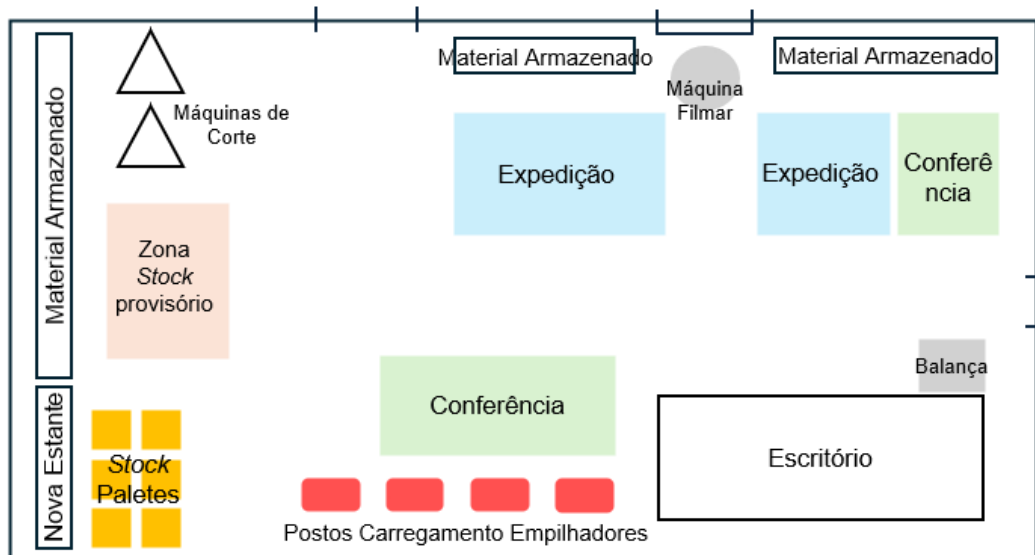


Figura 4.26 – Proposta novo *layout* para a ZEI

É fundamental colocar uma nova estante no fundo do hangar, pois permitirá armazenar todo o material que estava na zona de expedição e o que estava “espalhado” por todo o espaço.

As paletes devem ser colocadas a um canto e a/as máquina/as de corte noutra, abrindo um grande espaço no meio, que, caso seja necessário, possa ser destinado a guardar algum material em *stock* que esteja já com destino e data para expedir.

De seguida, a diferença está na alteração da localização da máquina de filmar, que deve estar o mais próxima possível da zona de conferência e de expedição, e, havendo um portão que está permanentemente fechado e tem espaço à sua frente, este equipamento pode ser movido para lá.

Por fim, é também sugerido mover uma parte da zona de conferência para o lado da zona de expedição. Esta zona deve ser utilizada preferencialmente, isto é, sempre que disponível, o material deve ser transportado para essa zona, e só quando esta fica cheia, é que se passa para a zona de conferência em frente aos empilhadores. Esta mudança é proposta por dois motivos:

- A zona de conferência está à frente dos postos de carregamento dos empilhadores, pois os empilhadores são carregados durante a noite. Contudo, apesar de ser raro, existem ocorrências que levam à necessidade de um empilhador precisar de bateria durante o horário laboral, e, se o material estiver a tapar todos os postos, este terá de ser todo movido para outro local e gerar grande desperdício de movimentos e de espera. Assim, é deixado um posto de carregamento sempre livre;
- Reduzir as distâncias percorridas na atividade de Acumulação e Conferência.

Para dar início a esta reorganização e garantir uma implementação eficaz e sustentável, pode ser aplicada a metodologia 5S. Esta ferramenta será fundamental para organizar e aproveitar melhor o espaço, eliminando materiais desnecessários, facilitando o acesso aos equipamentos e assegurando que o novo *layout* seja mantido de forma eficiente ao longo do tempo. Ao aplicar o 5S, será possível criar um ambiente de trabalho mais limpo, seguro e funcional, promovendo a redução de desperdícios e aumentando a produtividade.

Após a identificação e a explicação de todos os desperdícios, foi realizada a Matriz Impacto/Esforço das melhorias propostas, o que permitiu uma priorização das propostas de forma estratégica.

Cada proposta diz respeito ao número do desperdício correspondente, sendo organizada na matriz de acordo com o impacto esperado na operação e no esforço necessário para sua implementação.

**Proposta 1:**

- Alto Impacto: melhoria significativa na movimentação dos empilhadores, eliminação de riscos de danos e aumento da segurança;
- Alto Esforço: devido aos custos financeiros, aos esforços logísticos e ao tempo necessário para a pavimentação e implementação do plano de manutenção.

**Proposta 2:**

- Médio/Alto Impacto: redução do tempo perdido e melhora da fluidez nas operações;
- Alto Esforço: custos financeiros elevados, pois envolve aquisição de novos equipamentos ou possíveis adaptações nos empilhadores existentes.

**Proposta 3:**

- Médio/Baixo Impacto: melhora a organização e a eficiência das descargas, reduzindo o *lead time* e o transporte desnecessário dos materiais para locais mais longe, porém, não acontece assim tão frequentemente;
- Baixo Esforço: esta sinalização requer poucos recursos e a implementação do *Kanban* é simples

**Proposta 4:**

- Médio/Alto Impacto: organiza melhor as receções, reduzindo tempos de espera e melhorando a fluidez no processo de receção;

- Baixo Esforço: a aplicação do *Kanban* é simples e pode ser feita com recursos mínimos, como um quadro físico ou digital.

**Proposta 5:**

- Alto Impacto: otimiza as operações repetitivas, reduzindo erros e desperdícios. O processo padronizado irá melhorar significativamente a produtividade e eficiência do *picking*;
- Baixo Esforço: não exige muito tempo para desenvolver os procedimentos e treinar os operadores, pois é um processo relativamente simples, e o custo financeiro é baixo.

**Proposta 6:**

- Alto Impacto: reduz consideravelmente o excesso de *stock* e otimiza o espaço físico, o que é fundamental;
- Alto Esforço: o JIT exige uma reorganização completa no processo de pedidos e na relação com fornecedores. Além de grandes esforços de coordenação e logística, este método é arriscado, e, por isso, tem de ser muito bem planejado e ajustado às realidades, garantindo sempre um *stock* de segurança.

**Proposta 7:**

- Alto Impacto: melhora em muito organização do espaço, reduzindo movimentações desnecessárias e gerando ambientes de trabalho mais eficientes e seguros;
- Alto Esforço: Implementar o 5S e reconfigurar o *layout* exige muito tempo e esforço de todos os colaboradores, além de eventuais custos financeiros para reorganizar o espaço.

Obteve-se assim a seguinte matriz, Figura 4.27.

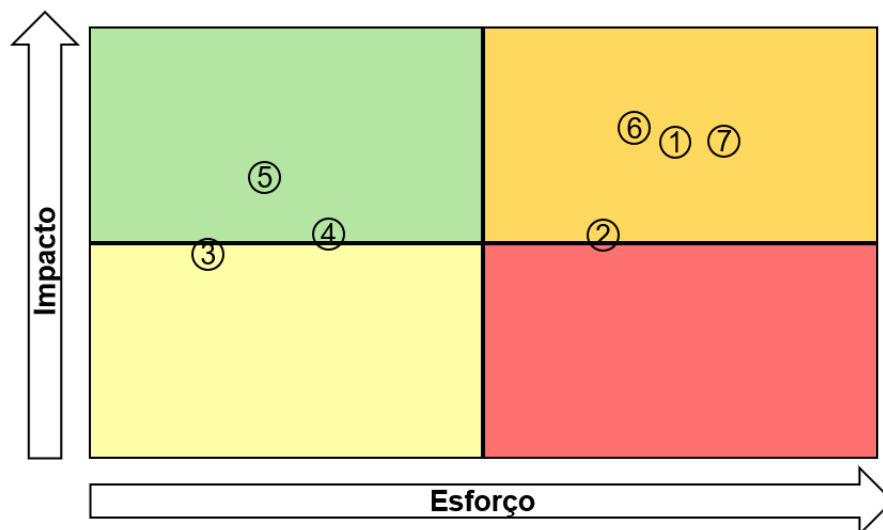


Figura 4.27 – Matriz Impacto/Esforço para as 7 Propostas de Melhoria

Concluindo, tendo em conta as avaliações feitas às propostas de melhoria refletidas na Figura 4.27, a proposta 5 deverá ser a primeira a ser implementada, seguida das propostas 3 e 4. As propostas 1, 6 e 7, mesmo tendo um grande impacto, devido ao seu alto esforço, devem ser implementadas apenas após uma análise detalhada de viabilidade, considerando os recursos disponíveis, os custos e o tempo necessário para as suas execuções. Por último, a proposta 2, devido ao seu elevado esforço e médio impacto, deve ser implementada numa fase futura.

## 5 Conclusões e trabalho futuro

Neste último capítulo são apresentadas as conclusões retiradas ao longo da realização desta dissertação e as propostas de trabalhos futuros.

### 5.1 Conclusões

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e apresentar o modelo PIAM estruturado em sete subfases, capaz de avaliar o desperdício e medir o desempenho dos processos operacionais de um armazém. O modelo classifica as atividades logísticas do armazém quanto ao seu nível *Lean* e permite integrar uma cultura de melhoria contínua.

Este modelo foi desenvolvido no contexto de logístico de armazéns, tendo assim a capacidade ser adaptado a qualquer tipo de armazém conforme as suas operações, necessidades e objetivos. Para além disso, este modelo tem ainda a possibilidade de ser ajustado à indústria de produção, mantendo a mesma estrutura, mas com as alterações necessárias ao setor produtivo.

A aplicação deste modelo a um armazém do grupo EDP revelou-se desafiadora, principalmente na definição dos KPIs, devido à complexidade deste ambiente. A diversidade de materiais, as operações não tão lineares, bem como a variabilidade das atividades diárias, tornaram o processo de avaliar as atividades e definir os KPIs mais difícil.

Contudo, o modelo proposto foi aplicado com sucesso a quatro atividades: Receção, *Picking*, Acumulação e Conferência e Armazenagem. Com base nos objetivos da empresa e nos dados recolhidos, os resultados obtidos foram muito semelhantes entre todas as atividades, indicando um desempenho global de 77%, ou seja, uma classificação considerada “*Lean*” para o armazém. Para além disso, foram ainda identificadas oportunidades de melhoria para melhorar esses resultados.

De um modo geral, o modelo PIAM provou ser uma abordagem eficaz, que, com base na metodologia *Lean*, conseguiu avaliar o desperdício e gerir o desempenho atual do armazém. Tratando-se de um ciclo contínuo, este modelo permite a sua reaplicação indefinidamente, possibilitando o controlo das melhorias implementadas, reavaliando os resultados nos novos dados recolhidos, e até mesmo a definição de novos KPIs.

Concluindo, com a elaboração desta dissertação, espera-se ter contribuído para destacar a importância da avaliação do desempenho em qualquer setor empresarial, a partir da medição de KPIs que sejam relevantes para os objetivos da organização, permitindo identificar desperdícios, e conseqüentemente eliminá-los.

## **5.2 Trabalho futuro**

Com o objetivo de promover uma cultura de melhoria contínua na organização, a proposta para trabalhos futuros incide, em primeiro lugar, na implementação das sugestões de melhoria apresentadas na última subfase do modelo, priorizando aquelas que têm maior impacto e que exigem menos esforços. Uma recomendação adicional seria ajustar a estrutura do modelo proposto, adicionando esta última implementação como uma subfase na etapa 'Melhorar', o que permitiria ter um modelo mais completo, que não só avalie o nível de desperdício do armazém, como também implemente as oportunidades de melhoria.

Após esse trabalho, recomenda-se que o ciclo PIAM seja reiniciado, incluindo todas as subfases. Isto permitirá não só avaliar se os KPIs analisados apresentam um aumento no desempenho e se as metas estabelecidas foram atingidas, como também definir novos KPIs que sejam considerados relevantes, caso ocorram mudanças nas atividades ou no ambiente do armazém. Assim será assegurado que os resultados reflitam as novas prioridades ou necessidades operacionais.

## Referências Bibliográficas

- Ballard, G. (2008). *Standard Work From a Lean Theory Perspective*.  
<https://www.researchgate.net/publication/228425542>
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2019). *Warehouse & Distribution Science*.  
[www.warehouse-science.com](http://www.warehouse-science.com)
- Bayou, M. E., & de Korvin, A. (2008). Measuring the leanness of manufacturing systems- A case study of Ford Motor Company and General Motors. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 25(4), 287–304.  
<https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2008.10.003>
- Berg, J. P. V. Den, & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Bittencourt, V. L., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2019). Lean Thinking contributions for Industry 4.0: A systematic literature review. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 904–909.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.310>
- Bozer, Y. A. (2012). *Developing and Adapting Lean Tools/Techniques to Build New Curriculum/Training Program in Warehousing and Logistics*.
- Brown, C. (2018). Why and how to employ the SIPOC model. Em *Journal of Business Continuity & Emergency Planning* (Vol. 12, Número 3).
- Caldeira, J. (2012). *100 Indicadores da Gestão - Key Performance Indicators*.
- Carvalho, J. C. de, Guedes, A., Arantes, A., Martins, A. L., Póvoa, A. P., Luís, C., Dias, E., Dias, J. C., de Menezes, J., Ferreira, L. M., Carvalho, M., Oliveira, R., Azevedo, S., & Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (EDIÇÕES SÍLABO, Ed.; 2ª Edição).
- Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management* (Pearson, Ed.; 5th Edition).
- Citeve. (2012). *Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV*.
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). *Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company* (pp. 001–012).  
<https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>

- Council of Supply Chain Management Professionals. (2013). *Council of Supply Chain Management Professionals - Supply Chain Management Terms and Glossary*. [https://cscmp.org/cscmp/educate/scm\\_definitions\\_and\\_glossary\\_of\\_terms.aspx](https://cscmp.org/cscmp/educate/scm_definitions_and_glossary_of_terms.aspx).  
Acedido em 15 de outubro de 2024.
- Creative Safety Supply. (2015). *The Art of Kanban*.
- Dekier, Ł. (2012). The Origins and Evolution of Lean Management System. *Journal of International Studies*.
- Dennis, P. (2008). *Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo*. (Bookman).
- EDP. (2024a). *Sobre nós*. <https://www.edp.com/pt-pt/sobre-nos>. Acedido em 19 de janeiro de 2024.
- EDP. (2024b). *Sobre nós - A nossa missão, os nossos compromissos, a nossa estratégia*. <https://edpon.edp.com/pt-pt/#/paginas/grupo-edp/43426/Sobre-nos>.  
Acedido em 19 de janeiro de 2024.
- Few, S. (2006). *Information Dashboard Design - The Effective Visual Communication of Data*.
- Fourie, C. J., & Umeh, N. E. (2017). Application of lean tools in the supply chain of a maintenance environment. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1), 176–189. <https://doi.org/10.7166/28-1-1507>
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2013). *Introduction to Logistics Systems Management* (John Wiley & Sons, Ed.; 2nd Edition).
- Hammarberg, M., & Sundén, J. (2014). *Kanban in Action*. Manning. [www.wowebook.com](http://www.wowebook.com)
- International Labour Organization. (2017). *Lean Manufacturing Techniques For Textile Industry*. [www.ilo.org/publns](http://www.ilo.org/publns)
- Islam, D. M. Z., Fabian Meier, J., Aditjandra, P. T., Zunder, T. H., & Pace, G. (2013). Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics*, 41(1), 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006>
- Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasinee, K. (2011). Business Intelligence and its Applications in the Public Healthcare System. *Article in Walailak Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.2004/wjst.v8i2.16>
- 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>
- Karásek, J. (2013). An Overview of Warehouse Optimization. *International Journal of Advances in Telecommunications, Electrotechnics, Signals and Systems*, 2(3). <https://doi.org/10.11601/ijates.v2i3.61>
- Kerzner, H. (2017). *Project management metrics, KPIs, and dashboards: a guide to measuring and monitoring project performance*.

- Kimberlee Leonard, & Rob Watts. (2024, Julho 9). *The Ultimate Guide To S.M.A.R.T. Goals*. <https://www.forbes.com/advisor/business/smart-goals/>.  
<https://www.forbes.com/advisor/business/smart-goals/>. Acedido em 31 de janeiro de 2024.
- Korponai, J., Tóth, Á. B., & Illés, B. (2017). The Effect of the Safety Stock on the Occurrence Probability of the Stock Shortage. *Management and Production Engineering Review*, 8(1), 69–77. <https://doi.org/10.1515/mper-2017-0008>
- Koster, R. de, Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2006). *Design and Control of Warehouse Order Picking: a literature review*. [www.erim.eur.nl](http://www.erim.eur.nl)
- Lai, N. Y. G., Wong, K. H., Halim, D., Lu, J., & Kang, H. S. (2019). Industry 4.0 Enhanced Lean Manufacturing. *8th International Conference on Industrial Technology and Management*.
- Liker, J. K. . (2004). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Lodgaard, E., & Aasland, K. E. (2011). AN EXAMINATION OF THE APPLICATION OF PLAN-DO-CHECK-ACT CYCLE IN PRODUCT DEVELOPMENT. Em *INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN*.
- Lohman, C., Fortuin, L., & Wouters, M. (2004). Designing a performance measurement system: A case study. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 267–286. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00918-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00918-9)
- Martin, T. D., & Bell, J. T. (2011). *New Horizons in Standardized Work: Techniques for Manufacturing and Business Process Improvement* (1st ed.). CRC Press.
- Meier, H., Lagemann, H., Morlock, F., & Rathmann, C. (2013). Key performance indicators for assessing the planning and delivery of industrial services. *Procedia CIRP*, 11, 99–104. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.07.056>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Misiurek, Bartosz. (2016). *Standardized work with TWI: eliminating human errors in production and service processes*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Moen, R., & Norman, C. (2009). *Evolution of the PDCA Cycle*. <https://www.anforq.org/activities/congresses/index.html>
- Mohamud, I. H., Abdul Kafi, M., Shahron, S. A., Zainuddin, N., & Musa, S. (2023). The Role of Warehouse Layout and Operations in Warehouse Efficiency: A Literature Review. *Journal Europeen des Systemes Automatises*, 56(1), 61–68. <https://doi.org/10.18280/jesa.560109>
- Moreira, E. (2002). *PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA PARA O ALINHAMENTO DAS AÇÕES OPERACIONAIS AOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, EM UMA GESTÃO*

*ORIENTADA POR INDICADORES DE DESEMPENHO*. Universidade Federal de Santa Catarina.

- Moyano-Fuentes, J., & Sacristán-Díaz, M. (2012). Learning on lean: A review of thinking and research. Em *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 32, Número 5, pp. 551–582). <https://doi.org/10.1108/01443571211226498>
- Naciri, L., Mouhib, Z., Gallab, M., Nali, M., Abbou, R., & Kebe, A. (2022). Lean and industry 4.0: A leading harmony. *Procedia Computer Science*, 200, 394–406. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.238>
- Obara, S., & Wilburn, D. (2012). *Reflections from the Inside Leaders on the Techniques That Revolutionized the Industry*.
- Ogbeiwi, O. (2017). Why written objectives need to be really SMART. *British Journal of Health Care Management*, 23(7), 324–336. <https://doi.org/10.12968/bjhc.2017.23.7.324>
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large scale production*'.
- Parmenter, D. (2010). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs* (2nd Edition). John Wiley & Sons.
- Phogat, S. (2013). INTRODUCTION TO JIT: A REVIEW. Em *Article in International Journal of Latest Research in Science and Technology* (Vol. 188). <http://www.mnkjournals.com/ijlrst.htm>
- Pourasiabi, H., & Pourasiabi, H. (2012). Just In Time (JIT) Production and Supply Chain Management. Em *International Iron & Steel Symposium*. <https://www.researchgate.net/publication/341965168>
- Reid, R. D., & Sanders, N. R. (2011). *Operations Management: An Integrated Approach* (4th Edition).
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Richards, G. (2014). *Warehouse Management - A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse* (2nd Edition).
- Rushton, Alan., Croucher, Phil., & Baker, Peter. (2014). *The handbook of logistics and distribution management : understanding the supply chain*. Kogan Page.
- Setiawan, I., & Purba, H. H. (2020). A Systematic Literature Review of Key Performance Indicators (KPIs) Implementation. *Journal of Industrial Engineering and Management*. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i3.79>
- Simon, R. W., & Canacari, E. G. (2012). A Practical guide to applying lean tools and management principles to health care improvement projects. *AORN Journal*, 95(1), 85–103. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2011.05.021>

- Sokovic, M., Pavletic, D., KERN Pipan, K., Sokovic, M., Pavletic, D., & Kern Pipan, K. (2010). Quality Improvement Methodologies-PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. Em *Article in Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering* (Vol. 43, Número 1). [www.journalamme.org](http://www.journalamme.org)
- Staudt, F. H., Mascolo, M. Di, Alpan, G., Rodriguez, C. M. T., Mascolo, D. I., Alpan, M., & Rodriguez. (2014). *Warehouse performance measurement: classification and mathematical expressions of indicators*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4214.7207>
- Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>
- Taghavi, V. (2022). *Implementation and Introduction Barriers of Industry 4.0 with Canadian Lean Mature Aerospace Manufacturing Companies*.
- Tasdemir, C., Gazo, R., & Quesada, H. J. (2020). Sustainability benchmarking tool (SBT): theoretical and conceptual model proposition of a composite framework. *Environment, Development and Sustainability*, 22(7), 6755–6797. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00512-3>
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. Em *Journal of Manufacturing Technology Management* (Vol. 27, Número 6, pp. 766–799). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Thangarajoo, Y., & Smith, A. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 04(02). <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>
- Trieflinger, S., Munch, J., Bogazkoy, E., Eissler, P., Schneider, J., & Roling, B. (2021, Junho 21). How to prioritize your product roadmap when everything feels important: A grey literature review. *2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2021 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC52061.2021.9570243>
- Vieira, M. I. P., Laureano, R. M. S., & Pedrosa, I. M. M. (2018). Monitoring performance through Dashboards. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2018-June*, 1–6. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399476>
- Voehl, F., Harrington, • H James, Mignosa, C., & Charron, R. (2014). *LEAN SIX SIGMA BLACK BELT HANDBOOK Tools and Methods for Process Acceleration*.
- Wagner, T., Herrmann, C., & Thiede, S. (2017). Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*, 63, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.041>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (Free Press, Ed.).