



NOVA
NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
MECÂNICA E INDUSTRIAL

FRANCISCO MIGUEL JUSTINO MARQUES

Licenciado em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

Desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua aplicado num armazém de uma PME

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

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2024



Desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua aplicado num armazém de uma PME

FRANCISCO MIGUEL JUSTINO MARQUES

Licenciado em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Doutora Susana Carla Vieira Lino Medina Duarte
Professora Auxiliar, Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutor Rogério Salema Araújo Puga Leal
Professor Associado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade NOVA de Lisboa

Arguentes: Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel,
Professora Auxiliar na Escola de Engenharia da Universidade do
Minho

Orientador: Doutora Susana Carla Vieira Lino Medina Duarte,
Professora Auxiliar na Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade NOVA de Lisboa

Desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua aplicado num armazém de uma PME

Copyright © Francisco Miguel Justino Marques, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha orientadora, Professora Doutora Susana Duarte, pela disponibilidade, conhecimento partilhado, ajuda e contributo dado durante a realização da dissertação, que foi essencial para o sucesso desta etapa.

Quero agradecer à Aquaservice pela confiança e pela oportunidade de realizar o estágio e dissertação, pela experiência e por todos os conhecimentos adquiridos. Um agradecimento em primeiro lugar a todos os colaboradores da empresa pela receção, e um especial agradecimento ao diretor geral, Eng. Nuno Justino, ao meu orientador na empresa Tiago Machacaz e também à Filipa Pires, pela paciência, pela confiança e pelo apoio.

A todos os meus familiares que são o meu pilar, pelo apoio emocional e motivacional, que foi vital em cada passo deste percurso. Um agradecimento especial à minha mãe, pai, madrasta e padrasto por todos os conselhos e apoio durante esta fase. Igualmente, agradeço à minha avó e irmã por todas as ajudas e momentos, e também à minha sobrinha pela alegria que transmite.

Aos amigos que fiz durante este percurso académico, que foram essenciais para que estes cinco anos fossem bem passados, mais leves, e pela ajuda durante esta etapa. Levo destes anos histórias e em especial grandes amizades que levo para o resto da minha vida.

Por último, mas não menos importante, quero também agradecer aos meus amigos que me acompanham desde a escola, por estarem sempre presentes e por continuarem a ser uma parte essencial do meu percurso.

RESUMO

No contexto atual, as empresas, especialmente as PMEs, enfrentam a necessidade de se manterem competitivas, mantendo os seus processos atualizados através de melhoria contínua. Neste estudo foi desenvolvido um modelo cíclico de melhoria contínua, composto por sete fases, para melhorar os processos de uma área funcional de uma empresa. Posteriormente, este modelo foi aplicado, utilizando a metodologia estudo de caso, nos processos de armazém de uma empresa do setor de tratamento de águas, com o objetivo de melhorar os processos realizados e promover uma cultura de melhoria contínua.

A aplicação do modelo iniciou-se com a análise e mapeamento dos processos por meio de fluxogramas. Para definir uma linha de base, foram criados dois *value stream mapping* (VSM) e estabelecidos indicadores de desempenho (KPI). A partir destes dados, foram identificadas áreas de melhoria e as principais causas de ineficiências no armazém. Com base nos problemas identificados, foram desenvolvidas e implementadas propostas de melhoria, realizando-se novas medições para refazer os VSMs e recalcular os KPIs, avaliando os resultados das melhorias implementadas.

Este modelo baseado em princípios *Lean*, provou ser eficaz na melhoria dos processos, proporcionando ganhos operacionais, uma vez que os resultados obtidos demonstraram melhorias significativas nos processos do armazém. Foram alcançadas reduções de tempos, como a redução do *lead time* do processo de receção de mercadorias onde houve uma redução de 14 para 6 horas. Também foram obtidos ganhos no processo de *picking*, sofrendo uma redução em 21% no tempo por encomenda realizada, passando também a ser realizado de forma mais autónoma e com menos erros de separação dos produtos. Adicionalmente, foram observadas melhorias na precisão do stock e no aumento do número de locais de armazenamento.

Palavras chave: *Lean*, *Lean Warehousing*, Melhoria contínua, Modelo, VSM, Análise ABC

ABSTRACT

In the current context, companies, especially SMEs, face the need to remain competitive, keeping its processes up to date through continuous improvement. In this study, a seven-step cyclical continuous improvement model, was developed to improve the processes in a company's area. Subsequently, this model was applied, using the case study methodology, in the warehouse of a water treatment company, with the aim of improving the processes carried out and promoting a culture of continuous improvement.

The model application began with the analysis and mapping of the processes using flowcharts. To establish a baseline, two value stream mappings (VSM) were created, and key performance indicators (KPI) were defined. From this data, areas for improvement were identified, as well as the main causes of inefficiencies in the warehouse. Based on the identified problems, improvement proposals were developed and implemented, with new measurements being taken to recreate the VSMs and recalculate the KPIs, evaluating the results of the improvements.

This model, based on Lean principles, proved effective in improving processes, providing operational gains, as the results obtained showed significant improvements in the warehouse processes. Time reductions were achieved, such as decrease in the lead time of the goods receiving process, which decreased from 14 to 6 hours. Gains were also made in the picking process, with a 21% reduction in time per separated order, which is now carried out more autonomously and with fewer product separation errors. Additionally, improvements were also observed in stock accuracy and an increase in the number of storage locations.

Keywords: Lean, Lean Warehousing, Continuous improvement, Model, VSM, ABC analysis

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Enquadramento do tema.....	1
1.2	Motivação e objetivo.....	3
1.3	Metodologia de trabalho	3
1.4	Estrutura da dissertação.....	5
2	MELHORIA CONTÍNUA EM ARMAZÉNS	7
2.1	Armazém.....	7
2.1.1	Tipos de armazém.....	8
2.1.2	Atividades de um armazém.....	9
2.1.3	Políticas de armazenamento.....	10
2.1.4	Análise ABC.....	12
2.1.5	Dimensionamento de um armazém.....	14
2.1.6	Níveis de automação.....	16
2.1.7	Principais indicadores de desempenho	18
2.2	Filosofia <i>Lean</i>	20
2.2.1	Benefícios e motivação para implementar <i>Lean</i>	21
2.2.2	Barreiras e dificuldades à implementação de <i>Lean</i>	21
2.3	<i>Lean</i> aplicado em armazéns (<i>Lean Warehousing</i>).....	22
2.4	Principais desperdícios em <i>Lean Warehousing</i>	29
2.5	Ferramentas e métodos	31

2.5.1	Gestão visual	31
2.5.2	5S	31
2.5.3	Padronização do trabalho	33
2.5.4	<i>Value Stream Mapping</i>	33
2.5.5	5W	34
2.5.6	Fluxograma	35
2.5.7	Diagrama de Ishikawa.....	35
2.5.8	Brainstorming.....	36
3	MODELO CONCEPTUAL E EMPRESA ESTUDO DE CASO	37
3.1	Análise de modelos existentes na literatura.....	37
3.2	Modelo conceptual.....	39
3.3	Empresa estudo de caso.....	43
3.3.1	Atividade da empresa	44
3.3.2	Descrição do local em estudo	44
3.4	Aplicação das fases 1, 2 e 3 do modelo.....	45
3.5	Caracterização do estado atual (Fase 1)	45
3.5.1	Caracterização geral dos processos	45
3.5.2	Análise dos processos.....	48
3.6	Medição do desempenho do estado atual (Fase 2).....	55
3.6.1	VSM do estado atual.....	56
3.6.2	Indicadores de desempenho do estado atual.....	60
3.7	Identificação de problemas e causa-raiz (Fase 3)	66
4	PROPOSTAS DE MELHORIA E IMPLEMENTAÇÃO.....	71
4.1	Aplicação das fases 4, 5, 6 e 7 do modelo	71
4.2	Propostas de melhoria (Fase 4).....	71
4.2.1	Padronizar processos	71
4.2.2	5S e gestão visual.....	72

4.2.3	Mapa de encomendas	73
4.2.4	Priorizar artigos através da análise ABC	74
4.2.5	Reorganizar armazém consoante a análise ABC	74
4.2.6	<i>Dashboard</i> com informação.....	74
4.2.7	Etiquetar os artigos.....	75
4.2.8	Reduzir referências duplicadas.....	75
4.3	Implementação das propostas de melhoria (Fase 5).....	75
4.3.1	Padronizar o processo de receção de mercadorias.....	75
4.3.2	Padronizar o processo de encomendas de clientes.....	77
4.3.3	Identificar as zonas do armazém.....	78
4.3.4	Organizar a zona de consumíveis	78
4.3.5	Organizar a zona de recolha de material para amostras	78
4.3.6	Organizar e identificar a zona dos filtros	79
4.3.7	Mapa de encomendas	80
4.3.8	Priorização de artigos através da análise ABC.....	81
4.3.9	Reorganizar armazém consoante o ABC	83
4.3.10	<i>Dashboard</i> com informação.....	87
4.4	Medição de desempenho do novo estado e comparação de resultados (Fase 6)....	88
4.4.1	VSM dos processos (P1) e (P2).....	88
4.4.2	VSM dos processos (P3), (P4) e (P5).....	90
4.4.3	KPI.....	92
4.5	Monitorização e padronização das melhorias implementadas (Fase 7).....	94
5	CONCLUSÃO	95
5.1	Conclusões	95
5.2	Limitações do estudo.....	96
5.3	Trabalhos futuros.....	97
	BIBLIOGRAFIA.....	99

ANEXOS	111
Anexo A - Exemplo de medição do VSM (Tempo de abertura e impressão das ECs).....	112
Anexo B - Cálculo dos KPIs (Fase 2).....	113
Anexo C - <i>Template</i> para realizar encomendas de cliente.....	114
Anexo D - Exemplo Mapa de Encomendas.....	115
Anexo E - Tabela para análise ABC.....	116
Anexo F - <i>Dashboard</i> criado.....	121
Anexo G - Cálculo dos KPIs (Fase 6).....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Passos realizados durante o estudo.....	4
Figura 2.1 - Exemplo de uma curva ABC com o critério valor de uso.....	13
Figura 2.2 - Esquema da política de armazenamento ABC Horizontal/ABC Vertical.....	15
Figura 3.1 - Esquema das fases que constituem o Modelo Conceptual	40
Figura 3.2 - Principais processos realizados no armazém.....	46
Figura 3.3 - Fluxograma das atividades desde a colocação de um pedido até à expedição	47
Figura 3.4 - Esquema do layout do armazém.....	49
Figura 3.5 - Fluxograma das atividades presentes nos processos (P1) e (P2).....	52
Figura 3.6 - Fluxograma das atividades presentes nos processos (P3), (P4) e (P5).....	54
Figura 3.7 - VSM atual dos processos (P1) e (P2).....	57
Figura 3.8 - VSM atual dos processos (P3), (P4) e (P5).....	58
Figura 3.9 - Divisão de tempo pelas atividades do processo de <i>picking</i>	60
Figura 3.10 - Diagrama de Ishikawa das causas de ineficiências no armazém.....	67
Figura 4.1 - Fluxograma do processo de receção de mercadorias.....	76
Figura 4.2 - Mudanças na zona de recolha de material para amostras.....	79
Figura 4.3 - Mudanças na zona dos filtros.....	80
Figura 4.4 - Gráfico da curva da Análise ABC	82
Figura 4.5 - Organização dos produtos no armazém consoante a sua classe (estado inicial)..	84
Figura 4.6 - Organização dos produtos no armazém consoante a sua classe com base no ABC Vertical (proposta).....	86
Figura 4.7 - VSM dos processos (P1) e (P2) após melhorias.....	90
Figura 4.8 - VSM dos processos (P3), (P4) e (P5) após melhorias.....	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Principais indicadores de desempenho	19
Tabela 2.2 - Tabela resumo de revisão da literatura de estudos publicados	24
Tabela 2.3 - Desperdícios de um armazém	30
Tabela 3.1 - Número de operadores por função.....	45
Tabela 3.2 - Medição dos indicadores de desempenho selecionados	65
Tabela 4.1 - Dados da análise ABC por classe.....	82
Tabela 4.2 - Número de produtos das diferentes classes em cada nível (estado inicial)	84
Tabela 4.3 - Número de produtos das diferentes classes em cada nível (proposta melhoria).86	
Tabela 4.4 - Medição dos indicadores de desempenho selecionados após melhorias.....	93

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
5W	5 Whys
BPM	<i>Business process modeling</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
EC	Encomenda de cliente
ERP	<i>Enterprise resource planning</i>
GT	Guia de transporte
KPI	<i>Key performance indicator</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PME	Pequena e média empresa
RFID	<i>Radio frequency identification</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
UML	<i>Unified modeling language</i>
VSM	<i>Value stream mapping</i>
WMS	<i>Warehouse management system</i>

INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório será feito um enquadramento do tema que abrange este estudo, será explicada a motivação e o objetivo de estudo, a metodologia de trabalho adotada e por fim uma pequena descrição da estrutura que acompanhará este documento.

1.1 Enquadramento do tema

Os armazéns desempenham um papel crucial em toda a cadeia de abastecimento, constituído por entidades, isto é, fornecedores, produtores e clientes (Buntak et al., 2019; Gu et al., 2007; Lanza et al., 2023). Os produtos são recebidos, armazenados e distribuídos, garantindo que as encomendas aceites são satisfeitas, sem erros e sem atrasos (Mustafa et al., 2013).

Na era da Indústria 4.0, os armazéns enfrentam novos desafios, forçando as organizações a reduzir os seus custos, enquanto aumentam a satisfação do cliente. Devido à competitividade atual, a eficiência operacional dos armazéns é essencial para garantir um bom nível de serviço (Bolaños-Zuñiga et al., 2023; Sangsane & Vanichchinchai, 2021), sendo de elevada importância alcançar um equilíbrio entre a eficiência e os custos (Bolaños-Zuñiga et al., 2023). A variabilidade da procura, sazonalidade e incertezas no tempo de transporte, são alguns dos desafios enfrentados (Berg & Zijm, 1999). Devido a estas causas, existe a necessidade de constituir stock nos armazéns, de modo a lidar com a procura dos clientes (Baby et al., 2018; Gu et al., 2007; Mustafa et al., 2013).

As principais atividades realizadas nestes locais são a receção, armazenamento, *picking*, acondicionamento e expedição, sendo que é necessário que estas atividades sejam desempenhadas da forma mais eficiente possível, de modo a prestar serviços de qualidade (Bolaños-Zuñiga et al., 2023; Lanza et al., 2023). Dessas atividades, o *picking*, que consiste em separar os

produtos corretos para satisfazer uma encomenda, é a atividade prioritária. Muitas vezes é considerada como um ponto chave para melhorar a produtividade e reduzir os custos operacionais, uma vez que é a atividade mais intensiva (Bolaños-Zuñiga et al., 2023; Lanza et al., 2023). Existem diversas decisões que têm de ser tomadas num armazém, que influenciam diretamente o seu funcionamento e o desempenho das restantes atividades, como escolha de um layout e política de armazenamento adequada (Berg & Zijm, 1999).

Dada a crescente procura por uma ampla variedade de produtos e redução dos tempos de resposta, a necessidade de garantir o bom funcionamento dos armazéns tem aumentado (Martins et al., 2020). Devido à grande importância dos armazéns e de modo a responder a essa necessidade, as empresas têm efetuado esforços para melhorar o seu funcionamento (Carmignani & Zammori, 2015; Faveto et al., 2021; Sangsane & Vanichchinchai, 2021).

Com o objetivo de melhorar o desempenho dos armazéns e conseqüentemente da cadeia de abastecimento, surge a integração da filosofia *Lean* neste ambiente, denominado de "*Lean Warehousing*" (Abushaikha et al., 2018).

A filosofia *Lean*, introduzida inicialmente num contexto industrial, no sistema produtivo da Toyota, tem como objetivo principal a identificação e eliminação de desperdícios nos processos produtivos (Baby et al., 2018; Martins et al., 2020; Mustafa et al., 2013). O *Lean*, desde então, foi implementado noutros contextos como serviços, tendo-se mostrado igualmente eficaz, apesar das diferenças significativas nesses ambientes (Abushaikha et al., 2018). A adaptabilidade das ferramentas *Lean*, possibilitou a sua implementação bem sucedida nos armazéns, dando origem ao *Lean Warehousing*, motivado pelo elevado número de desperdícios sentidos nestes locais (Bolaños-Zuñiga et al., 2023).

A sua aplicação nos armazéns surge com o objetivo de maximizar as atividades geradoras de valor, ao reduzir e eliminar desperdícios, como sobreprocessamento, *lead time* e stocks (Abushaikha et al., 2018; Martins et al., 2020; Tahboub & Salhieh, 2019).

O *Lean Warehousing* traz alguns desafios, como a adaptação dos princípios desta filosofia a este contexto, onde o stock é necessário para lidar com a procura dos clientes (Bozer, 2012; Gu et al., 2007). Contudo existem diversos benefícios, como maior flexibilidade, melhor utilização dos locais de armazenamento, melhor gestão de stocks, melhor serviço para os clientes e reduções dos tempos de *picking*, contribuindo para reduzir os custos operacionais e aumentar a eficiência do armazém (Baby et al., 2018; Bolaños-Zuñiga et al., 2023; Mustafa et al., 2013). Os princípios *Lean* se corretamente aplicados nos processos principais, permitem ter serviços competitivos a menores custos, gerando vantagens competitivas (Carmignani & Zammori, 2015; Martins et al., 2020).

1.2 Motivação e objetivo

O presente estudo tem como principal objetivo o desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua para melhorar os processos em qualquer área funcional de uma empresa.

De modo a cumprir esse objetivo, pretende-se primeiramente, definir um modelo conceptual genérico e, em seguida, testá-lo ao aplicá-lo no armazém de uma PME do setor de tratamento de águas. A aplicação do modelo visa promover uma cultura de melhoria contínua através da padronização do trabalho, redução de desperdícios e consequentemente melhoria dos processos. Inicialmente não havia uma área de atuação definida na empresa intervencionada, contudo optou-se por aplicar o modelo entre o departamento da logística e o armazém, considerando que essas áreas têm um grande impacto no desempenho geral de toda a organização.

Pretende-se estabelecer passos claros para a aplicação regular do modelo, permitindo que tanto a empresa onde foi aplicado, assim como outras, em diferentes áreas de atuação, possam adotá-lo periodicamente, alcançando os resultados esperados.

1.3 Metodologia de trabalho

Após a identificação do tema que abrange a dissertação e o estabelecimento dos objetivos de estudo, é necessário desenvolver uma metodologia de trabalho que acompanhe e oriente a sua evolução e que permita alcançar os objetivos propostos.

De modo a atingi-los é utilizada a metodologia estudo de caso, uma vez que pode ser utilizada quando se pretende entender e resolver problemas específicos numa organização, através do desenvolvimento de uma solução adequada, para resolver os problemas identificados (Yin, 2003).

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica, tendo sido analisada literatura existente com o objetivo de aprofundar o conhecimento nas áreas que abrangem o tema selecionado, e determinar as etapas que o estudo de caso deve seguir. Utilizou-se para a pesquisa bases de indexação como o Scopus e o WebOfScience, recolhendo artigos dos temas necessários.

Numa primeira fase de pesquisa, com o objetivo de entender o funcionamento geral dos armazéns e os aspetos que influenciam o seu funcionamento, foi efetuada uma pesquisa utilizando palavras-chave como: "*Warehouse*", "*Warehouse Management*", "*Performance indicators*", "*Distribution Warehouse*". Nesta fase foram estudados aspetos de um armazém, como os diferentes tipos de armazém, as principais atividades realizadas, as políticas de

armazenamento existentes, o impacto de um dimensionamento correto do armazém, os níveis de automação existentes e os principais indicadores de desempenho comumente utilizados.

Posteriormente foi efetuada uma pesquisa sobre a filosofia *Lean*, utilizando "*Lean*", "*Lean Implementation*", "*Lean Barriers*", "*Critical Success Factors*" como palavras-chave, de modo a explicar brevemente a base por detrás desta filosofia, os principais benefícios e as barreiras inerentes à sua implementação.

A seguinte pesquisa foi realizada ao integrar os temas previamente estudados, denominado de "*Lean Warehousing*", com o objetivo de entender o estado atual da literatura sobre este tema. Foram analisadas as práticas mais comuns, isto é, os principais métodos e ferramentas utilizadas nos estudos e também os principais resultados obtidos.

A fase seguinte do trabalho foi o desenvolvimento de um modelo conceptual a ser aplicado e validado durante o estudo de caso. Apesar de existir a possibilidade de ser aplicado em qualquer área de uma empresa, o desenvolvimento do modelo teve por base outros modelos já aplicados em armazéns. Foi feita uma análise desses modelos, observando os objetivos da sua aplicação, as fases que o compõem e as principais ferramentas aplicadas.

Este modelo é composto por sete fases, tendo sido aplicado no armazém de uma empresa do setor de tratamento de águas. Durante o estudo de caso foram descritos os processos em estudo, e o estado atual dos mesmos foi avaliado através de medições de tempo e de KPIs, sendo que com base nesses resultados foram identificados os principais problemas existentes nesses processos. Com base nesses problemas foram propostas possíveis melhorias, implementando algumas dessas. Após essa implementação, as medições de tempo e dos indicadores foram reavaliadas, avaliando o impacto das alterações implementadas. Por fim a última fase deste modelo passa por monitorizar e padronizar as alterações feitas. Na figura 1.1 encontra-se de forma resumida todos os passos realizados durante este estudo.

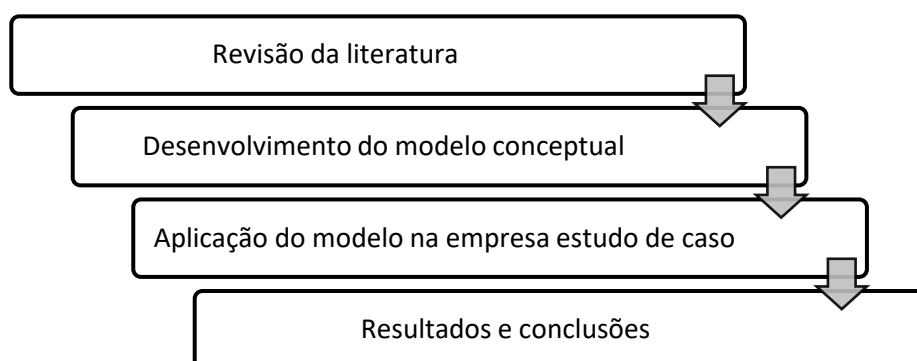


Figura 1.1 - Passos realizados durante o estudo

1.4 Estrutura da dissertação

O presente documento encontra-se organizado em 5 capítulos.

O primeiro capítulo é introdutório, contendo um breve enquadramento do tema em estudo, a motivação e objetivo de estudo, e a metodologia de trabalho adotada.

O capítulo 2 contém a base teórica, sendo apresentados temas com relevância para o estudo nomeadamente: armazém e diversos conceitos associados, filosofia *Lean*, *Lean Warehousing*, onde se encontra uma tabela resumo de revisão da literatura de estudos neste âmbito. Finalmente foram descritas as principais ferramentas *Lean* utilizadas neste contexto.

No capítulo 3 é feita uma análise de modelos já aplicados em armazéns, e foi desenvolvido um modelo a ser aplicado durante este estudo. Foi feita uma descrição da empresa e da sua atividade, onde o estudo de caso foi desenvolvido. Neste mesmo capítulo iniciou-se a aplicação do modelo, aplicando as três primeiras fases: 1) "Caracterização do estado atual", 2) "Medição do desempenho do estado atual" e 3) "Identificação de problemas e causas-raiz".

No capítulo 4 foram aplicadas as restantes fases do modelo: 4) "Propostas de melhoria", 5) "Implementação das melhorias propostas", 6) "Medição de desempenho do novo estado e comparação de resultados", 7) "Monitorização e padronização das melhorias implementadas".

No último capítulo apresentam-se as conclusões do estudo, as limitações existentes e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros a realizar.

MELHORIA CONTÍNUA EM ARMAZÉNS

No presente capítulo é feita uma descrição teórica dos principais conceitos utilizados no estudo de caso, além disso, fez-se uma análise de artigos científicos publicados acerca dos temas em estudo, com o objetivo de entender as práticas mais comuns e os principais resultados obtidos. Pretende-se desta forma contribuir para a literatura existente sobre *Lean Warehousing*.

2.1 Armazém

Os armazéns desempenham uma função de suporte crucial na operação de muitas empresas (Tahboub & Salhieh, 2019), sendo fundamentais na produção, logística e prestação de serviços (Faveto et al., 2021). Todos os armazéns são diferentes, divergindo em aspetos como o tipo, atividades desempenhadas, políticas de armazenamento utilizadas e no nível de tecnologia adotada.

A função de um armazém é encomendar e armazenar produtos, para serem posteriormente organizados e expedidos de acordo com as encomendas de diferentes clientes (Tahboub & Salhieh, 2019). Devido ao seu crescente impacto nas operações das empresas, e ao elevado número de desperdícios que ocorrem nestes locais, existe uma tendência crescente de realizar esforços para melhorar os armazéns (Faveto et al., 2021). Estes tornam-se uma parte inevitável do negócio nos casos em que a procura por parte dos clientes é irregular, ou quando a dificuldade de prever os prazos de entrega é elevada (Abhishek & Pratap, 2020).

A escolha de um bom layout e de uma política de armazenamento adequada afeta diretamente a eficiência do armazém. Essas melhorias são obtidas através da redução do número

de erros durante o armazenamento e o *picking*, levando a um aumento do número de encomendas satisfeitas sem erros e dentro do prazo (Sangsane & Vanichchinchai, 2021).

Por outro lado, uma gestão incorreta do armazém pode levar a aumentos de custos, sendo que o excesso ou falta de stock é uma causa significativa (Sangsane & Vanichchinchai, 2021). Apesar do stock ser um gerador de desperdícios, é um requisito necessário para que a empresa lide com variações de procura (Garcia, 2004). Deste modo deve-se estabelecer um equilíbrio, sendo que uma boa utilização do armazém pode melhorar tanto o nível de serviço ao cliente, como reduzir esses custos (Martins et al., 2020).

2.1.1 Tipos de armazém

Os armazéns podem ser distinguidos em três tipos principais, consoante diferentes características da sua atividade, sendo estes os seguintes: armazém de distribuição, armazém de produção e armazém de contrato (Berg & Zijm, 1999). Todos estes tipos de armazéns têm em comum a realização de uma quantidade elevada de atividades que não acrescentam valor, ou seja, que não contribuem para um melhor desempenho do armazém nem para aumentar a satisfação do cliente (De Jesus Pacheco et al., 2023).

- Armazém de distribuição

Um armazém de distribuição é responsável pela receção de mercadorias de diferentes fornecedores, o seu armazenamento, separação dos produtos e posterior expedição para os clientes (Berg & Zijm, 1999). Existem atividades comuns que abrangem a maioria dos armazéns de distribuição, sendo estas, atividades de descarregar a mercadoria, separá-la e arrumá-la nos respetivos locais, *picking* e o acondicionamento dos produtos para satisfazer uma encomenda e a respetiva entrega ou carregamento no meio de transporte (De Jesus Pacheco et al., 2023).

- Armazém de produção

O objetivo deste tipo de armazém é servir de suporte para uma unidade de produção. Procura-se garantir o abastecimento contínuo dos materiais necessários para essa operação, assegurando que não existem faltas de material, levando a uma produção sem interrupções. Estes armazéns estão tipicamente localizados perto da unidade de produção ou diretamente conectados, sendo responsáveis pelo armazenamento de matéria-prima, componentes, produtos semiacabados e acabados (Berg & Zijm, 1999; Faveto et al., 2021).

- Armazém de contrato

Um armazém de contrato funciona através de um acordo entre o armazém e um ou mais clientes, tornando-se responsável por realizar todas as operações de armazenamento. Este tipo

de armazém representa uma alternativa a um armazém próprio, uma vez que requer menos investimento inicial (Berg & Zijm, 1999; Faveto et al., 2021).

2.1.2 Atividades de um armazém

De modo a garantir um funcionamento correto de toda a operação dos armazéns, diversas atividades chave são realizadas, sendo essas as seguintes: receção de mercadoria, armazenamento dos produtos, *picking* ou separação de pedidos, acondicionamento e expedição (Staudt et al., 2015).

- Receção de mercadoria

A primeira etapa é a receção de mercadoria, nesta fase os produtos são descarregados dos veículos de transporte, com recurso a equipamentos como a empilhadora. Após a descarga, a mercadoria é conferida, verificando-se a conformidade com o pedido, isto é, se a quantidade de cada produto rececionado coincide com a quantidade pedida, ou seja, se não existe mercadoria em falta ou quantidades erradas, sendo também feita uma verificação da qualidade desses produtos (Richards, 2014). Uma boa prática é registar os produtos recebidos no sistema de gestão do armazém, permitindo uma gestão mais fidedigna do stock. Fatores como a falta de espaço para descarregar a mercadoria ou até mesmo as condições meteorológicas podem influenciar esta atividade (De Jesus Pacheco et al., 2023).

- Armazenamento

Após a receção da mercadoria, é realizado o seu armazenamento. Os produtos recebidos são armazenados nos locais designados dentro do armazém, para serem posteriormente separados para satisfazer encomendas. A sua organização é fundamental para garantir boa acessibilidade, de modo a facilitar a movimentação e reduzir possíveis danos materiais e físicos (De Jesus Pacheco et al., 2023).

- Picking

A terceira atividade é a separação de pedidos ou *picking*, sendo geralmente a atividade mais demorada num armazém (Silva et al., 2022). A separação dos produtos é realizada com recurso a uma lista, que identifica as quantidades corretas de cada produto para satisfazer um pedido de um cliente (De Jesus Pacheco et al., 2023). Por norma os armazéns recebem os produtos dos fornecedores em grandes quantidades, como paletes, porém as encomendas dos clientes tendem a ser em menores quantidades, como produtos unitários ou caixas. Desta forma, a atividade de separação é muito desgastante comparando com a receção de mercadoria (Silva et al., 2022). Aspetos como o conhecimento dos locais onde cada produto está

armazenado tem uma influência positiva no *picking*, ao contrário da falta de informação do stock disponível que influencia de forma negativa (De Jesus Pacheco et al., 2023).

Existem diversos métodos utilizados na preparação dos pedidos, como a separação de um pedido único (*picking by order*), separação de um artigo para múltiplas encomendas (*picking by article*) e recolha por zonas do armazém (*zone picking*). Na primeira o operador é responsável pelo *picking* dos artigos para satisfazer um pedido, enquanto que, no *picking by article*, o operador é responsável por efetuar o *picking* do mesmo artigo para completar diversos pedidos, fazendo a sua separação pelas diferentes encomendas posteriormente (Chan & Chan, 2011).

- Acondicionamento

Após o *picking* é necessário preparar os produtos para serem expedidos, estes são embalados, protegidos e etiquetados para garantir a sua integridade durante o transporte e a entrega no local correto (De Jesus Pacheco et al., 2023; Ten Hompel & Schmidt, 2007).

- Expedição

Já com os produtos separados e embalados é possível proceder à expedição. Esta pode ser efetuada com recurso a um transporte interno ou a uma transportadora subcontratada. A mercadoria separada é carregada no meio de transporte e é fornecida a documentação necessária para o transporte dessa carga (De Jesus Pacheco et al., 2023; Ten Hompel & Schmidt, 2007).

2.1.3 Políticas de armazenamento

Devido às diferenças entre as quantidades recebidas pelos fornecedores e solicitadas pelos clientes, é essencial organizar os produtos adequadamente, para facilitar o processo de *picking* e satisfazer as encomendas dos clientes, ou seja, torna-se necessária a arrumação desses produtos antes de se proceder à sua venda (Silva et al., 2022).

As políticas de armazenamento influenciam o processo de armazenamento e de *picking*, pelo que é possível melhorar significativamente o seu desempenho e reduzir tempos e distâncias percorridas, ao selecionar uma política de armazenamento adequada (Adil et al., 2010; Chan & Chan, 2011), uma vez que, quando os produtos são corretamente armazenados esses processos são facilitados (Truong et al., 2018). O *picking* das encomendas é frequentemente considerado como a atividade mais importante de um armazém, representando cerca de 55% dos custos operacionais, sendo que qualquer ineficiência nesta atividade pode levar a um serviço pouco satisfatório e a um elevado custo operacional para o armazém (Le-Duc * & De Koster, 2005; Truong et al., 2018).

Os locais de armazenamento dos produtos são influenciados por diversos fatores, como a política de armazenamento selecionada, o layout do armazém, o método utilizado para realizar o *picking* das encomendas, as características dos produtos e tendências de procura (Chan & Chan, 2011; Lanza et al., 2023).

Existem várias políticas de armazenamento, ou seja, diferentes métodos de atribuir os produtos aos locais de armazenamento, sendo utilizadas para determinar como e onde os produtos devem ser armazenados num armazém. Essas políticas desempenham um papel crucial para melhorar a eficiência operacional do armazém e melhorar o processo de *picking*. As políticas de armazenamento mais comuns são as seguintes: armazenamento aleatório, localização disponível mais próxima, armazenamento dedicado e armazenamento baseado em classes (Boysen & De Koster, 2024).

- Armazenamento Aleatório

Neste tipo de armazenamento, os produtos recebidos são armazenados sem uma lógica específica, ou seja, são colocados aleatoriamente em qualquer localização disponível no armazém (De Koster et al., 2007). O armazenamento aleatório resulta num grande aproveitamento de espaço, porém num aumento de distâncias percorridas (Il-Choe & Sharp, 1991).

- Localização disponível mais próxima

Neste método, os produtos são armazenados o mais próximo possível da zona de receção ou expedição, no primeiro local disponível. Isso resulta na ocupação dos locais de armazenamento mais próximos, enquanto gradualmente os mais distantes se tornam inutilizados (Boysen & De Koster, 2024). As políticas de armazenamento aleatório e da localização disponível mais próxima demonstram desempenhos semelhantes quando os produtos são movimentados por paletes inteiras (De Koster et al., 2007).

- Armazenamento Dedicado

No armazenamento dedicado, cada produto tem um local de armazenamento fixo designado. Esse método oferece várias vantagens, como a facilidade em aprender a localização de todos os produtos, já que cada um tem um local específico para ser armazenado. Além disso, os produtos mais pesados podem ser armazenados junto às áreas de receção e expedição (Boysen & De Koster, 2024).

Uma das principais desvantagens apontadas a este tipo de armazenamento é a possibilidade de algumas áreas de armazenamento terem uma baixa utilização (Sangsane & Vanichinchai, 2021). Isso ocorre uma vez que é necessário reservar espaço para o nível máximo

de existências de cada produto, mesmo quando esse produto não está disponível em stock (De Koster et al., 2007).

- Armazenamento Baseado em Classes

O armazenamento baseado em classes é um tipo de armazenamento que classifica os diferentes produtos em classes consoante um critério definido. Tipicamente os produtos são agrupados em três classes, sendo estas, a classe A, a classe B e a classe C, porém em certos casos existe a possibilidade de utilizar um maior número de classes. Aumentar este número pode levar a uma redução dos tempos de deslocação, no entanto, esse aumento resulta em requisitos adicionais de locais de armazenamento, já que é necessário reservar espaço para armazenar produtos de cada classe, mesmo quando não existe stock desses produtos (Boysen & De Koster, 2024).

Sendo o ABC uma classificação por grau de importância, Chen et al. (2008b) afirmaram que a classe A diz respeito aos artigos de alta importância, ou seja, com maior saída. Os artigos desta classe devem ser armazenados em locais acessíveis de modo a facilitar o *picking*, reduzindo os erros e o tempo necessário para satisfazer uma encomenda. A classe B é composta por artigos de importância média, com uma saída um pouco menor e finalmente a classe C é de baixa importância constituída pelos artigos com menor procura.

Truong et al. (2018) refere que este método de armazenamento é uma junção das políticas de armazenamento aleatório e dedicado. Os produtos são agrupados em classes e cada classe é atribuída a uma zona no armazém (armazenamento dedicado), e dentro de cada zona os produtos da mesma classe são atribuídos aleatoriamente a um espaço de armazenamento (armazenamento aleatório). A vantagem de utilizar este método de armazenamento é a garantia de que os produtos com alta saída são armazenados junto da zona de receção e expedição, beneficiando da flexibilidade e grande aproveitamento do espaço, característico da política de armazenamento aleatória (Chan & Chan, 2011).

De modo a implementar este tipo de armazenamento, é crucial tomar decisões sobre o número de classes que devem ser estabelecidas, a sua dimensão e a sua localização no Layout do armazém (Silva et al., 2022).

2.1.4 Análise ABC

A análise ABC pode ser utilizada para definir as classes que integram o armazenamento baseado em classes, classificando os produtos de acordo com o valor que estes geram, ou seja, a importância que estes têm para dada empresa (Abhishek P.G. & Pratap, 2020). Os diferentes

artigos são categorizados em três classes diferentes, A, B ou C, consoante um critério definido, sendo esta a abordagem mais utilizada para classificação de artigos (Chen et al., 2008b). É utilizada como base o princípio de Pareto, que afirma que 80% das consequências provêm de 20% das causas, traduzindo para os armazéns, significa que, aproximadamente 20% dos produtos são responsáveis por 80% da procura (Chen et al., 2008b; Silva et al., 2022), significando que poucos produtos são responsáveis pela maioria da procura, sendo que estes valores são variáveis consoante a indústria (Chen et al., 2008b).

A análise ABC é simples de aplicar, porém muito eficaz, pelo que para proceder à sua aplicação é essencial efetuar algumas escolhas (Ng, 2007). Em primeiro lugar é necessário definir quais os artigos que se pretendem analisar, seguido da definição do critério pretendido para os classificar, de modo a recolher os dados necessários. São efetuados cálculos consoante esse critério e ordena-se os artigos por ordem decrescente de importância. De seguida é calculada a frequência relativa acumulada pelo número dos artigos e também de acordo com o critério, como ilustrado na figura 2.1, utilizando como critério o valor de uso. Por fim, com base nesses dados, é necessário definir um valor limite para cada classe, atribuindo cada artigo à classe correspondente (Chen et al., 2008a).

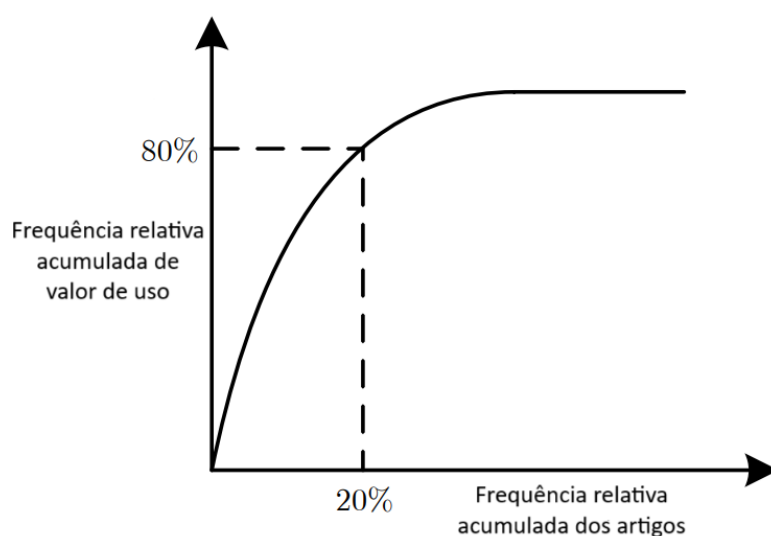


Figura 2.1 - Exemplo de uma curva ABC com o critério valor de uso (Adaptado de: Chen et al. (2008b))

O impacto que cada produto tem no negócio de uma empresa é diferente, surgindo a necessidade de os gerir de forma distinta consoante a sua importância, sendo necessário definir um critério para garantir que os artigos são corretamente classificados (Chen et al., 2008b). O critério deve ser escolhido consoante o tipo de análise que se pretende realizar, tipicamente é utilizado o critério "*annual dollar usage*", referido em português como valor de uso ou volume de vendas anual, que consiste em multiplicar o número de vendas de um produto pelo

seu custo (Chen et al., 2008a; Chen et al., 2008b; Ravinder & Misra, 2014; Tanwari et al., 2000), podendo outros critérios ser utilizados como: *lead time*, criticidade, escassez, custo de rotura e obsolescência (Chen et al., 2008a; Ng, 2007; Ravinder & Misra, 2014). É necessário que ao realizar esta análise exista sensibilidade ao selecionar o critério, pelo que o valor de uso pode não ser o mais relevante para a empresa em questão, podendo-se sobrepor outros critérios (Chen et al., 2008b).

Para obter o valor de cada artigo relativamente ao critério escolhido é necessário ter acesso a dados anteriores. Para o caso do critério escolhido ser o valor de uso é requisito saber a quantidade vendida de cada artigo e o seu preço durante um ano (Tanwari et al., 2000). A classificação dos artigos é realizada de acordo com esses dados, contudo é necessário efetuar uma revisão periódica dos resultados, de modo a manter a análise atualizada, uma vez que as tendências de procura podem mudar (Tanwari et al., 2000).

Como referido anteriormente também é necessário atribuir os artigos a classes, ao estabelecer limites entre elas. De acordo com Tanwari et al. (2000) a classe A é integrada por cerca de 10-20% dos artigos, expressando 70-80% das vendas, a classe B contém 20-40% dos artigos representando 15-20% das vendas e finalmente a classe C é constituída por 40-70% dos artigos representando apenas 5-10% das vendas, não havendo uma regra clara relativamente à dimensão de cada classe.

Segundo Silva et al. (2022), o desempenho de um armazenamento baseado no ABC tem um desempenho bastante superior ao aleatório ou baseado em apenas duas classes. O armazém é dividido em três áreas e os produtos com maior procura devem ser atribuídos às melhores zonas de armazenamento. Ao adotar esta ferramenta, é possível aumentar a eficiência de gestão de stocks através de melhorias nos índices de precisão do stock, diminuir o tempo necessário para realizar o *picking* de uma encomenda e diminuir as movimentações e erros durante este processo (Acevedo-Aybar et al., 2024; Baby et al., 2018; De Jesus Pacheco et al., 2023). Podem também ser incorporados indicadores visuais que fornecem informação da localização dos produtos de cada classe, garantindo que os produtos são colocados no local correto, reduzindo o número de erros durante o armazenamento e durante o *picking* (Abhishek P.G. & Pratap, 2020; Roncal-Coronel et al., 2023).

2.1.5 Dimensionamento de um armazém

Selecionar uma política de armazenamento correta, a localização que os artigos devem ocupar no armazém e a dimensão de cada zona são decisões que afetam o desempenho de todo o armazém, em especial as atividades de armazenamento e *picking*, uma vez que os

produtos devem ser arrumados de forma conveniente, para que a sua recolha seja facilitada (Silva et al., 2020, 2022).

Relativamente à política de armazenamento, se apenas se considerar o tempo como critério, o armazenamento dedicado seria o mais benéfico, se for considerado apenas o espaço ocupado a melhor opção seria o aleatório, porém se considerar ambos os critérios a melhor opção é a baseada em classes (Muppanimuppant & Adil, 2008).

Ao utilizar a política baseada em três classes, os melhores locais de armazenamento são atribuídos aos artigos mais importantes, tornando-se necessário selecionar os locais adequados para armazenar produtos de cada classe (Adil et al., 2010), sendo que a atribuição de locais de armazenamento tem influência em todo o armazém (Muppanimuppant & Adil, 2008).

Existem diferentes formas de armazenar os produtos consoante a classe a que pertencem, como ABC Vertical e o ABC horizontal. No ABC vertical, os artigos com maior importância, isto é classe A, são armazenados nos níveis de altura mais baixos, enquanto as restantes classes são armazenadas em níveis superiores. Por outro lado, no ABC horizontal os artigos de classe A são armazenados o mais próximo da zona de receção e expedição, independentemente da altura, como demonstrado na figura 2.2 (Chan & Chan, 2011).

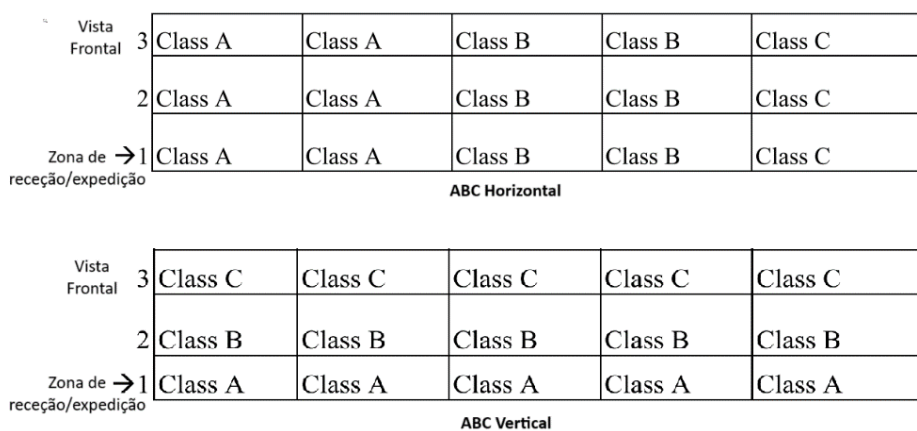


Figura 2.2 - Esquema da política de armazenamento ABC Horizontal/ABC Vertical (Adaptado de: Chan & Chan (2011))

O problema de definir o local de cada zona foi estudado por Chan & Chan (2011), investigando como a política de armazenamento selecionada, o método de rotas utilizado e a densidade de *picking* afetam o tempo e a distância percorrida. Existem alguns métodos de definir as rotas utilizadas, como o ponto médio, retorno, maior diferença e combinado, que definem a sequência pela qual a recolha dos artigos deve ser feita para satisfazer uma encomenda (De Koster et al., 2007). A densidade de *picking* é o número de artigos diferentes por encomenda em relação aos artigos totais, sendo considerado alta com 30% e baixa com 5% (Chan & Chan,

2011). Foi concluído que o fator que tem maior influência no tempo e na distância percorrida é a política de armazenamento em uso, independentemente da densidade de *picking* e do método para definir as rotas. A política ABC vertical é a que apresenta um menor tempo para satisfazer as encomendas ao reduzir as movimentações verticais, por outro lado se o objetivo for apenas reduzir a distância percorrida a melhor opção é o ABC horizontal. De um modo geral, dependendo do objetivo, ambas as opções são válidas, sendo considerado que o ABC vertical é superior em termos de desempenho geral (Chan & Chan, 2011).

Uma vez selecionado o método de armazenamento e o local que cada classe vai ocupar no armazém é necessário definir a dimensão de cada zona, sendo este um problema que acompanha armazéns do tipo "manual" (Silva et al., 2022). A política de armazenamento é responsável por atribuir produtos a uma zona do armazém, mas a dimensão dessa zona irá também influenciar a eficiência dessa atribuição (Silva et al., 2022). Em primeiro lugar é necessário entender o espaço que cada zona ocupa atualmente (Abhishek P.G. & Pratap, 2020), sendo que o dimensionamento das zonas está dependente de fatores como o layout do armazém, a política de armazenamento em uso e irregularidade da procura (Silva et al., 2022).

Um sistema de três zonas tem um desempenho substancialmente superior que o aleatório ou baseado em duas zonas, independentemente das dimensões, sendo que de acordo com Silva et al. (2022), a utilização de 20% para a classe A, 30% para a classe B e 50% para a classe C é uma opção comum, sendo que estes valores podem variar consoante as necessidades de cada armazém. Por outro lado, num estudo de caso realizado por Abhishek P.G. & Pratap (2020), a utilização do espaço por cada classe era inicialmente: 48% para a classe A, 23% para a classe B e 9,6% para a classe C e o restante por outros objetos, e uma das melhorias implementadas foi aumentar o espaço destinado ao armazenamento da classe A para 57% do espaço total, da classe B para 27,3% e da classe C para 11,3%, dado que estes valores diferem bastante das dimensões enunciadas anteriormente.

2.1.6 Níveis de automação

Para além dos diferentes tipos de armazém, estes também podem ser classificados consoante o nível de automação dos seus sistemas. Na literatura existem três tipos de sistemas de armazenamento, sendo estes: sistema de armazenamento manual, automatizado e automático (Berg & Zijm, 1999).

Num armazém é caracterizado por manual, ou *picker-to-product*, o responsável pelo *picking* desloca-se até ao produto com recurso a um veículo, como uma empilhadora, para se mover entre localizações do armazém e realizar essa tarefa. Este tipo de armazém é mais

flexível para responder a flutuações de procura e requer um investimento menor (Berg & Zijm, 1999; Silva et al., 2022).

Os outros dois tipos, são semelhantes, caracterizados por ter um sistema de armazenamento automatizado e automático. O sistema de armazenamento automatizado ou *product-to-picker*, é caracterizado pela permanência do responsável pelo *picking* numa posição fixa, enquanto os produtos são levados automaticamente até ele com recurso a um tapete rolante. Durante o tempo de espera dos produtos, o operador pode realizar outras atividades como o embalamento e etiquetagem dos produtos (Berg & Zijm, 1999). Por outro lado, o sistema de armazenamento automático distingue-se do anterior pela maior velocidade de transporte e ausência da necessidade de um *picker*, ao ser substituído por um *robot* (Berg & Zijm, 1999).

Outra classificação proposta para o nível de automatização é feita por deKoster & Balk (2008), sendo que esta diz respeito às tecnologias utilizadas no armazém. Essa classificação é efetuada com recurso a uma escala de 1 a 5, em que o nível 1 diz respeito a um baixo nível de automação enquanto o nível 5 a um nível elevado.

- (1): Nível muito baixo (uso de um computador)
- (2): Nível baixo (uso de um software de gestão de armazém (WMS))
- (3): Nível médio (uso de um WMS e códigos de barras)
- (4): Nível alto (uso de um WMS, códigos de barras e tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID))
- (5): Nível muito alto (uso de um WMS, códigos de barras, RFID e sistemas automáticos)

Um sistema de gestão de um armazém, em inglês *Warehouse Management System* (WMS), é uma ferramenta que serve de apoio a um armazém. É utilizado para controlar e gerir os recursos e movimentos de um armazém, bem como para auxiliar em diversas atividades desde a receção de produtos à sua expedição. É possível obter informações em tempo real sobre o nível de stock, as referências de cada artigo, os seus locais de armazenamento e até gerir ordens de trabalho (Staudt et al., 2015). A implementação de um WMS comprova-se como um método rápido e de baixo custo para fazer a gestão de um armazém (Aravindaraj & Rajan Chinna, 2022).

O sistema de gestão, em inglês *Enterprise Resource Planning* (ERP) integra diversas funções como finanças, contabilidade, recursos humanos, mas também outras funções de gestão de armazéns presentes nos WMS (Berg & Zijm, 1999), desta forma o uso de um WMS pode ser feito independentemente ou integrado como parte do ERP em uso, pelo que o desempenho geral do armazém pode ser melhorado através da sua implementação (De Jesus Pacheco et al., 2023).

Ao utilizar um WMS em conjunto com RFID é possível diminuir os erros e melhorar a eficiência durante a preparação de encomendas (Aravindaraj & Rajan Chinna, 2022). Outra tarefa bastante exigente e demorada, que normalmente é pouco precisa é a gestão de stocks, ao incorporar a tecnologia de códigos de barras ou RFID nas atividades de receção de mercadoria e *picking* de produtos, é possível efetuar uma gestão mais precisa e fidedigna do stock existente em armazém (Van Geest et al., 2021).

2.1.7 Principais indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho, em inglês *key performance indicators* (KPI), são uma ferramenta crucial que possibilitam a análise e monitorização contínua de parâmetros, visando avaliar o desempenho da organização e acompanhar a sua evolução (Dotoli et al., 2015).

Todos os armazéns necessitam de avaliar constantemente o seu desempenho, uma vez que existe sempre a possibilidade de realizar melhorias, contudo, se não se monitorizar o desempenho é difícil ter conhecimento sobre o que pode ser melhorado. Torna-se fundamental definir um conjunto de KPIs que representem o armazém na totalidade (Faveto et al., 2021).

Os KPIs podem servir de apoio nos processos de tomada de decisão (Faveto et al., 2021), contribuindo para a criação de vantagens competitivas se permitirem o reconhecimento de oportunidades de melhoria na organização (Krauth et al., 2005). A utilização de indicadores pode estar ligada a três objetivos diferentes: (1) avaliar o estado atual de um processo com o objetivo de o comparar com um valor de referência, (2) monitorizar continuamente o progresso de um processo num determinado período de tempo, (3) avaliar o impacto de uma determinada mudança ao medir os KPIs em momentos diferentes. (Faveto et al., 2024).

Existem também dois tipos de indicadores, os indicadores diretos ou tangíveis e os indicadores indiretos ou intangíveis. Os indicadores diretos são mensuráveis e normalmente expressos por uma equação simples, enquanto os indicadores indiretos são um pouco mais complexos, devido à dificuldade acrescida de os avaliar dada a sua natureza mais subjetiva (Dotoli et al., 2015; Staudt et al., 2015). Deste modo é imperativo identificar e selecionar indicadores adequados para cada organização, uma vez que, no caso dos indicadores diretos, estes fornecem informação objetiva e mensurável. Tipicamente são consideradas quatro dimensões de indicadores diretos (Staudt et al., 2015), e dentro de cada uma dessas dimensões existem diversos indicadores que podem ser medidos, desta forma dá-se a exposição, na tabela 2.1, de alguns exemplos de indicadores.

Tabela 2.1 - Principais indicadores de desempenho

Dimensão	Nome do indicador	Descrição	Referência
Tempo	Tempo de ciclo de receção	Tempo para descarregar uma palete do camião	Frazelle (2002), Staudt et al. (2015)
	Tempo de ciclo de armazenamento	Tempo para arrumar uma palete no local designado	Faveto et al. (2021, 2024), Frazelle (2002), Staudt et al. (2015)
	Tempo de ciclo de <i>picking</i>	Tempo para realizar o <i>picking</i> de uma encomenda	Faveto et al. (2021, 2024), Frazelle (2002), Shah & Khanzode (2015), Staudt et al. (2015)
	Tempo de ciclo de acondicionamento	Tempo para realizar o acondicionamento de uma encomenda	Faveto et al. (2021, 2024)
	Tempo de ciclo de expedição	Tempo para carregar uma palete no camião	Frazelle (2002), Staudt et al. (2015)
	Tempo de entrada no armazém	Tempo entre a descarga de produtos e o seu armazenamento	Staudt et al. (2015)
	Prazo de entrega de uma encomenda	Tempo decorrido entre a encomenda do cliente e a sua receção	Faveto et al. (2021, 2024), Staudt et al. (2015)
Qualidade Do Serviço	Satisfação do cliente	Rácio entre o número reclamações de clientes e o número total de encomendas satisfeitas	Krauth et al. (2005), Staudt et al. (2015)
	Precisão de <i>picking</i>	Número de encomendas satisfeitas sem qualquer erro de <i>picking</i>	Faveto et al., (2021, 2024), Frazelle (2002), Staudt et al. (2015)
	Precisão de expedição	Número de encomendas expedidas sem erros	Frazelle (2002), Staudt et al. (2015)
	Precisão do stock	Precisão do stock real comparando com o stock em sistema	Faveto et al. (2021), Frazelle (2002), Staudt et al. (2015)
	Encomendas não processadas	Percentagem de encomendas perdidas por erros num dado intervalo de tempo	Faveto et al. (2021, 2024)
	Taxa de preenchimento das encomendas	Encomendas completas na totalidade no primeiro envio	Staudt et al. (2015)
	Encomendas expedidas a tempo	Número de encomendas enviadas antes de um prazo estabelecido pelo número total de encomendas	Krauth et al. (2005), Staudt et al. (2015)
Encomenda entregue no prazo e na totalidade	Encomendas entregues na totalidade e dentro do prazo previsto	Acevedo-Aybar et al. (2024), Sanchez et al. (2021)	
Custo	Custo de manutenção	Custos de manutenção dos equipamentos e do armazém	Faveto et al. (2021, 2024), Staudt et al. (2015)
	Custo do stock	Junção dos custos de aprovisionamento, posse e rotura	Faveto et al. (2021, 2024), Staudt et al. (2015)
	Custo em % de vendas	Custo total de armazenagem em percentagem das vendas totais da empresa	Staudt et al. (2015)
Produtividade	Capacidade de processamento	Número de itens que saem do armazém por hora	Faveto et al. (2021, 2024), Shah & Khanzode (2015), Staudt et al. (2015)
	Ocupação dos locais de armazenamento	Quantidade de <i>racks</i> ocupadas por produtos pelo número total de <i>racks</i>	Faveto et al. (2021, 2024), Frazelle (2002), Shah & Khanzode (2015), Staudt et al. (2015)
	Rotatividade do stock	Relação entre o custo dos bens vendidos e o stock médio	Faveto et al. (2021, 2024), Staudt et al. (2015)
	Utilização do espaço de saída	Espaço do armazém utilizado para receção, <i>picking</i> , acondicionamento e expedição	Staudt et al. (2015)
	Espaço desocupado	Rácio entre o volume total do armazém e o espaço ocupado por produtos	Faveto et al. (2021, 2024)

Por vezes a dimensão flexibilidade é utilizada como substituição da produtividade, sendo esta caracterizada pela "capacidade de resposta a um ambiente de mudança", contudo esta dimensão pode ter uma dificuldade acrescida para ser medida, podendo também ser considerado como um indicador indireto (Staudt et al., 2015).

Alguns dos indicadores indiretos incluem a perceção do cliente, automação do armazém e flexibilidade (Faveto et al., 2024). Devido à subjetividade deste tipo de indicadores, a flexibilidade pode ser considerada como a perceção da flexibilidade do serviço para satisfazer as necessidades dos clientes, ou noutros casos é avaliada através do número de encomendas urgentes concluídas (Staudt et al., 2015).

2.2 Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* foi inspirada pelo sucesso do *Toyota Production System* (TPS), aplicado pela primeira vez após a segunda guerra mundial na indústria automóvel, com o objetivo de reduzir custos (Ali et al., 2020; Lodgaard et al., 2016; Wahab et al., 2013). Este conceito foi popularizado neste setor e tem evoluindo desde então, expandindo-se a sua aplicação para qualquer tipo de indústria (Lodgaard et al., 2016; Salonitis & Tsinopoulos, 2016).

O *Lean* é uma abordagem de melhoria contínua que procura reduzir as atividades que não acrescentam valor (Ali et al., 2020), ao mesmo tempo que se maximiza o valor entregue aos clientes (R. Jadhav et al., 2014; Wahab et al., 2013). Atualmente o *Lean* não é apenas considerado como um conjunto de ferramentas, mas também como uma abordagem de gestão (Salonitis & Tsinopoulos, 2016), e a sua implementação tem como objetivo aumentar a eficiência das operações, identificar valor, desperdícios e criar uma cultura de melhoria contínua nas organizações (Abu et al., 2019).

A competitividade entre as organizações tem vindo a aumentar, sendo que estas procuram formas de melhorar e obter vantagens competitivas (Ali et al., 2020). Para este efeito muitas optam por implementar técnicas de melhoria, elegendo o *Lean* devido à sua popularidade e aos possíveis impactos positivos que podem ter na organização (Lodgaard et al., 2016), pelo que muitas têm obtido melhorias significativas através da sua implementação (Salonitis & Tsinopoulos, 2016).

No entanto, apesar do interesse existente, a implementação da filosofia *Lean* não é algo simples e linear, sendo que os resultados esperados podem não ser alcançados (Lodgaard et al., 2016; Salonitis & Tsinopoulos, 2016). Muitas organizações conseguem alcançar resultados benéficos a curto prazo, mas não são capazes de os manter, voltando aos hábitos antigos,

tendo dificuldade em alcançar uma implementação duradoura (Lodgaard et al., 2016). De modo a combater este aspeto é necessário monitorizar e controlar todas as fases de implementação, garantindo que todos os resultados esperados são alcançados e mantidos (Salonitis & Tsinopoulos, 2016).

2.2.1 Benefícios e motivação para implementar *Lean*

Existem diversos fatores que motivam as organizações a procurar adotar a filosofia *Lean*, entre eles o desejo de aumentar a sua quota de mercado e a flexibilidade, desenvolver KPIs, melhorar continuamente, orientar o produto para os clientes e aumentar a sua satisfação (Salonitis & Tsinopoulos, 2016). Através do *Lean* é possível melhorar o desempenho e produtividade numa organização, ao obter vantagens competitivas e ganhar benefícios em relação à concorrência, através de processos que gerem menos desperdício e entreguem o melhor valor possível ao cliente (Ali et al., 2020; R. Jadhav et al., 2014).

Existem outros benefícios associados à implementação desta filosofia nas organizações, entre eles melhorias de qualidade, produtividade, redução de custos e do *lead time*, levando a um melhor desempenho da organização ao aumentar o número de vendas e satisfação dos clientes (Abu et al., 2019).

Apesar da crescente popularidade e de todos os possíveis benefícios ao implementar *Lean*, existem muitas empresas que não são bem sucedidas (R. Jadhav et al., 2014). No caso das PME's, a aplicação de *Lean* não é uma prática comum, pelo que estas empresas requerem que os custos de implementação e os benefícios esperados sejam conhecidos previamente. Muitas vezes é considerado que a implementação tem um custo bastante elevado e sentem-se desencorajadas pela dificuldade de quantificar os benefícios obtidos (Achanga et al., 2006).

2.2.2 Barreiras e dificuldades à implementação de *Lean*

Ainda que os benefícios do *Lean* sejam extensos, existem alguns desafios à sua implementação, que se não forem identificados e ultrapassados poderá resultar em tentativas de implementação fracassadas (Abu et al., 2019; R. Jadhav et al., 2014). De acordo com R. Jadhav et al. (2014) o sucesso é dependente da capacidade de ultrapassar as barreiras e implementar melhorias. Uma barreira pode ser descrita como um problema técnico, organizacional ou social que compromete a eficiência e eficácia de um processo (Almeida Marodin & Saurin, 2015).

De acordo com Salonitis & Tsinopoulos (2016), as barreiras que mais dificultam a implementação de *Lean* são causadas pela mão de obra, compromisso da gestão de topo e falta de

recursos. Relativamente ao primeiro tipo, o envolvimento de operadores é uma componente chave para alcançar melhoria contínua, pelo que a resistência à mudança por parte dos operadores é uma das principais barreiras (Lodgaard et al., 2016). Esta resistência muitas vezes está relacionada com o medo do desconhecido, medo de falhar e comodismo, sendo requeridos mais esforços consoante o tempo que um operador está no seu posto de trabalho (Lodgaard et al., 2016; Salonitis & Tsinopoulos, 2016). Devem ser delegadas responsabilidades e todos os funcionários devem receber formação sobre o que é o *Lean*, os seus principais benefícios e a sua função, de modo a garantir o sucesso de implementação (Ali et al., 2020). A gestão pode ser vista tanto como um facilitador ou como uma barreira à implementação, uma vez que, sem o suporte e o envolvimento da gestão com as iniciativas é bastante provável que a implementação não seja bem sucedida (Lodgaard et al., 2016; Salonitis & Tsinopoulos, 2016).

Outros fatores que podem dissuadir a implementação, é a própria perceção sobre o *Lean* devido à dificuldade de quantificar os benefícios obtidos (Abu et al., 2019). A utilização incorreta dos princípios e das ferramentas e a falta de disponibilidade para realizar investimentos também são fatores que podem afastar a implementação do *Lean* (Abu et al., 2019; Salonitis & Tsinopoulos, 2016).

2.3 *Lean* aplicado em armazéns (*Lean Warehousing*)

Após introduzir os conceitos de Armazém e *Lean*, torna-se necessário falar sobre *Lean Warehousing*, que combina ambos os conceitos ao aplicar a filosofia *Lean* em armazéns com o objetivo de os melhorar e trazer vantagens competitivas, reduzindo os tempos e os custos operacionais (Carmignani & Zammori, 2015; Mustafa et al., 2013; Tahboub & Salhieh, 2019). Embora a origem do *Lean* ter sido num ambiente industrial de produção, nomeadamente na Toyota, não se encontra limitado a essa área de atuação, podendo ser aplicado com sucesso em armazéns e noutros setores, como serviços (Garcia, 2004; Mustafa et al., 2013; Shah & Khanzode, 2015; Tahboub & Salhieh, 2019). O *Lean* inicialmente procurava melhorar o desempenho de um sistema produtivo, no contexto de um armazém, o objetivo passa por tornar todo o processo de satisfazer uma encomenda mais eficiente (Tahboub & Salhieh, 2019).

O *Lean* é uma filosofia que procura "fazer cada vez mais com menos", sendo que é bastante eficaz na eliminação de atividades sem valor agregado (Martins et al., 2020; Shah & Khanzode, 2015). A sua implementação em armazéns surgiu da necessidade de melhorar toda a cadeia de abastecimento (Abushaikha et al., 2018), como tal o *Lean Warehousing* é proposto com o objetivo de identificar e eliminar desperdícios nas atividades do armazém de modo a

aumentar a sua eficiência (Adeodu et al., 2023). Para isso, é necessário em primeiro lugar, identificar esses desperdícios para posteriormente serem eliminados, pelo que ao eliminá-los o desempenho geral do armazém irá melhorar (Abushaikha et al., 2018; Garcia, 2004; Martins et al., 2020; Tahboub & Salhieh, 2019).

É considerado por Bozer (2012) que existe um conflito entre o *Lean* e Armazém, já que um dos princípios por detrás do *Lean* é ter zero stock, o que não é aplicável num armazém, onde o stock é uma parte essencial do negócio devido a incertezas na procura e a prazos de entrega. Contudo os princípios e ferramentas *Lean* podem ser adaptados e utilizados para melhorar o desempenho dos armazéns (Abushaikha et al., 2018). Todas as atividades, como separar encomendas, empacotar e expedição, devem ser realizadas com o mínimo desperdício possível, maximizando a utilização dos recursos já existentes, ao reduzir as atividades que não acrescentam valor (Abhishek P.G. & Pratap, 2020; Abushaikha et al., 2018).

Existem várias ferramentas *Lean* que podem ser aplicadas neste contexto, como o 5S, *Value Stream Mapping* (VSM) e gestão visual (Martins et al., 2020; Tahboub & Salhieh, 2019). A sua aplicação ajuda a identificar e eliminar desperdícios, melhorar a visibilidade e a organização e padronização do trabalho. Isso resulta num melhor controlo do stock, aumento da eficiência, redução de custos e tempos de processamento e também do *lead time* para o cliente (Abushaikha et al., 2018; Adeodu et al., 2023; Martins et al., 2020; Mustafa et al., 2013).

Após uma descrição do *Lean Warehousing*, foi efetuada uma pesquisa e análise de diversos artigos da aplicação da filosofia *Lean* em armazéns, tendo sido selecionados treze para a construção de uma tabela resumo focando em aspetos como: o ano de publicação do artigo, o objetivo do estudo em causa, a área de atividade do armazém onde o estudo foi aplicado, o tipo de estudo realizado, as principais melhorias aplicadas bem como as ferramentas utilizadas e os principais resultados obtidos, resultando na tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Tabela resumo de revisão da literatura de estudos publicados

Referência	Objetivo de estudo	Setor industrial	Tipo de estudo	Melhorias aplicadas	Ferramentas utilizadas	Principais resultados
Dotoli et al. (2015)	Reduzir as ineficiências em armazéns ao utilizar ferramentas <i>Lean</i> , através da detecção dos principais problemas do armazém, avaliá-los quantitativamente, e identificar respostas para alcançar melhorias	Objetos de decoração: Madeira, cola, outras decorações	Estudo de caso, Modelo	Implementação de prateleiras deslizantes e de um WMS	UML; VSM; Genba Shikumi	-Aumento de 25% no volume ocupado por stocks e aumento de 30% na superfície livre do armazém; -Redução da probabilidade de ocorrência de erros; -Aumento de lucros e qualidade dos serviços prestados aos clientes;
Carmignani & Zammori (2015)	Através de um modelo proposto procura-se identificar os principais elementos do mercado da moda de luxo que podem atuar como barreiras para a adoção de ferramentas <i>Lean</i> , e avaliar a melhor forma para as ultrapassar	Moda de luxo: acessórios, joias, roupas	Estudo de caso, Modelo	Implementação de um sistema híbrido <i>pull-push</i> ; Utilização de supermercados e Kanban; Aplicação de 5S e treino dos operadores	VSM; 5S; Gestão visual; KPI; Poka-Yoke; Padronização de trabalho; <i>Single Point Lessons</i> ; Kanban	-Redução do <i>lead time</i> do processo de 8 dias para 3,7 dias; -Redução do tempo de <i>picking</i> de 13m para 10,5m; -Redução geral dos desperdícios, como redução de 90% dos defeitos;
Baby et al. (2018)	Melhorar as operações de um armazém através da implementação de ferramentas <i>Lean</i> , identificando desperdícios	Armazém de vendas de atuadores, compressores, válvulas	Estudo de caso	Movimentação da zona de confirmação; Corredores de dois sentidos; Layout em U através da análise ABC	VSM; Análise ABC; Layout de forma em U	-Redução do tempo de carregamento de veículos de 63m para 16m e de receção de 59s para 35s; -Redução do tempo de verificação de stock de 102s para 69s; -Redução do tempo de <i>picking</i> de 335s para 180s; -Redução das distâncias percorridas e dos tempos de deslocação; -Aumento dos locais de armazenamento em 4%;
Bonilla-Ramirez et al. (2019)	Analisar os problemas relacionados com os elevados níveis de devoluções de pedidos e implementar técnicas <i>Lean</i> para reduzir esse problema. Ao aplicar o modelo proposto procura-se melhorar a eficiência operacional da empresa e reduzir o índice de devoluções	Armazém de distribuição de bens de consumo em Massa	Estudo de caso, Modelo	Organização de todo o armazém através do 5S; Alteração do layout do armazém; Gestão visual para KPI	VSM; 5S; Gestão visual; Análise ABC	-Redução do tempo de <i>picking</i> de 5h para 3h; -Redução da percentagem de produtos rejeitados de 12,45% para 5,5%; -Redução do número de encomendas não satisfeitas devido a falta de stock de 28,64% para 22%; -Redução do número de encomendas não conformes devido a falta de validade de 25,5% para 20%;

Tabela 2.2 - Tabela resumo de revisão da literatura de estudos publicados (cont.)

Referência	Objetivo de estudo	Setor industrial	Tipo de estudo	Melhorias aplicadas	Ferramentas utilizadas	Principais resultados
Nunez-Cas-taneda et al. (2019)	Através de um modelo procura-se melhorar a produtividade e reduzir custos num armazém de distribuição de produtos de grande consumo, através da aplicação de ferramentas <i>Lean</i>	Armazém de distribuição: (Detergentes, Fraldas)	Estudo de caso, Modelo	Alterações no Layout; Aproveitamento dos locais livres	VSM; 5S; Análise ABC	-Redução do tempo de ciclo de todo o processo de 27%, de 15,37h para 11,17h; -Redução da distância percorrida no armazém em 20,22%;
Abhishek P.G. & Pratap (2020)	Aplicação do VSM num armazém de distribuição, de modo a de identificar e categorizar os desperdícios existentes. São propostas soluções para reduzir cada tipo de desperdício e é utilizado o <i>lead time</i> como métrica para avaliar a eficácia das soluções	Armazém de tintas	Estudo de caso	Controlo visual; Alteração do Layout, Scanner de código de barras	VSM; Análise ABC	-Aumento das entregas dentro do prazo de 67,44% para 76%; -Redução do <i>lead time</i> de 1,88h para 0,91h em entregas locais e de 12,6 h para 9,4 h noutras entregas; -Redução em 11% no tempo de <i>picking</i> , de 14,6m para 13m; -Redução do tempo de converter a lista de <i>picking</i> em fatura de 60m para 15m;
Bashir et al. (2020)	Aplicação de ferramentas <i>Lean</i> no processo de expedição de um armazém de uma cadeia de hipermercados, destacando a redução de tempo de processamento de pedidos e custo de mão de obra	Armazém de um hipermercado	Estudo de caso	Utilizar códigos de barras para transferir informação dos produtos para um sistema automático	VSM	-Redução do tempo de ciclo do processo de expedição em 16%; -Redução de 25% nos custos de mão de obra;
Martins et al. (2020)	Melhorar a eficiência e operações de um armazém, através da maximização da capacidade de armazenamento, melhoria das operações logísticas e identificação de oportunidades de melhoria através da aplicação de um modelo, com base em ferramentas <i>Lean</i>	Armazém de rolhas de cortiça	Estudo de caso, Modelo	Aumentar a capacidade de armazenamento; Criar uma zona de expedição; Nova organização do material de embalagem	5S; Gestão visual	-Ganho de espaço em 15 paletes na zona de preparação; -Redução da distância percorrida pelos operadores em 23%; -Aumento de 12% na zona de armazenamento;

Tabela 2.2 - Tabela resumo de revisão da literatura de estudos publicados (cont.)

Referência	Objetivo de estudo	Setor industrial	Tipo de estudo	Melhorias aplicadas	Ferramentas utilizadas	Principais resultados
Sanchez et al. (2021)	Utilização de um modelo baseado no PDCA, com o objetivo de aumentar a percentagem de encomendas satisfeitas na totalidade e dentro do prazo através da análise do problema de produtos não conformes em armazéns	Armazém na indústria metalúrgica	Estudo de caso, Modelo	Melhoria dos métodos de montagem; Redução das atividades sem valor acrescentado	VSM; 5S; Diagrama de Ishikawa	-Redução de 19,12% no tempo de processamento; -Redução na distância percorrida por encomenda de 245m para 174m; -Aumento do número de encomendas entregues na totalidade e dentro do prazo de 44,45% para 64,16%;
Raghuram & Arjunan (2022)	Desenvolvimento de um modelo para projetar um armazém incorporando princípios <i>Lean</i> , com o objetivo de melhorar o desempenho operacional	Armazém de montagem: Pequenas peças	Estudo de caso, Modelo	Criação de zona de separação dos produtos	Fluxograma; VSM; Diagrama de esparguete; Kaizen	-Redução da distância percorrida em 88%; -Melhoria da produtividade de todas as operações;
Adeodu et al. (2023)	Desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua para processos de armazéns baseado na abordagem DMAIC, com foco em aumentar a eficiência dos processos através da identificação e eliminação de desperdícios	Empresa de Logística	Estudo de caso, Modelo	Etiquetagem correta dos produtos; Redução da quantidade de stocks; Criação de KPI	Ciclo DMAIC; VSM; 5S; Ciclo PDCA; Análise ABC; Diagrama de Ishikawa	-Melhoria da eficiência dos processos de 40% para 70%; -Redução do <i>lead time</i> de 233s para 132s; -Redução de 72% do tempo sem valor acrescentado, de 140s para 39s; -Aumento do número médio de pedidos processados por mês em 18%;
De Jesus Pacheco et al. (2023)	Investigar e determinar as melhores práticas para identificar e reduzir desperdícios nas operações de armazéns de distribuição. Compreender essas operações e a origem dos desperdícios, eliminando-os através da utilização de ferramentas <i>Lean</i>	Armazém de cerâmicas	Estudo de caso, Modelo	Implementação de um WMS e <i>Standard Operating Procedures</i>	UML; Análise ABC; VSM; Genba Shikumi; Standard operating procedure	-Redução do <i>lead time</i> em 41,4%, de 1721h para 1008h; -Redução do tempo de valor acrescentado em 81,5%, de 443s para 82s;
Acevedo-Aybar et al. (2024)	Aplicação de um Modelo com o objetivo de aumentar o índice de encomendas entregues na totalidade e no prazo. O modelo aborda os problemas encontrados através da padronização dos processos, melhoria do conhecimento dos produtos e redução dos erros	Empresa de Calçado	Estudo de caso, Modelo	Implementação de 5S; Padronização do trabalho; Reorganização do Layout	5S; Análise ABC; Kardex; Padronização de trabalho; BPM	-Redução de 22,53% do tempo em movimentação; -Aumento das encomendas entregues na totalidade dentro do prazo de 56,70% para 89,15%; -Redução de 4% no tempo de <i>picking</i> ; -Redução em 25,34% nos tempos de registo e confirmação das encomendas;

O objetivo desta tabela é identificar o que está publicado e os estudos efetuados acerca desta temática. Os artigos analisados na elaboração da tabela têm um horizonte temporal entre 2015 e 2024, sendo que todos eles utilizam a metodologia de estudo de caso. Dos artigos analisados, em dez foram desenvolvidos modelos e posteriormente aplicados, sendo que nos restantes apenas foram implementadas diretamente ferramentas de melhoria.

Nos estudos efetuados por (Abhishek P.G. & Pratap, 2020; Acevedo-Aybar et al., 2024; Baby et al., 2018; Bonilla-Ramirez et al., 2019; Carmignani & Zammori, 2015), foi obtido como resultado comum a redução do tempo de *picking*. Carmignani & Zammori (2015) propuseram um modelo com o objetivo de identificar os principais elementos do mercado da moda de luxo, que podem atuar como barreira na implementação de ferramentas *Lean*, e avaliar a melhor forma das ultrapassar, conseguindo ainda como resultado uma redução no *lead time* do processo e redução geral de desperdícios.

Por outro lado, Baby et al. (2018) procuraram melhorar as operações de um armazém ao implementar diretamente ferramentas *Lean*, não desenvolvendo um modelo. Foram obtidos resultados positivos na redução de vários tempos e um aumento dos locais de armazenamento.

Outro estudo realizado por Abhishek P.G. & Pratap (2020), contou com a aplicação do VSM num armazém de distribuição de modo a identificar e categorizar os desperdícios, com isso foi obtido um aumento do número de entregas dentro do prazo e a redução do *lead time* das mesmas.

Ao analisar os problemas relacionados com os elevados níveis de devoluções de pedidos, e implementar técnicas *Lean* com o objetivo de reduzir esse número, Bonilla-Ramirez et al. (2019) obtiveram uma redução na percentagem de produtos rejeitados e no número de encomendas não satisfeitas devido a falta de stock e validade, ao aplicar ferramentas como o VSM, 5S, gestão visual e análise ABC.

Num armazém de calçado aplicou-se um modelo com o objetivo de aumentar o índice de encomendas entregues na totalidade e dentro do prazo. Acevedo-Aybar et al. (2024) conseguiram alcançar uma redução de 22,53% no tempo em movimentação, 25,34% nos tempos de registo e confirmação das encomendas, aumentando desta forma as encomendas entregues da totalidade e dentro do prazo de 56,70% para 89,15%.

Com a implementação de ferramentas de melhoria nos seus estudos, (Baby et al., 2018; Martins et al., 2020; Nunez-Castaneda et al., 2019; Raghuram & Arjunan, 2022; Sanchez et al., 2021), alcançaram um resultado comum, uma redução das distâncias percorridas. Um deles foi Nunez-Castaneda et al. (2019), que ao implementar um modelo para melhorar a produtividade

e reduzir os custos num armazém de distribuição, alcançou também a redução do tempo de ciclo de todo o processo, através da aplicação de ferramentas *Lean*.

Como referido anteriormente, Baby et al. (2018) no seu estudo, além de reduzir o tempo de *picking* também conseguiu reduzir as distâncias percorridas e os tempos de deslocação.

Sanchez et al. (2021) aplicou um modelo de melhoria contínua baseado no ciclo PDCA, e à semelhança de Acevedo-Aybar et al. (2024) procurou aumentar a percentagem de encomendas satisfeitas na totalidade e dentro do prazo, o que foi conseguido através da aplicação do VSM, 5S e diagrama de ishikawa.

Com a utilização de 5S e gestão visual, Martins et al. (2020) também reduziu a distância percorrida pelos operadores em 23%, assim como Raghuram & Arjunan (2022) que conseguiu melhorar o desempenho operacional ao reduzir a distância percorrida.

Outra melhoria relevante observada na tabela é o aumento dos locais de armazenamento, onde Dotoli et al. (2015) no seu estudo consegue um aumento de 25% no volume ocupado por stocks e 30% na superfície livre do armazém através da aplicação de *Unified Modelling Language* (UML), VSM e Genba Shikumi. O UML é uma ferramenta semelhante ao fluxograma que permite de forma padronizada visualizar as atividades e os intervenientes de um processo. O Genba Shikumi é uma filosofia utilizada para classificar os desperdícios identificados, determinando quais os mais prioritários a eliminar. Também Martins et al. (2020), alcançaram um aumento de 12% na zona de armazenamento, além de ter ganho espaço na zona preparação, sendo que um dos seus objetivos de estudo era a maximização da capacidade de armazenamento e melhorias das operações logísticas.

Sendo um dos objetivos de qualquer empresa aumentar a qualidade dos serviços prestados aos clientes, Dotoli et al. (2015) ao pretender identificar respostas para alcançar melhorias, alcança a redução da probabilidade de ocorrência de erros, assim como o aumento de lucros e qualidade dos serviços.

É possível observar na tabela que existe uma grande diversidade de áreas de atividade onde foram conduzidos estes estudos, como indústria da moda, cerâmica, metalúrgica e alimentar, sendo que os produtos distribuídos e manuseados nestes armazéns diferem bastante.

Além disso, verifica-se que a ferramenta *Lean* que se destaca por ser a mais aplicada nestes estudos foi o VSM, de acordo com Garcia (2004) esta é a ferramenta mais aplicada em armazéns, tendo sido utilizado em cerca de 85% dos artigos analisados, seguido do 5S e da análise ABC, utilizado em 54%. Outras ferramentas que se destacam é a Gestão Visual e a padronização do trabalho.

A construção desta tabela teve como propósito rever alguns dos estudos publicados sobre esta temática, que procuram explicar e expor a implementação da filosofia *Lean* em armazéns, analisando as principais ferramentas aplicadas e os principais resultados obtidos. De um modo geral é possível verificar uma grande variedade de aplicações e resultados, realçando a correlação positiva existente entre a aplicação de ferramentas *Lean* e melhorias no desempenho dos armazéns.

2.4 Principais desperdícios em *Lean Warehousing*

Alguns dos problemas mais comuns encontrados nos armazéns são a falta de controlos de qualidade, processos redundantes e demasiado complexos, um layout mal desenhado, altos custos com a mão de obra e informação imprecisa ou falta da mesma no que diz respeito ao stock existente (De Jesus Pacheco et al., 2023). Se não existirem esforços para mitigar os desperdícios acima apresentados, irão ser sentidas algumas consequências, como custos adicionais, tanto pelo stock excessivo existente quer pela subutilização de mão de obra, perdas de desempenho, tanto em enganos nas encomendas como em aumentos no prazo de entrega, aumentando a insatisfação dos clientes com o serviço prestado (De Jesus Pacheco et al., 2023).

Qualquer atividade humana que utiliza recursos, mas não é geradora de valor é considerado como um desperdício, de modo a minimizar essas atividades é necessário identificar os desperdícios nelas presentes (Tahboub & Salhieh, 2019), após serem identificados podem ser categorizados consoante o seu tipo (Abhishek P.G. & Pratap, 2020). Existem dois tipos de desperdício, o desperdício necessário, que engloba atividades que não adicionam valor para o cliente, no entanto existe a necessidade da sua presença para o correto funcionamento do sistema ou processo. E o desperdício puro, que são atividades desnecessárias, ou seja, não são essenciais para o processo produtivo e não geram valor para o cliente (Tebar Betegon et al., 2021).

Os sete desperdícios denominados como "muda" na filosofia *Lean*, podem ser adaptados para demonstrar como estes ocorrem num ambiente de armazém. Os desperdícios encontram-se descrito na tabela 2.3. Existe também um oitavo desperdício, que não é considerado neste ambiente, o potencial humano. Ocorre quando o talento dos operadores não é utilizado na totalidade, ignorando a criatividade, conhecimento e ideias dos operadores, representando um desperdício dos recursos humanos disponíveis (Bozer, 2012; Liker, 2004).

Tabela 2.3 - Desperdícios de um armazém (Adaptado de:(Abhishek P.G. & Pratap, 2020; Abushaikh et al., 2018; Adeodu et al., 2023; Bozer, 2012; Tahboub & Salhieh, 2019)

Desperdício	Descrição
Stock	Problemas como a irregularidade da procura dificultam que os armazéns tenham apenas as quantidades necessárias de cada produto, deste modo é possível que exista excesso ou falta de produtos. No caso de existir um número excessivo de produtos, surgem problemas significativos de ocupação ineficiente do espaço disponível, faltando locais para o armazenamento de produtos realmente importantes. Outros problemas são a dificuldade em localizar e recolher os produtos pretendidos, contribuindo para um maior número de erros de <i>picking</i> , custos adicionais devido à necessidade acrescida de locais de armazenamento, mais tempo gasto e dificuldade em gerir o stock existente. Por outro lado, a falta de stock leva à impossibilidade de satisfazer encomendas dos clientes, contribuindo para a sua insatisfação e a custos de perda da venda.
Transporte	Este desperdício pode ser tanto relativo à movimentação de produtos ou dos funcionários. Ocorre principalmente nas atividades de armazenamento e de <i>picking</i> de mercadoria, e pode-se tornar mais evidente nos casos em que os locais de armazenamento não estão organizados de uma forma lógica, devido a um layout inadequado, aumentando o tempo e as distâncias percorridas à procura dos produtos.
Tempo de espera	A espera ocorre quando um operador é impossibilitado de continuar o seu trabalho devido à falta de ordens, produtos, máquinas ou até sistema. Isto leva à subutilização dos recursos existentes, tanto humanos como de equipamentos, resultando em atrasos e posterior acumulação de trabalho.
Movimentação	A movimentação desnecessária no armazém é um desperdício que se dá ao nível dos funcionários. Ocorre quando se realizam ações redundantes ou movimentos adicionais, como dobrar e esticar, para alcançar produtos. As principais causas deste desperdício é o armazenamento incorreto dos produtos e falta de organização, devido a um layout pouco eficiente. Outro tipo de movimentação desnecessária é procurar equipamentos, quando estes não se encontram no local designado.
Sobreprocessamento	Ocorre quando existe um procedimento demasiado complexo ou demorado para realizar uma atividade simples. A introdução de informação duplicada, uso de equipamentos com demasiada capacidade para a tarefa requisitada ou até vários controlos de qualidade nas diferentes fases, são vistos como desnecessários.
Sobreprodução	Este desperdício é sentido num armazém quando é realizada a preparação antecipada de encomendas de clientes, antes de serem requisitadas. Isso pode levar a situações de congestionamento desnecessário, indisponibilidade de recursos e pode também contribuir para atrasos em encomendas previamente requisitadas.
Defeitos, danos e erros	Existem diversos erros que podem existir durante o manuseamento de produtos e podem contribuir para a preparação de uma encomenda defeituosa, ou seja, falta de conformidade com o requisitado pelo cliente. Podem existir erros humanos durante o processo de <i>picking</i> , quer na recolha de produtos errados ou quantidades erradas, entrega de produtos danificados não detetados e documentação errada. Tudo isto contribui para um maior número de devoluções por parte dos clientes, levando a retrabalho e maiores custos. Outros defeitos comuns em armazéns são danos no próprio armazém e erros de stock.

2.5 Ferramentas e métodos

Como foi visto no subcapítulo anterior existem diversas ferramentas e métodos que são tipicamente aplicadas em armazéns, como a gestão visual, 5S, padronização de trabalho, diagrama de Ishikawa e *Value Stream Mapping* (Carmignani & Zammori, 2015; Martins et al., 2020). Estas desempenham um papel importante na caracterização dos processos e de identificação de problemas e das suas principais causas. Deste modo é realizada uma breve explicação de cada uma destas ferramentas, os seus princípios, vantagens e desvantagens.

2.5.1 Gestão visual

De acordo com a Filosofia *Lean*, a gestão visual contém um conjunto de ferramentas e métodos que podem ser utilizados para melhorar a eficiência organizacional e reduzir a ocorrência de erros (Eaidgah et al., 2016; Sangsane & Vanichchinchai, 2021), ao eliminar algumas barreiras causadas por falta de informação (Tezel & Aziz, 2017).

Nesta técnica são exibidas informações como sinais, símbolos, imagens ou luzes, fazendo com que os operadores estejam cientes das operações a realizar, consoante o estado do aviso visual (Sangsane & Vanichchinchai, 2021), por exemplo, é possível gerir os stocks de certos produtos através de setas que indicam o valor máximo e mínimo de stock num determinado local (Martins et al., 2020).

Apesar da gestão visual ser considerada uma ferramenta simples, se for utilizada corretamente, é não só uma forma eficaz de melhorar o desempenho dos processos, mas também de introduzir e gerir mudanças (Eaidgah et al., 2016). A gestão visual pode também fazer parte da segunda etapa (organizar) da ferramenta 5S, uma vez que se define, organiza-se e aumenta-se a visibilidade do espaço de trabalho (Sangsane & Vanichchinchai, 2021).

2.5.2 5S

O 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*), é uma ferramenta composta por cinco etapas cíclicas, cujo nome vem de cinco palavras japonesas que começam pela letra "S" e tem como base a manutenção do espaço de trabalho organizado. Cada uma dessas cinco palavras representa uma etapa de implementação da ferramenta, sendo estas as seguintes (Makwana & Patange, 2022; Phogat, 2013):

- Separar (*Seiri*): Identificar todos os objetos e ferramentas que são necessários no espaço de trabalho, e remover os objetos que são desnecessários ou usados com pouca frequência, libertando espaço.
- Organizar (*Seiton*): Definir locais, estabelecer métodos de armazenamento e organizar os objetos mais utilizados, de forma a torná-los mais acessíveis e visíveis. Devem ser utilizadas etiquetas para facilitar a identificação de certas ferramentas ou áreas.
- Limpar (*Seiso*): Limpeza regular e manutenção do espaço de trabalho organizado.
- Padronizar (*Seiketsu*): Estabelecimento de padrões e procedimentos para repetir as três primeiras etapas.
- Manter (*Shitsuke*): Manter a disciplina e consistência das quatro etapas anteriores. A resistência acompanha sempre as mudanças, pelo que esta etapa é a mais difícil de implementar, por vezes é utilizado um sistema de recompensas para incentivar o cumprimento das diferentes etapas.

Atualmente também se reconhece a existência de um 6º "S", remetendo para a segurança do espaço de trabalho e dos operadores (Phogat, 2013), uma vez que o 5S não só simplifica o espaço de trabalho como aumenta a segurança (Rizkya et al., 2021).

A implementação desta ferramenta pode-se iniciar com uma auditoria de modo a comparar o estado inicial com o estado futuro do armazém (Roncal-Coronel et al., 2023). É possível melhorar a qualidade do serviço, produtividade e eficiência do local de trabalho através de um espaço de trabalho limpo, seguro e funcional. Tal é alcançável através da identificação, minimização e eliminação de desperdícios com o propósito de obter uma melhoria contínua do processo (Muotka et al., 2023; Sartal et al., 2020). Alguns problemas num armazém podem ser resolvidos ao implementar 5S (Rizkya et al., 2021), sendo os principais benefícios da sua aplicação é a redução de atividades sem valor acrescentado, excesso de stock, segurança do local de trabalho e eliminação de materiais obsoletos aumentando a capacidade de armazenamento (Carmignani & Zammori, 2015; Martins et al., 2020).

A implementação correta da Gestão Visual, juntamente com o 5S é um elemento-chave para obter melhorias (Carmignani & Zammori, 2015), melhorando a eficiência e reduzindo os tempos das atividades, ao mesmo tempo que se reduz e previne erros (Martins et al., 2020).

A manutenção destes procedimentos é também um passo crucial, que tem de ser inserido na cultura organizacional da empresa (Martins et al., 2020), muitas vezes são implementados apenas os 3 primeiros S, mas não se consegue padronizar os processos, levando a uma implementação fracassada, pelo que a aplicação da ferramenta na totalidade é essencial

(Phogat, 2013), uma vez que um trabalho organizado é o primeiro passo para operações padronizadas e eficazes (Martins et al., 2020).

2.5.3 Padronização do trabalho

A padronização do trabalho é uma abordagem que procura alcançar repetibilidade e consistência dos processos, obtendo os mesmos resultados e os mesmos tempos em cada processo através dos mesmos métodos. Este conceito teve origem no início do século XX (Hall, 1998), evoluindo para se tornar um elemento chave na implementação de práticas de melhoria contínua, uma vez que é essencial para garantir a operacionalização do *Lean*, servindo como suporte para a criação de um ambiente de melhoria contínua (Munsberg et al., 2022).

Atualmente as organizações procuram formas de melhorar a sua produtividade (Roncal-Coronel et al., 2023), ao padronizar o trabalho é possível diminuir a ocorrência de problemas, aumentando a produtividade e a eficiência, especialmente em ambientes como armazéns onde a necessidade de espaço e organização tem vindo a aumentar (Munsberg et al., 2022; Sutanto Saragi et al., 2019).

A padronização do trabalho envolve a criação de um conjunto detalhado de instruções que servem de orientação para a execução de tarefas de forma uniforme, assegurando a qualidade do serviço, consistência e eficiência dos processos (Hall, 1998).

É considerado que o valor e a dificuldade de implementação deste conceito é subestimado, sendo que muitas vezes dá-se mais importância à forma como a melhoria foi realizada, mas não como foi mantida e padronizada (Hall, 1998). Apesar disto a padronização do trabalho é essencial para manter e garantir os benefícios das melhorias realizadas, contribuindo para a sua sustentabilidade ao longo do tempo (Phogat, 2013).

2.5.4 *Value Stream Mapping*

O *Value Stream Mapping* é uma ferramenta que tem como base um diagrama visual, no qual é representado o fluxo de informação, de material e dos processos, permitindo a visualização e identificação de desperdícios, bem como de oportunidades de melhoria (Rahima Shaheen & Aravind Krishnan, 2022), sendo que de acordo com Garcia (2004), o primeiro passo para obter um armazém *Lean* é o VSM.

O VSM é desenhado de modo a representar os processos de um armazém (Mustafa et al., 2013), neste contexto é mais benéfico analisar os processos tipicamente realizados como a receção, armazenamento e *picking* individualmente (Adeodu et al., 2023), para posteriormente

se obter uma representação gráfica de todo o fluxo e como os diferentes processos interagem (Yuvamitra et al., 2017). São identificadas as áreas que são fontes de desperdício, identificando as atividades que não acrescentam valor e são desenvolvidas soluções para as reduzir (Adeodu et al., 2023), sendo que qualquer desperdício deve ser reduzido ao mínimo indispensável (Abhishek P.G. & Pratap, 2020).

É uma ferramenta que demonstra o estado atual e futuro de um dado processo, realçando oportunidades de melhoria, pelo que existem dois VSM, o do estado atual e o do estado futuro (Dotoli et al., 2015). O VSM do estado atual demonstra como o armazém opera atualmente, identificando desperdícios e servindo como base para alterações futuras (Garcia, 2004), enquanto o VSM do estado futuro é feito posteriormente para apresentar os benefícios ao eliminar os desperdícios identificados (Baby et al., 2018). Uma aplicação contínua do VSM permite obter uma visão completa das mudanças que foram feitas no armazém, isto é, comparar o estado anterior e o futuro (Dotoli et al., 2015).

Para se proceder à aplicação desta ferramenta, em primeiro lugar é necessário observar os processos que se pretende analisar, de modo a contruir o VSM, e posteriormente efetuar medições de tempos para os completar (Baby et al., 2018). No VSM encontram-se representados os tempos de ciclo de cada processo, ou seja, o tempo necessário para realizar cada processo, e o *lead time* entre os mesmos, isto é, o tempo entre o fim e o início do próximo processo (Garcia, 2004; Mustafa et al., 2013).

A integração do VSM com o 5S auxilia a melhorar as operações de um armazém, ao redesenhá-las, proporcionando uma visão completa das mudanças realizadas (Mustafa et al., 2013). Devido à sua capacidade de sintetizar informações e fornecer uma visão simples do sistema que se pretende avaliar (Yuvamitra et al., 2017), o VSM é frequentemente citado em *Lean Warehousing* como uma ferramenta essencial para identificar desperdícios em armazéns, comparando-os antes e depois das melhorias (De Jesus Pacheco et al., 2023; Dotoli et al., 2015).

2.5.5 5W

O 5W, em inglês 5 "*Whys*" ou em português 5 "Porquês", é uma técnica *Lean* de resolução de problemas com o objetivo de encontrar a causa-raiz de um dado problema ao perguntar "Porquê" até cinco vezes. É formulada uma frase representativa do problema existente, e de seguida é efetuada a questão "Porquê", é obtida uma resposta a essa pergunta, e volta-se a perguntar "Porquê" até que a causa-raiz do problema seja identificada, auxiliando no desenvolvimento de uma solução (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022). É necessário que o avaliador, ou

seja, quem está a utilizar o 5W, tenha conhecimento do sistema que está a avaliar para que os resultados obtidos sejam válidos (Braglia et al., 2021).

Existem benefícios adjacentes a este método como a versatilidade de aplicação, uma vez que é possível aplicar em qualquer indústria, e a simplicidade e rapidez para identificar a causa-raiz de um problema, sendo que a utilização de ferramentas estatísticas é dispensada. Apesar destas vantagens, existem algumas desvantagens ao utilizar esta ferramenta, como a possível falta de rigor, uma vez que não é necessário efetuar testes ou confirmar a causa-raiz identificada (Braglia et al., 2021).

2.5.6 Fluxograma

Um fluxograma é uma ferramenta versátil composta por uma série de símbolos padronizados, conectados através de setas que representam a direção da informação e dos processos, permitindo ilustrar graficamente todas as etapas de um processo (Chapin, 1970).

Dada a sua natureza visual, os fluxogramas organizam e expõem eficazmente formas de resolver problemas ao oferecer uma compreensão visual das informações, juntando novas informações ao conhecimento já existente (Zimmermann et al., 2024). Através da sua utilização é possível melhorar a compreensão de todo o sistema e facilitar a visualização das etapas de um processo, aumentar a capacidade de identificar dependências entre etapas, auxiliar na tomada de decisão e identificar oportunidades de melhoria (Haitao Yu et al., 2007; Zimmermann et al., 2024).

Qualquer abordagem utilizada para melhorar os processos existentes deve em primeiro lugar procurar entendê-los, para tal é essencial construir fluxogramas do estado atual dos processos em questão (Haitao Yu et al., 2007), uma vez que ao descrever esses processos através de fluxogramas, toda a informação é resumida e simplificada, facilitando a sua visualização e compreensão (Sayyida et al., 2018).

2.5.7 Diagrama de Ishikawa

Após selecionar e descrever os processos que se pretendem estudar é necessário identificar os aspetos principais que causam ineficiências (Sommer & Blumenthal, 2019). O diagrama de Ishikawa, também conhecido por diagrama Espinha de Peixe, é uma ferramenta que pode ser utilizada para identificar as causas-raiz de problemas (Ciocoiu & ILIE, 2010). A análise da causa-raiz tem como fim compreender, resolver e descobrir a origem de um dado problema,

ou seja, identificar o que realmente o causou, de modo a implementar soluções, eliminando-o e evitando falhas futuras (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022).

Este diagrama serve de auxílio ao demonstrar visualmente e agrupar as diferentes causas que contribuem para um problema (Sommer & Blumenthal, 2019), sendo essencial na fase de identificação de problemas (Ciocoiu & ILIE, 2010), uma vez que para aplicar este diagrama em primeiro lugar é necessário determinar os problemas e de seguida identificar os fatores que os causam (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022).

A utilização desta ferramenta apresenta algumas vantagens, como a facilidade de aplicação e visualização, dadas as suas características gráficas. Apesar das suas características mais qualitativas, o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta fundamental para analisar a causa-raiz de um problema, podendo ser combinada com a utilização da ferramenta 5W, para uma abordagem mais completa (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022).

2.5.8 Brainstorming

O Brainstorming é uma ferramenta utilizada para criar soluções ao reunir membros com conhecimento sobre o tema que se pretende abordar ou para um dado problema que se pretende resolver. Esta técnica pode ser adotada em diversos ambientes, tendo como principal objetivo criar ideias ou soluções de forma colaborativa. A diversidade de pensamento é valorizada durante a utilização desta ferramenta, pelo que deve ser utilizada sempre em grupo, de modo a obter o maior número possível de ideias e pontos de vista sobre um dado problema. Tanto a quantidade de ideias como a sua originalidade tem importância, sendo que deve existir um ambiente livre de críticas de modo a encorajar a expressão de todos os participantes (Al-Samarraie & Hurmuzan, 2018).

MODELO CONCEPTUAL E EMPRESA ESTUDO DE CASO

O objetivo deste capítulo é fazer uma abordagem conceptual, a qual exigiu uma pesquisa bibliográfica, onde é realizada uma análise de modelos implementados existentes na literatura, para posteriormente apresentar o modelo conceptual que irá ser aplicado na empresa objeto de estudo. Neste capítulo serão também implementadas as três primeiras fases do modelo.

3.1 Análise de modelos existentes na literatura

Para justificar o desenvolvimento do modelo conceptual a aplicar no estudo de caso fez-se uma análise de alguns estudos publicados, onde de alguma forma justifica o estabelecimento das fases e das ferramentas a serem utilizadas posteriormente neste estudo.

Dotoli et al. (2015), desenvolveram e aplicaram um modelo onde utilizaram as ferramentas UML, VSM e Genba Shikumi, cujo principal objetivo era reduzir desperdícios num armazém através da utilização de ferramentas *Lean*. Este modelo é composto por seis fases, inicialmente é utilizado o UML para descrever detalhadamente as atividades do armazém, de seguida é utilizado o VSM para identificar desperdícios, e o Genba Shikumi é utilizado para classificar e avaliar o impacto que os desperdícios têm no armazém. Posteriormente, Dotoli et al. (2015) voltam a aplicar o VSM para obter uma visão mais atualizada do armazém, seguido do UML para obter uma nova descrição das atividades realizadas, já sem anomalias. Finalmente, os planos de melhorias identificados serão implementados, com o objetivo de verificar as melhorias alcançadas. De forma idêntica, De Jesus Pacheco et al. (2023) utilizaram o modelo anterior, onde também identificaram os desperdícios existentes nas atividades, propondo um plano de implementação para reduzir esses desperdícios identificados num armazém de distribuição, e

quais as ferramentas a aplicar. Esses passos visam identificar os desperdícios mais críticos, e identificar e implementar melhorias no armazém para melhorar o seu desempenho.

Por outro lado, Carmignani & Zammori (2015), em vez de aplicar um modelo genérico, optaram por identificar elementos críticos do mercado da moda de luxo, servindo como critério para a seleção de ferramentas *Lean* apropriadas. Essas ferramentas foram selecionadas e integradas num modelo estruturado para a implementação do *Lean*. A ideia principal deste modelo foi utilizar o VSM para analisar o estado atual, identificar os desperdícios e implementar as melhorias. Posteriormente, o mapa futuro foi criado para identificar a necessidade de aplicar novas ferramentas, com o objetivo de alcançar melhorias adicionais. O modelo é composto por quatro fases, sendo estas as seguintes: (1) Planejamento do projeto: Identificar as pessoas que vão ser afetadas pela mudança; (2) Análise do Fluxo de valor: Observação direta dos processos e das atividades desenvolvidas, com o objetivo de obter uma imagem clara da situação atual; (3) Identificação e eliminação dos desperdícios: Identificar as fontes principais dos desperdícios; (4) Implementação e consolidação das soluções.

Outros modelos foram propostos por mais autores, e.g., Nunez-Castaneda et al. (2019) aplicaram um modelo com o objetivo de melhorar a produtividade e reduzir custos num armazém de distribuição. O modelo aplicado é composto por quatro fases, a primeira é a recolha de dados para analisar a situação atual da empresa, a segunda é realizar uma proposta técnica com recurso a ferramentas como o VSM e o 5S, a terceira fase é realizada ao efetuar um teste piloto de cinco semanas e finalmente são analisados os resultados obtidos. Bonilla-Ramirez et al. (2019) desenvolveram e aplicaram um modelo com o objetivo de reduzir os níveis de devoluções, onde foi aplicado o VSM, 5S, gestão visual e KPIs. Este modelo é composto por três fases: (1) Criar estabilidade: Seleção das ferramentas *Lean* a serem aplicadas; (2) *Create Flow*: Ordenar os processos do armazém para aumentar produtividade; (3) *Make Flow*: Minimização dos desperdícios identificados.

Adeodu et al. (2023) desenvolveram um modelo, que teve como base o ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*), em português (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar). Na primeira fase é definido o âmbito de estudo, tendo em conta os requisitos dos processos. Na fase medir, é estabelecido um sistema de medição que permite monitorizar a evolução dos processos em análise. São recolhidos dados mensuráveis para que posteriormente seja possível efetuar comparações na fase controlar. Na terceira fase, analisar, é utilizado o diagrama de ishikawa para identificar as causas-raiz dos problemas identificados, para que, com base nessas causas, sejam desenvolvidas medidas de melhoria na fase seguinte. Durante o melhorar são analisadas todas as soluções propostas e selecionadas as que mais se adequam,

sendo também implementadas nesta fase. Após a implementação é necessário reavaliar todo o sistema previamente analisado, de modo a observar a eficiência das melhorias. Na última fase, controlar, procura-se integrar, padronizar e monitorizar as mudanças efetuadas, garantindo que estas são mantidas a longo prazo.

Relativamente a melhoria contínua, para Martins et al. (2020) é essencial começar por identificar os problemas existentes, ao procurar entender o estado atual do objeto de análise. Após isso é necessário identificar os problemas que ocorrem nesses processos e procurar soluções para os mitigar. Uma vez que a melhoria contínua é resultado de aplicações cíclicas compostas de observação, planeamento, implementação, análise e monitorização, o modelo desenvolvido neste estudo é cíclico, sendo composto por cinco fases. A primeira fase é de diagnóstico, nesta fase são observadas as operações do armazém e são identificados problemas. Também são recolhidos dados com o objetivo de avaliar a situação atual, as causas-raiz dos problemas e o seu impacto. A segunda fase, planeamento de ação, tem como objetivo definir ações corretivas para mitigar os problemas identificados, com base no diagnóstico realizado. A terceira fase é de implementação, nesta fase as ações que foram definidas anteriormente são colocadas em prática. A quarta fase é de avaliação, uma vez que, após implementar mudanças é necessário avaliar os resultados de modo a avaliar os impactos das mudanças, tanto positivos como negativos. Na última fase procura-se monitorizar e garantir que as mudanças realizadas se mantêm padronizadas, ou seja, que se mantêm a longo prazo.

3.2 Modelo conceptual

O modelo desenvolvido a ser aplicado, foi concebido com base nos modelos apresentados no subcapítulo anterior. O modelo conceptual é de melhoria contínua, cíclico, e composto por sete fases, a ser aplicado a qualquer área funcional de uma empresa, sendo aplicado neste caso num armazém.

Este modelo é cíclico, tendo como influência o modelo desenvolvido por Adeodu et al. (2023), que utiliza o ciclo DMAIC. Foi decidido optar por um modelo deste tipo, tendo como objetivo promover uma cultura de melhoria contínua, procurando sempre aprimorar e melhorar os processos desempenhados ao longo do tempo, de modo que estes não fiquem estagnados.

Na figura 3.1 encontra-se um esquema que representa visualmente as sete fases do modelo cíclico desenvolvido e utilizado neste estudo. Cada uma destas sete fases que constituem o modelo será explicada, contendo uma breve descrição do conteúdo que a fase deve conter, o principal objetivo da fase e as ferramentas utilizadas.

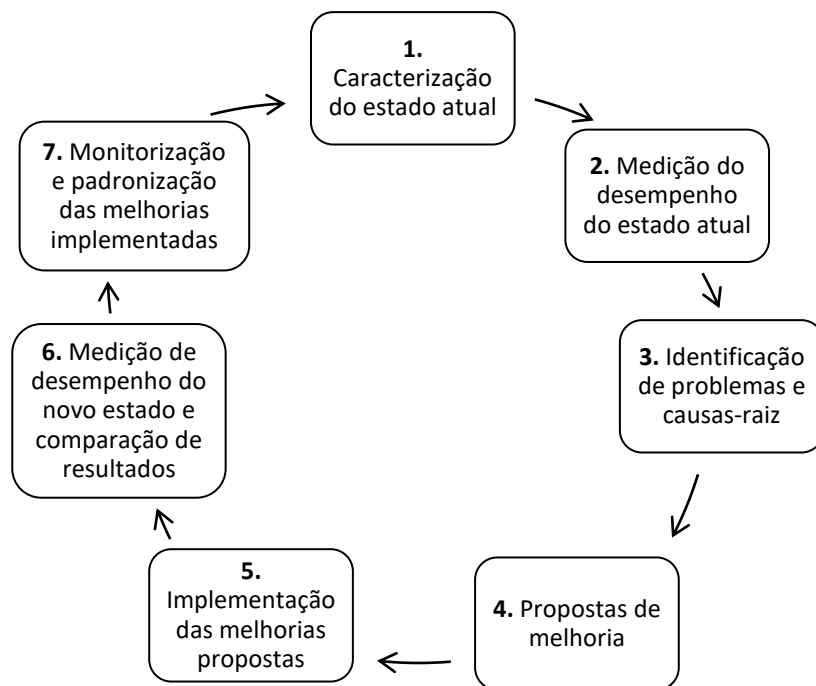


Figura 3.1 - Esquema das fases que constituem o Modelo Conceptual

1. Caracterização do estado atual: Antes de iniciar a aplicação do modelo é necessário definir a área que se pretende intervencionar. Nesta fase são descritos os processos principais e divididos por atividades, consoante as precedências, com recurso a fluxogramas. Para iniciar esta fase do modelo, deve-se iniciar por observar o funcionamento do objeto em estudo, para que, posteriormente, as suas atividades sejam descritas. Neste estudo serão descritos os processos de receção, armazenamento, *picking*, acondicionamento e expedição da mercadoria, que são os principais processos realizados pelo armazém, bem como outras atividades de suporte realizadas pelo departamento da logística. Todas as dependências existentes entre estes dois ramos são representadas, com recurso a fluxogramas.

2. Medição do desempenho do estado atual: Após a caracterização inicial dos processos, torna-se necessário medir o desempenho do estado atual. É proposta a utilização do VSM de modo a mapear o fluxo de trabalho de forma mais simplificada, e auxiliar na identificação de desperdícios na fase três. Para além do VSM, devem ser selecionados KPIs que caracterizem eficazmente os processos descritos anteriormente. São feitas diversas medições e são recolhidos dados, possibilitando a construção do VSM e o cálculo dos KPIs, permitindo a medição do estado atual da empresa. Através do VSM obtém-se os valores base de referência da duração das atividades, e através dos KPIs obtém-se valores relativos a diferentes dimensões. Esta fase

permite obter um objeto de comparação para que no futuro seja possível comparar estes valores, após a implementação das melhorias. Serão utilizados dois VSM, dividindo os processos do armazém em dois processos gerais, e selecionados KPIs que representam três dimensões diferentes, tempo, qualidade do serviço e produtividade.

3. Identificação de problemas e causa-raiz: O VSM anterior serve de auxílio na identificação das zonas que necessitam de melhorias. Desta forma, a identificação de problemas é realizada através da análise do VSM e dos KPI, bem como através da utilização de outros métodos como observação direta, brainstorming e questionários efetuados aos operadores que desempenham as atividades em estudo. Todos os problemas identificados devem ser registados e descritos, sendo que se torna necessário identificar as suas causas-raiz, utilizando para esse fim a ferramenta dos 5W (5 Porquês) ou o diagrama de Ishikawa.

4. Propostas de melhorias: Com base nos problemas identificados é necessário desenvolver soluções para mitigar o seu impacto. Para tal podem ser utilizadas novamente ferramentas como o brainstorming ou questionários aos operadores que desempenham essas tarefas. Deve ser feita uma relação entre os problemas identificados e a respetiva solução para esse problema, ou seja, explicar que problemas, certa solução procura resolver. Nesta fase devem ser consideradas todas as soluções propostas, selecionando as que se espera que tenham maior impacto com a sua implementação na fase seguinte. Nenhuma solução deve ser descartada, podendo ser aplicada noutra ciclo de implementação do modelo, ou seja, as soluções que não se aplicam devem continuar registadas, para posteriormente serem consideradas. Podem ser utilizadas ferramentas como o 5S e gestão visual, ou outras ferramentas que se adequem.

5. Implementação das melhorias propostas: Após identificar melhorias e organizar consoante o problema que se procura mitigar, é necessário selecionar as melhorias que se pretende implementar. Essa seleção é efetuada considerando os benefícios esperados da sua implementação em função do esforço necessário para serem implementadas. Estas melhorias são gradualmente implementadas, sendo necessário planear quais devem ser implementadas em primeiro lugar.

6. Medição de desempenho do novo estado e comparação de resultados: Uma vez implementadas, é necessário avaliar novamente o desempenho dos processos, de modo a perceber o impacto das alterações no desempenho geral. Efetua-se novamente a recolha dos dados necessários para completar o VSM e para proceder ao cálculo dos KPIs. Qualquer alteração que se efetue nos processos deve ser inicialmente destacada no novo VSM. Nesta fase são utilizados os valores previamente calculados na segunda fase, de modo a comparar os resultados obtidos, com o novo estado atual. Durante esta fase procura-se perceber qual o impacto

que as melhorias aplicadas tiveram nos tempos das atividades, mas também nos valores dos indicadores. Devem ser retiradas conclusões através da comparação destes resultados, percebendo os benefícios alcançados através das melhorias.

7. Monitorização e padronização das melhorias implementadas: Após implementar as melhorias, realizar as medições e analisar os resultados obtidos é necessário garantir que as melhorias que foram implementadas mantêm-se integradas na organização. Para tal todas as mudanças efetuadas devem ser documentadas, sendo feita uma descrição de todas as alterações realizadas, facilitando a formação dos operadores envolvidos nessas atividades. No caso das aplicações do modelo serem em horizontes temporais distantes, podem ser feitas medições periódicas de alguns dos parâmetros definidos anteriormente.

Um dos requisitos para alcançar melhoria continua é aplicações cíclicas de modelos, como é o ciclo PDCA e o ciclo DMAIC. Este modelo é cíclico, uma vez que após a sétima fase, o novo estado, após implementar as melhorias, passa a ser o atual. Sendo este modelo cíclico é necessário definir uma regra de como proceder quando se pretender reaplicar, e explicar o processo desse início.

No caso de se pretender aplicar o modelo continuamente, com um curto intervalo de tempo, devem ser registadas e documentadas todas as alterações na fase 7, e em seguida, com base nessas alterações, deve-se atualizar os fluxogramas e a descrição dos processos feitos na fase 1 para dar início ao novo ciclo. Devem ser seguidas as demais fases do modelo, sendo que, ao aplicar com um curto intervalo de tempo, a definir durante a aplicação do modelo, dispensa-se a realização de novas medições na fase 2, podendo os resultados obtidos na fase 6 anterior ser utilizados, servindo como nova referência nessa fase. A partir desse momento a aplicação do modelo é realizada seguindo as restantes fases.

No caso de se pretender aplicar o modelo com um intervalo de tempo elevado, como bianualmente, durante a fase 7 devem ser registadas e documentadas todas as alterações efetuadas, e adicionalmente, propõem-se que sejam efetuadas medições periódicas de certos parâmetros garantindo que os tempos obtidos na fase 6 são mantidos ao longo do tempo. Ao contrário do caso acima, quando existe um intervalo temporal largo entre as aplicações do modelo, na fase 2 devem ser realizadas novamente todas as medições garantindo que as alterações que foram feitas se mantiveram, servindo novamente como uma nova base para a aplicação do modelo.

3.3 Empresa estudo de caso

No presente subcapítulo, é feita uma caracterização da empresa onde decorrerá o estudo de caso, apresentando a sua história e esfera de atuação.

O estudo de caso é realizado na empresa Watercare – Tratamento de Águas, Lda, que é uma empresa portuguesa com sede em Alverca, fundada em 2003, resultante da fusão de várias empresas, atuando no mercado sob a marca “Aquaservice”. É uma empresa especializada em serviços como prevenção de *Legionella* e soluções como produção de sistemas de tratamento de água por membranas. Atualmente conta com atividade em três países, sendo estes: Portugal, Cabo Verde e Angola.

A WaterCare surgiu da necessidade de estabelecer a marca “Henkel” no mercado de tratamento de águas em Portugal, por meio de produtos químicos. Em 2005 houve a primeira expansão e foi inaugurada a delegação do Porto. Dois anos mais tarde, em 2007, foi adquirida uma empresa de tratamento de águas na Madeira e foi estabelecida uma delegação no Funchal. Até 2011, a WaterCare comercializava equipamentos e membranas de outros fabricantes, sendo que começou a projetar e produzir as suas próprias unidades de osmose inversa e des-salinização, o que representou um avanço significativo na consolidação da marca no mercado. No mesmo ano, iniciou-se o processo de internacionalização, com inauguração de uma delegação em Cabo Verde, na Ilha do Sal, e em seguida expandiu-se para Angola, fortalecendo a sua presença a nível internacional.

Em 2015 continuou o crescimento em Portugal, com o aumento da sua presença no território nacional através da inauguração de uma delegação no Algarve. Quatro anos depois, em 2019, existiu mais uma expansão, desta vez para os Açores, em São Miguel.

Pela primeira vez, em 2020, foi obtida uma importante distinção com o estatuto de PME (Pequena e Média Empresa) líder, concedido pelo IAPMEI (Agência para a Competitividade e Inovação), sendo que voltou a ser distinguida como PME líder em 2021. Em 2023, foi obtida a certificação da norma ISO 9001:2015 dos seus sistemas de gestão de qualidade, o que contribui para uma diferenciação da Aquaservice em relação às demais empresas do setor, garantindo um maior controlo e qualidade dos processos da organização, o que demonstra a capacidade existente na Aquaservice de:

- Conceber, desenvolver, instalar e realizar assistência técnica de equipamentos de tratamento de águas potáveis, de processo ou de reutilização.
- Prestação de serviços de tratamento de águas potáveis, piscinas e processo de controlo de *Legionella* no setor industrial e institucional.
- Comercializar materiais e equipamentos de tratamento de águas.

3.3.1 Atividade da empresa

A atividade da empresa está dividida em dois segmentos, o segmento dos serviços e o segmento das soluções.

A atividade no segmento dos serviços está organizada em duas grandes áreas, sendo estas, a área Industrial e a área Institucional. Neste segmento, a Aquaservice disponibiliza um serviço integrado de tratamento de águas que visam o tratamento e controlo microbiológico de águas, com o principal objetivo de garantir que o funcionamento das instalações dos clientes é maximizado, via uma gama alargada de produtos, equipamentos e *know-how* adquirido ao longo dos anos.

No segmento das soluções a empresa procura ir ao encontro das mais diversas necessidades do cliente através do desenvolvimento de um projeto que mais se adequa à situação do mesmo. As soluções são customizadas para cada caso, ou seja, é necessário fazer um dimensionamento e desenho do equipamento, sempre com recurso à mais recente tecnologia disponível.

3.3.2 Descrição do local em estudo

O estudo conduzido nesta dissertação foi realizado na sede da empresa, localizada no centro empresarial de Alverca. Neste centro a atividade da empresa está dividida em duas instalações, A05 e B03, que trabalham em conjunto e estão a cerca de 100 metros de distância uma da outra. Cada uma destas instalações é composta por um escritório e um armazém, apresentando finalidades diferentes e sendo ambas indispensáveis para o bom funcionamento e operação da empresa.

O edifício A05 é o principal, contendo todos os aspetos administrativos da empresa, bem como o departamento de logística. O armazém neste edifício caracteriza-se por ser um armazém manual de distribuição, apresentando um funcionamento de 8 horas por dia, em um turno. Neste armazém são armazenados diversos produtos, como é o caso de produtos químicos, vendidos diretamente aos clientes, os produtos deste tipo são comercializados em bidões com pesos variáveis consoante o tipo de produto, rondando os 25 Kg. Neste armazém também são armazenados outros produtos como, pequenos acessórios para piscinas, sacos de 25 Kg de resinas e medias filtrantes e membranas de diferentes dimensões, vendidos diretamente ao cliente ou usados pelos técnicos para concluir trabalhos e obras, ou montagem em equipamentos próprios. É neste armazém que será realizado e desenvolvido o estudo de caso, sendo que os diferentes tipos de produtos alvo deste estudo são os seguintes:

- Produtos químicos;

- Membranas;
- Medias e resinas filtrantes;
- Filtros;
- Materiais para amostras;
- Outros acessórios.

Também se torna necessário esclarecer o número de operadores que têm impacto direto no funcionamento dos processos em estudo. Para esse fim foi desenvolvida a tabela 3.1, que demonstra o número de operadores por função desempenhada e a média de anos de experiência nessa função.

Tabela 3.1 - Número de operadores por função

Nº de operadores	Função	Anos de experiência
1	Responsável logística	7
3	Assistente logística	5
2	Operador armazém	3

3.4 Aplicação das fases 1, 2 e 3 do modelo

Nos subcapítulos 3.5, 3.6 e 3.7 irão ser aplicadas as fases 1, 2 e 3 do modelo descrito na secção 3.2. Estas fases consistem em caracterizar os processos do estado atual, medir o seu desempenho e identificar os principais problemas.

3.5 Caracterização do estado atual (Fase 1)

A primeira fase de aplicação do modelo conceptual passa pela caracterização do estado atual, através da descrição dos processos realizados com recurso a fluxogramas. Em primeiro lugar foi observado o funcionamento de todo o armazém, para posteriormente serem selecionados os processos que se pretendem analisar e descrever.

3.5.1 Caracterização geral dos processos

Após a caracterização da empresa, torna-se necessário caracterizar os processos a serem analisados. Ao analisar e descrever os processos, é possível obter uma compreensão mais aprofundada do funcionamento da organização e identificar as interdependências entre as diversas atividades, que serão representadas com recurso a fluxogramas. Esta caracterização desempenha um papel crucial numa primeira etapa, uma vez que todos os procedimentos são descritos de forma clara e detalhada.

Existem cinco processos principais, representados na figura 3.2, que são realizados diretamente no armazém referido, contudo existem diversas atividades de suporte realizadas pelo departamento da logística que são essenciais para um bom funcionamento e execução destes cinco processos.

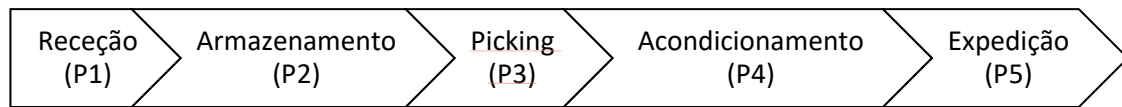


Figura 3.2 - Principais processos realizados no armazém

Os fluxogramas a seguir representados não seguirão na totalidade a regra de ter os seus processos representados de cima para baixo, permitindo a sua exposição numa só folha de texto, facilitando a sua visualização. As atividades representadas a cinzento são realizadas pelo departamento da logística, enquanto as atividades a branco são realizadas no armazém.

Os cinco processos referidos na figura 3.2 foram separados em dois fluxogramas que serão apresentados mais à frente (figura 3.5 e figura 3.6), representando o processo geral de receção e armazenamento de mercadoria e o processo geral de preparação de uma encomenda, como demonstrado no fluxograma da figura 3.3. Os processos (P1) e (P2) foram agrupados, demonstrando o processo geral de receção e armazenamento de mercadoria, enquanto os processos (P3), (P4) e (P5) foram agrupados representando o processo geral de preparação de uma encomenda. Esta separação foi feita uma vez que não existe seguimento direto entre o armazenamento (P2) e o *picking* (P3), sendo que ambos os processos gerais referidos têm início devido a diferentes fatores. O primeiro que é composto pelos processos de receção e armazenamento, é desencadeado por encomendas a fornecedores e pela chegada da mercadoria, terminando com o armazenamento dos produtos. Por outro lado, o processo geral de preparação de encomendas é desencadeado pela receção de um pedido de um cliente, dando início ao processo de *picking*, acondicionamento e expedição.

O processo geral será descrito mais superficialmente, enquanto que cada um dos cinco processos do armazém terá uma descrição mais aprofundada. Para obter uma visualização mais global dos processos entre o departamento de logística e o armazém, foi elaborado um fluxograma, conforme apresentado na figura 3.3, que ilustra as principais atividades realizadas desde a colocação de um pedido até à sua expedição.

O armazém inicia as suas operações à medida que os pedidos dos clientes são recebidos. O processo inicia-se sempre que o departamento da logística recebe um pedido de um cliente por email. O cliente pode ser classificado como externo, caso esteja fora da organização, ou interno, quando é pertencente à organização e realiza um pedido em nome de outro cliente.

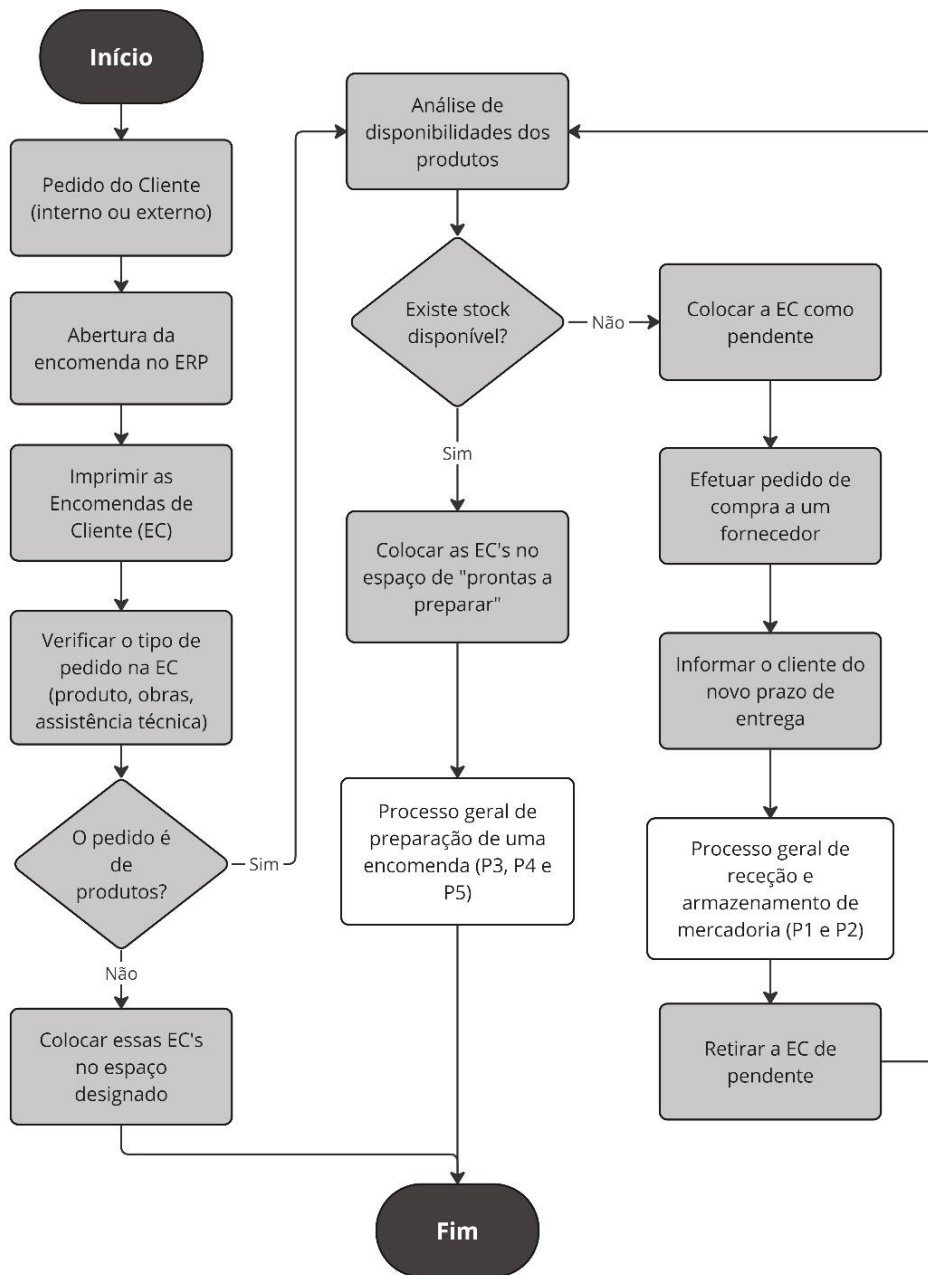


Figura 3.3 - Fluxograma das atividades desde a colocação de um pedido até à expedição

Além disso, os pedidos podem variar consoante o seu tipo, podendo ser de "produtos" (vendas diretas ou por contrato), "obras" (intervensões de maior escala) ou "assistências técnicas".

Após a colocação de um pedido de cliente, é necessário registar o pedido no sistema de gestão, em inglês *Enterprise Resource Planning* (ERP) utilizado pela empresa. Esse procedimento é conhecido como abertura de uma Encomenda de Cliente (EC). De seguida, o pedido é impresso e colocado no espaço designado de acordo com o seu tipo, uma vez que, diferentes procedimentos e atividades são necessários para satisfazer cada tipo de pedido. Neste

fluxograma são abordados apenas os casos em que os pedidos são do tipo "produto", sendo que estes têm ligação direta ao armazém e estão inseridos no âmbito deste estudo.

Após separar as ECs do tipo "produto", caracterizando-se por vendas de produtos a clientes, é realizada uma análise de disponibilidade dos produtos requisitados em cada uma delas. Caso exista stock dos produtos requisitados na EC, esta é colocada no espaço de "prontas a preparar", dando origem a todo o processo de preparação de uma encomenda, que engloba os processos (P3), (P4) e (P5), que serão explicados mais detalhadamente. No caso de existir falta do stock, a EC impressa é colocada num local designado como "encomendas pendentes", e é efetuado um pedido de compra ao fornecedor para aprovisionar os produtos em falta, que inclui os processos (P1) e (P2).

3.5.2 Análise dos processos

- **Receção (P1)**

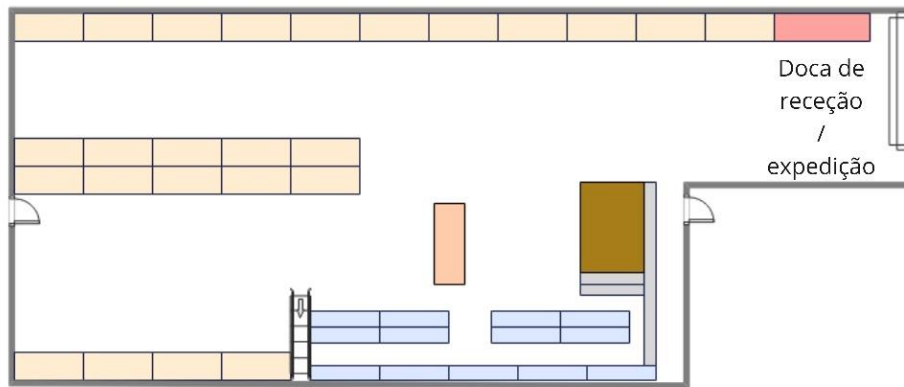
A receção de mercadoria ocorre após a chegada de um camião com a mercadoria a ser descarregada. Durante este processo, a descarga é efetuada com o auxílio de uma empilhadora, uma vez que os produtos são maioritariamente recebidos em paletes.

Após a descarga de todas as paletes, é recebida a Guia de Transporte (GT) que contém informações sobre as quantidades recebidas de cada produto, assim como os seus respetivos lotes ou números de série, quando aplicável. Utilizando essa GT, é realizado um controlo de qualidade e de quantidade recebida de cada produto. Este processo pode ser demorado, uma vez que é necessário garantir que os lotes ou números de série dos produtos recebidos coincidem com as informações presentes nas GTs. O tempo despendido nessa atividade varia também de acordo com o fornecedor, sendo que, lotes diferentes do mesmo produto podem ser enviados na mesma paleta, requerendo trabalho adicional de manuseamento dos produtos para garantir que as quantidades estão corretas e não existem erros com números de lote. Após a verificação é colocada uma folha de papel na paleta com a designação dos produtos e os seus respetivos lotes, servindo como identificação.

- **Armazenamento (P2)**

Após a receção e verificação da mercadoria, o próximo processo é o de armazenamento. No armazém é utilizada uma política de armazenamento aleatório dentro da mesma família de produtos. Essas famílias são definidas com base nas características dos produtos para garantir uma melhor organização. Na figura 3.4 está representado um esquema do layout do armazém em estudo.

Dentro desta política, os produtos de maior dimensão, como produtos químicos e membranas que são armazenados em paletes, são alocados nas *racks* destacadas a amarelo (figura 3.4). Por outro lado, os produtos de menor dimensão, como filtros ou outros acessórios, são armazenados em caixas ou de forma unitária nas *racks* a azul (figura 3.4).



- Legenda:
- Racks para produtos de maior dimensão (paletes)
 - Racks para produtos de menor dimensão
 - Zona de armazenamento de paletes
 - Bancada
 - Zona de recepção de produtos

Figura 3.4 - Esquema do layout do armazém

Ao não existir uma regra específica para o armazenamento dentro do mesmo tipo de *rack*, é obtida uma boa utilização do espaço disponível, mas resulta em desorganização e dificuldades em localizar determinados produtos.

- **Picking (P3)**

O *picking* é a primeira etapa do processo geral de preparação de uma encomenda, sendo que é a mais demorada e exigente de todo o processo. É necessário garantir que as quantidades certas de cada produto são separadas, de modo a não existir erros de produtos enviados. O *picking* é dividido pelas seguintes atividades:

- Colocar post-its nas ECs;
- Movimentação do operador e de paletes vazias até à zona com para se iniciar a separação e de paletes finalizadas para serem acondicionadas;
- Pensar e procurar produtos;
- Separar os produtos;
- Filmar paletes completas;

O *picking* inicia-se quando o operador recolhe as ECs prontas a preparar, sendo que o primeiro passo é colocar um post-it em cada uma delas. Cada EC corresponde a uma encomenda de um cliente, apresentando-se numa folha A4 e contendo informações como: número

de encomenda; informação do cliente, como nome, número de cliente e morada; data de emissão da encomenda; referência dos artigos requisitados, a sua designação e quantidade total. No caso de produtos comercializados em quilos como é o caso dos produtos químicos, as quantidades na EC são apresentadas em quantidade total de quilos, desta forma torna-se necessário que o operador calcule a quantidade unitária de cada produto a separar, dividindo a quantidade total requisitada pelo peso de uma unidade.

Em cada post-it é registado o número da EC, o nome dos produtos e a quantidade requisitada de cada, já em unidades. Após essa etapa, procede-se à movimentação de uma palete para a zona onde se encontram os produtos a separar, se necessário, conforme a dimensão dos produtos requisitados.

Em seguida realiza-se a separação de todos os produtos requisitados na EC. Ao contrário do armazenamento, onde os produtos são movimentados principalmente em paletes completas, no *picking*, devido à natureza das encomendas dos clientes, que consistem em quantidades menores de produtos, é necessário proceder à sua separação, sendo este um processo mais físico e exigente. Após a separação, os lotes dos produtos são anotados na EC, e o post-it preparado anteriormente é colado num dos produtos separados, facilitando a identificação da encomenda no processo de acondicionamento.

Se os produtos requisitados por um cliente forem suficientes para preencher uma palete inteira, procede-se à sua filmagem (envolver a palete com plástico) e movimentação para junto do portão do armazém. Nos restantes casos agrupam-se produtos de diferentes encomendas numa palete, e esta é movimentada para perto da bancada representada a castanho na figura 3.4, sendo que a filmagem ocorre apenas durante o processo de acondicionamento.

- **Acondicionamento (P4)**

O processo de acondicionamento é realizado no armazém após o *picking* dos produtos, dividindo-se pelas seguintes atividades:

- Organização das Guias de Transporte (GT) e das etiquetas nos envelopes plásticos;
- Colocação dos envelopes plásticos sobre as encomendas correspondentes;
- Colagem dos envelopes plásticos e etiquetas;
- Reorganização dos produtos pelas paletes e verificação;
- Filmagem das restantes paletes;
- Movimentação das paletes;

É de notar que as três primeiras atividades apenas são necessárias, uma vez que a expedição é realizada com recurso a uma transportadora, sendo que é necessário realizar essas atividades para permitir a expedição. Inicialmente, as GT e as etiquetas relativas às encomendas

são impressas. Para cada encomenda, há apenas um envelope e uma GT, mas pode haver mais de uma etiqueta nos casos em que a encomenda não preenche na totalidade uma palete. Nestes casos, cada produto individual é considerado um volume, e são impressas o número de etiquetas correspondentes ao número de volumes da encomenda.

As etiquetas são todas impressas em conjunto, sendo que é necessário separá-las por encomenda. Cada etiqueta ou conjunto de etiquetas são colocadas num envelope juntamente com a GT correspondente. Esse procedimento é repetido para todas as encomendas até que todas as GT e etiquetas estejam organizadas.

Após a organização dos envelopes, estes são colocados sobre as encomendas correspondentes e, de seguida, são colados. O procedimento consiste em retirar as etiquetas do envelope, colar o envelope com a GT na palete ou num dos volumes da encomenda e, de seguida, colar a etiqueta no filme da palete, ou nos volumes soltos, se for o caso. No caso de encomendas que preenchem na totalidade uma palete, o tempo de colagem é menor, pois apenas uma etiqueta necessita de ser colada. Para encomendas que não preenchem na totalidade uma palete, existe uma etiqueta para cada volume, despendendo-se mais tempo na colagem.

Os volumes soltos da mesma encomenda são reorganizados junto com volumes de outras encomendas para completar paletes, denominadas como palete multicliente. Nesta etapa verifica-se novamente os produtos separados, de modo a prevenir erros. Após a conclusão destas paletes multicliente, são filmadas e movimentadas para junto das restantes paletes já finalizadas, prontas para a expedição.

- **Expedição (P5)**

A última atividade é a expedição das encomendas, é realizada diariamente, ao final do dia, com recurso a uma transportadora. Deste modo é necessário que todas as encomendas a preparar para o dia estejam prontas a ser expedidas nesse horário.

Quando o camião chega e está pronto a ser carregado, pode-se iniciar o processo de expedição. As paletes são recolhidas de dentro do armazém e carregadas no camião, novamente com recurso a uma empilhadora. Após o carregamento de todas as paletes dá-se a expedição como concluída e encerra-se o processo geral de preparação de uma encomenda.

3.5.2.1 Processo geral de receção e armazenamento de mercadoria (P1) e (P2)

Após a descrição dos dois processos anteriores, será explicado, com auxílio a um fluxograma, na figura 3.5, como esses dois processos interagem com as restantes atividades realizadas pelo departamento da logística, desde o início do processo geral de receção de mercadoria até ao seu armazenamento.

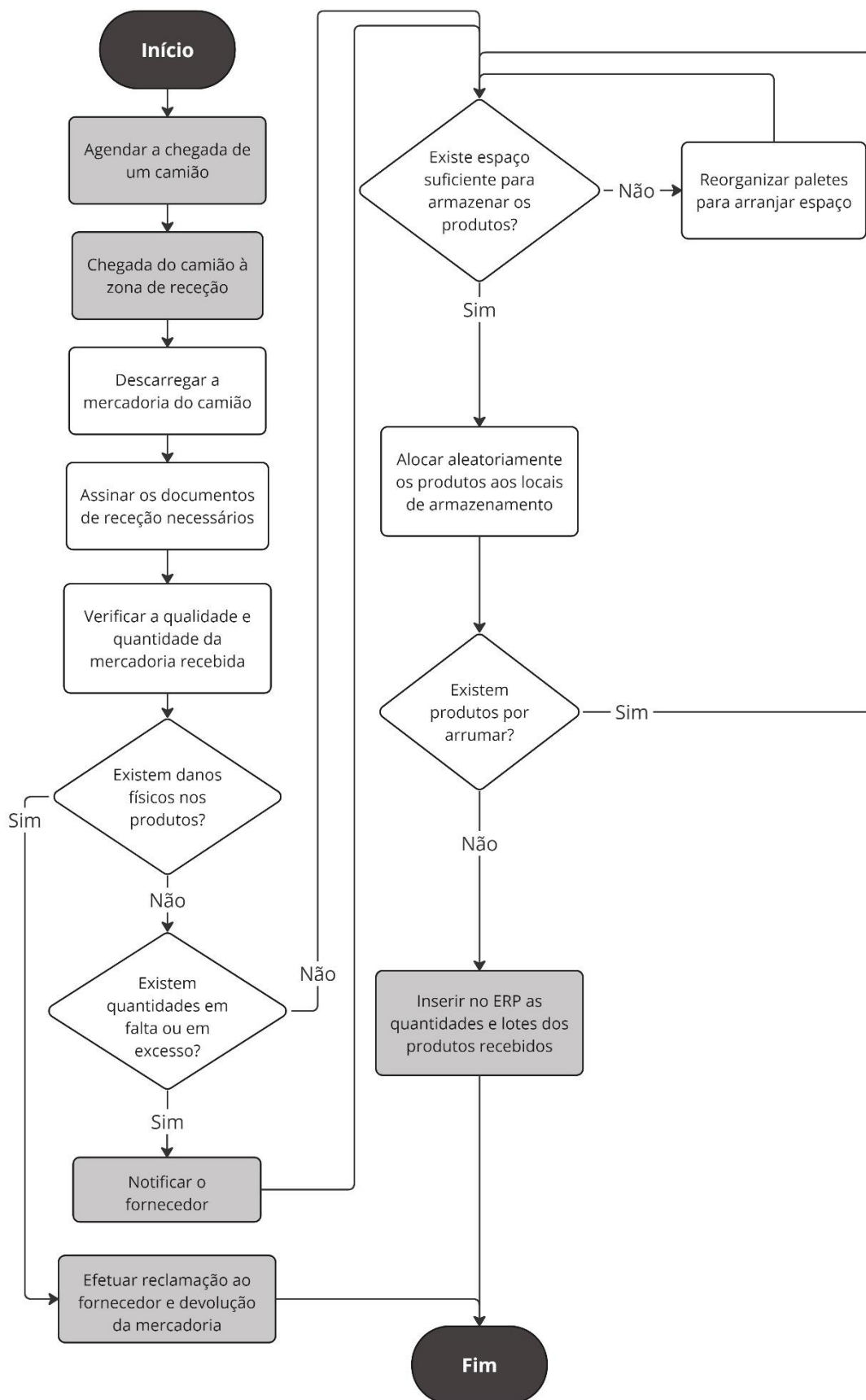


Figura 3.5 - Fluxograma das atividades presentes nos processos (P1) e (P2)

Como referido, o processo de receção de mercadoria inicia-se sempre que existe um pedido de produtos a fornecedores. Inicialmente é conhecida uma previsão para a data de chegada da mercadoria no momento de compra, e próximo à data de entrega, é feito um agendamento para a chegada do camião, permitindo que a quantidade de mercadoria a receber seja conhecida.

Na chegada do camião inicia-se o processo de receção (P1), conforme descrito anteriormente. Após o descarregamento de todas as paletes, é realizada uma inspeção visual rápida da mercadoria. No caso de receção de mercadoria não conforme, a mesma é segregada para zona própria, e posteriormente devolvida. Se houver discrepâncias nas quantidades, sejam em excesso ou em falta, o fornecedor é notificado, e o processo de armazenamento (P2) é realizado.

Após o armazenamento de todos os produtos recebidos, os dados relativos são inseridos no ERP, denominando-se internamente de "dar entrada dos produtos". São incluídos dados como o tipo de produto, lote ou números de série e as quantidades por lote de produto. Esta etapa é essencial para o funcionamento de todo o sistema de gestão, pois é a partir dela que todo o stock recebido é adicionado e gerido no ERP, permitindo a realização de outras atividades, como a análise de disponibilidade de produtos.

3.5.2.2 Processo geral de preparação de uma encomenda (P3), (P4) e (P5)

Após a descrição dos três processos realizados no armazém que compõem o processo geral de preparação de uma encomenda, irá ser explicado com recurso a um fluxograma, presente na figura 3.6, a forma como esses processos interagem com as atividades de apoio necessárias para garantir a satisfação de uma encomenda, desde a sua recolha até à expedição.

O processo de preparação de uma encomenda é desencadeado após a colocação de um pedido de um cliente, quando existe stock disponível. O operador do armazém desloca-se ao escritório para recolher as ECs prontas a preparar, separadas previamente, e é realizado todo o processo de *picking* conforme descrito anteriormente. Durante o *picking*, por vezes, o operador não encontra os produtos necessários para satisfazer uma encomenda, e é requisitado auxílio ao responsável. Primeiramente o responsável, volta a verificar o stock dos produtos no ERP, neste ponto existem diversos cenários possíveis quando um produto não é encontrado:

- Quando não existe stock no sistema, considera-se que existiu um erro na etapa de separação da EC.

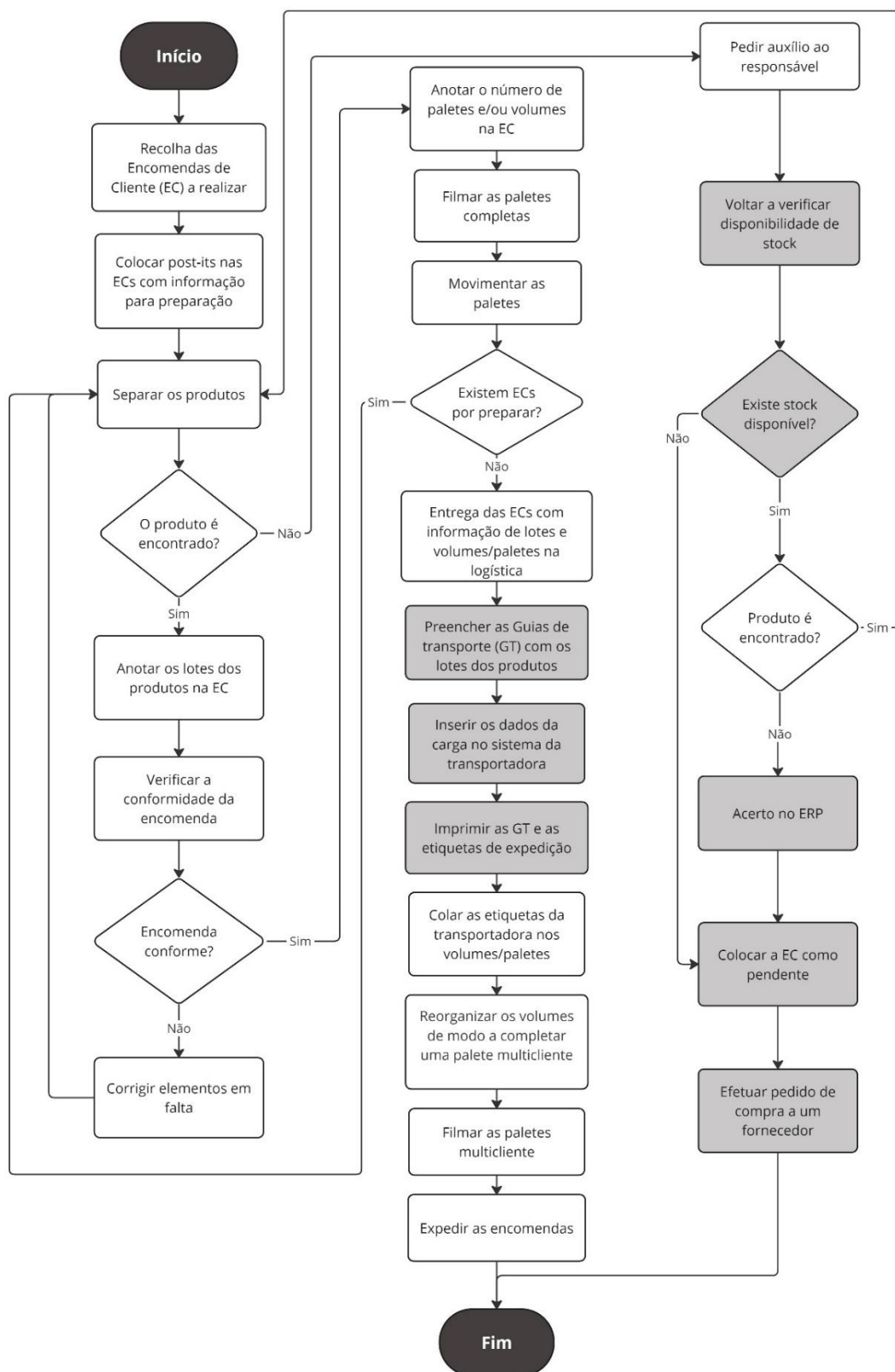


Figura 3.6 - Fluxograma das atividades presentes nos processos (P3), (P4) e (P5)

- Se existe stock disponível, mas o produto não é encontrado com o auxílio do responsável, considera-se que existe um erro entre o stock virtual do ERP e o stock real em

armazém, acerta-se esse valor no sistema e regista-se o erro. Tanto neste caso como no anterior, torna-se necessário colocar a EC como pendente e efetuar um pedido de compra dos produtos em falta.

- No caso de existir stock disponível e o responsável encontrar o produto, é indicada a localização do artigo ao preparador da encomenda, para que a atividade de *picking* continue.

Após a separação dos produtos é necessário anotar na EC os seus lotes, bem como o número de paletes e/ou volumes referentes à encomenda. Esta etapa é necessária para informar a transportadora da quantidade de carga a ser enviada, mas também para o acondicionamento da mercadoria mais à frente. Repetem-se estas atividades até que todas as ECs recolhidas estejam separadas.

As ECs já com todas as informações preenchidas são entregues novamente no escritório para se iniciar a emissão das GTs e o preenchimento dos dados necessários no sistema informático da transportadora. Após o preenchimento, imprimem-se as GTs e as etiquetas, que são necessárias para se proceder ao acondicionamento.

Nesse processo são coladas as etiquetas e as GT nas paletes finalizadas e nos volumes. Os volumes são reorganizados para formar uma paleta multiciente, para finalmente se proceder à filmagem dessas paletes. Com todas as paletes etiquetadas e filmadas é possível iniciar o seu carregamento no camião da transportadora, concluindo o processo desde a preparação das encomendas à expedição.

3.6 Medição do desempenho do estado atual (Fase 2)

Após a caracterização do estado atual dos processos em análise, é necessário proceder à avaliação do seu desempenho, para esse fim são obtidos valores de referência de certos parâmetros. Com o objetivo de quantificar o estado atual elaboram-se dois *Value Stream Mapping* de acordo com a caracterização dos processos da primeira fase, e são selecionados KPIs a serem continuamente monitorizados, adequados à realidade do armazém em estudo. Também nesta fase são recolhidos os dados necessários para completar os VSM bem como para calcular os KPIs selecionados. Estes dados foram recolhidos por observação direta, utilizando o mesmo operador para as mesmas atividades.

3.6.1 VSM do estado atual

A construção dos VSMs tem como principal objetivo a identificação de desperdícios, e simplificar os processos descritos nos fluxogramas. Nestes dois VSMs serão analisados todos os cinco processos realizados no armazém descritos anteriormente, juntamente com outras atividades de suporte necessárias para a receção de mercadoria e realização de uma encomenda. Nestes VSMs estão representadas a forma como os diferentes processos interagem, incluindo fluxos de informação e material, facilitando a identificação de desperdícios e oportunidades de melhorias nesses processos.

Para a construção dos VSMs foram recolhidos tempos para cada parâmetro medido, sendo que para cada parâmetro foi considerado um mínimo de 30 amostras de tempo, pelo que o valor apresentado é o valor médio dessas medições. Os dados recolhidos consistem nos tempos necessários para completar cada processo, tal como os tempos entre o fim e o início do próximo processo, denominado de *lead time*.

3.6.1.1 VSM dos processos (P1) e (P2)

O primeiro VSM descreve o processo geral de receção de mercadoria, que engloba os processos (P1) e (P2), encontra-se representado na figura 3.7. Neste VSM o processo de receção, encontra-se dividido em duas atividades, a receção e descarga de mercadoria, e o controlo de qualidade e conformidade. Encontra-se também representada a atividade de inserção da informação dos produtos no ERP, realizada pelo departamento da logística, uma vez que esta é uma etapa essencial durante a receção de mercadoria. O tempo de ciclo total apresentado neste VSM é de 529 segundos, equivalente a aproximadamente 9 minutos.

A realização de encomendas é feita pelo departamento da logística aos fornecedores, por meio eletrónico, tal como a inserção da informação dos produtos recebidos, que é feito no ERP. Em média são descarregados 2 camiões por dia, e o intervalo de tempo entre a realização de um pedido e a chegada da mercadoria varia significativamente de acordo com o fornecedor, sendo que em média esse valor é 15 dias, sendo que este valor foi dado pelo responsável da logística após consulta.

O tempo de ciclo de descarga da mercadoria é de aproximadamente 103 segundos por palete. Após a descarga, a mercadoria não é prontamente conferida, sendo que o tempo entre a sua receção e o controlo de qualidade é de 4 horas. O valor para conferir a mercadoria é de 102 segundos por palete, no caso dos produtos serem entregues em paletes, ou por caixa, quando esse é o caso. Entre a verificação da mercadoria recebida e o seu armazenamento distam 2 horas.

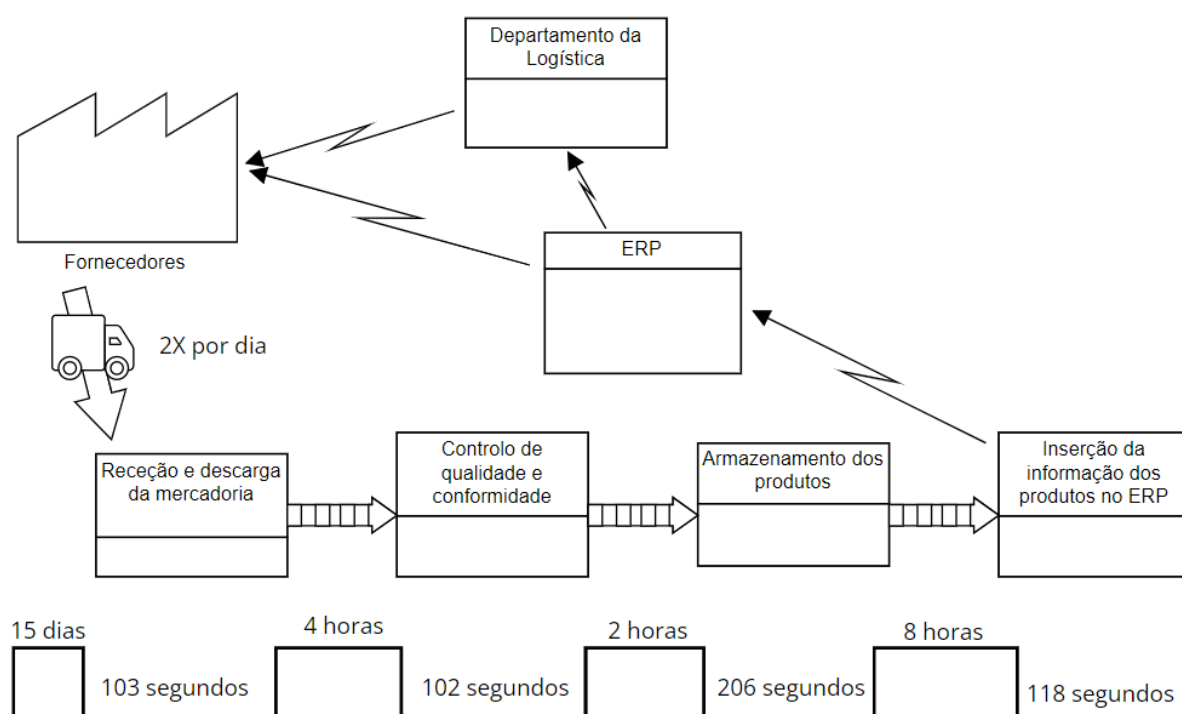


Figura 3.7 - VSM atual dos processos (P1) e (P2)

O tempo de ciclo de armazenamento é de 206 segundos por palete, este valor varia conforme o local onde a paleta está a ser armazenada, sendo tanto maior consoante a distância à zona de receção e a altura a que a paleta é colocada.

O tempo que dista entre o armazenamento e a última atividade deste VSM é de 8 horas, o que equivale a 1 dia de trabalho. O tempo de ciclo para inserir toda a informação necessária no ERP é de 118 segundos por encomenda, sendo a duração desta atividade influenciada pelo número de produtos diferentes inseridos, e pelos lotes ou números de série existentes.

Através da realização deste VSM, observou-se que existem desperdícios visíveis a nível do tempo gasto entre as atividades representadas. Estes elevados tempos levam à acumulação de mercadoria na zona de receção e também a erros na gestão dos produtos devido ao elevado tempo entre a receção da mercadoria e a sua inserção no ERP. A maior causa encontrada para este problema é a falta de um procedimento desde a receção de mercadoria, até esta ser inserida no ERP.

Relativamente aos tempos de ciclo representados, o maior desperdício encontrado foi no tempo armazenamento, apresentando cerca do dobro do tempo das demais atividades. Uma possível causa identificada para este elevado tempo, é o armazenamento incorreto devido a falta de priorização de artigos. Foi observado que artigos com bastante procura eram por vezes armazenados em locais pouco acessíveis, contribuindo para um maior tempo durante esta atividade.

3.6.1.2 VSM dos processos (P3), (P4) e (P5)

O segundo VSM, que se encontra representado na figura 3.8, descreve o processo geral de preparação de uma encomenda, que engloba os processos (P3), (P4) e (P5). Neste VSM também está representada a atividade de abertura de encomendas, visto que esta atividade desencadeia todo o processo de preparação das encomendas, e a atividade de emissão das guias de transporte e etiquetas que é essencial para proceder ao acondicionamento dos produtos. O tempo de ciclo total neste VSM é de 922 segundos, equivalente a aproximadamente 15 minutos. No anexo A encontra-se uma tabela com um exemplo de medições feitas para a construção dos VSMs, neste caso para o processo "Abertura e impressão das ECs".

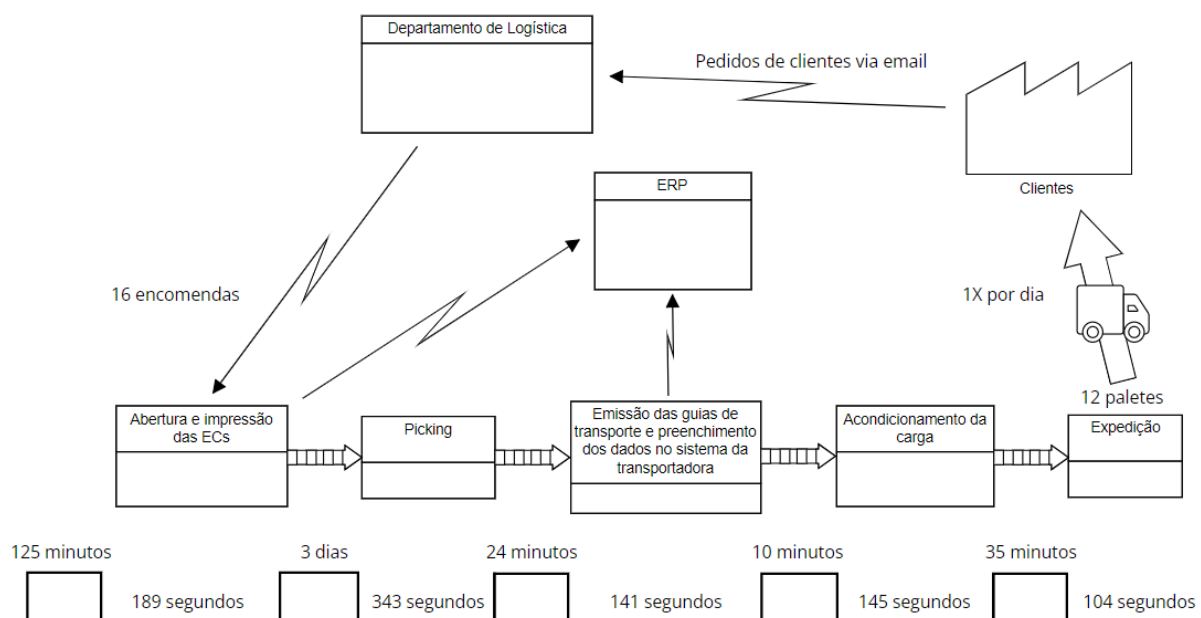


Figura 3.8 - VSM atual dos processos (P3), (P4) e (P5)

A comunicação entre os clientes e o departamento da logística é feita eletronicamente, via email. Em média são recebidos 16 pedidos por dia, tendo um tempo médio entre a sua receção e abertura da encomenda de 125 minutos, sendo que o processo de abertura de uma encomenda leva cerca de 189 segundos por encomenda.

O *lead time* entre a abertura de encomendas e o início do *picking* foi estimado, sendo em média 3 dias úteis, uma vez que, quando não existe disponibilidade de produtos, as encomendas geralmente ficam em estado pendente. Nos casos em que existe disponibilidade de produtos, a maioria é satisfeita no dia seguinte à sua abertura.

O tempo de ciclo de *picking* é de 343 segundos, que equivale a aproximadamente 6 minutos por encomenda, este é caracterizado como o processo mais demorado, representando cerca de 37% da totalidade do tempo de ciclo deste VSM.

De seguida as ECs, já com informação preenchida são entregues novamente, sendo que tarda 24 minutos até ao início do processo de emissão de guias, levando cerca de 141 segundos por encomenda. O tempo entre o preenchimento dos dados que engloba a impressão das etiquetas e o acondicionamento da carga é de 10 minutos, pelo que por vezes o operador do armazém fica inativo, enquanto espera por essas etiquetas.

O tempo de ciclo do processo de acondicionamento é cerca de 2 minutos e meio por encomenda. A atividade mais demorada é a colagem dos envelopes e das etiquetas nos produtos, representando 29% do tempo de ciclo, seguida da organização das GT e etiquetas com 20%, e pela reorganização dos produtos com 18%. As restantes atividades são colocar as etiquetas por cima das paletes, filmar as paletes e movimentação das paletes, têm aproximadamente o mesmo peso em termos de tempo despendido.

Entre a conclusão do acondicionamento e a chegada do transporte de expedição tarda cerca de trinta minutos, sendo este tempo dependente da hora de chegada do transporte. Em média são expedidas 12 paletes diariamente e o carregamento da carga no camião leva cerca de 104 segundos por paleta. Neste cálculo, a medida utilizada é o número de paletes expedidas, e não o número de encomendas preparadas, como nos demais processos representados neste VSM. É utilizada esta medida uma vez que estes dois números podem não coincidir, sendo que o tempo de expedição apenas é influenciado pelo número de paletes a expedir, podendo existir encomendas que perfazem uma ou mais paletes e outras encomendas que não completam uma paleta na totalidade.

Sendo que o *picking* é o processo que apresenta uma maior expressão de tempo de ciclo, foi efetuada a separação deste processo por atividades, de modo a obter mais informação sobre o tempo despendido e facilitar a identificação e futura eliminação de desperdícios. Na figura 3.9 apresenta-se a divisão desse tempo pelas diversas atividades que constituem o processo. A atividade de separação é a mais demorada, representando cerca de metade de todo o tempo de *picking*. O tempo despendido com a colocação de post-its e movimentação das paletes é semelhante, sendo aproximadamente 1 minuto por encomenda, enquanto as pausas para procurar produtos e para filmar paletes são as atividades com menor peso no processo de *picking*. É de notar que o tempo para procurar produtos não inclui os casos em que é necessário solicitar auxílio ao responsável, pois esse valor será contabilizado nos indicadores de desempenho, na secção 3.6.2.2. O tempo de filmagem de paletes representa apenas 6% do tempo total de *picking*, pois somente as paletes completas na totalidade são filmadas durante este processo, sendo que apenas 23% das encomendas satisfazem uma paleta completa, denominada de paleta unicliente. É de notar que uma atividade que tem um elevado

contributo para o tempo total de *picking*, mas não acrescenta algum valor é a de colocar post-its nas ECS, representando cerca de 1 minuto por encomenda, pelo que deve ser eliminada se possível.

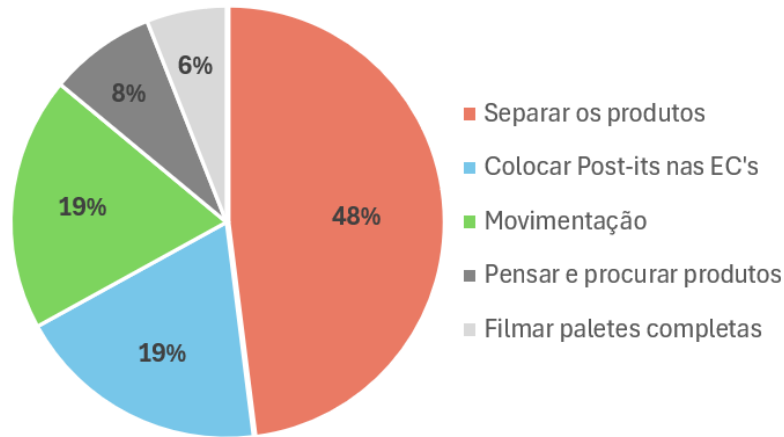


Figura 3.9 - Divisão de tempo pelas atividades do processo de *picking*

Da mesma forma como referido no VSM anterior para o tempo de armazenamento, o tempo de separação de produtos e movimentação pode ser reduzido, se os produtos mais movimentados forem armazenados nos locais mais acessíveis, reduzindo também o tempo necessário para o *picking*.

A segunda atividade que apresenta maior tempo de ciclo, é a primeira atividade deste VSM. Durante a construção deste VSM observou-se, que por vezes, existia a necessidade do operador responsável por essa atividade, de contactar o remetente do pedido devido a falta de informação na encomenda. Essa necessidade, contribui para um maior tempo necessário para realizar essa atividade, aumentando o tempo de ciclo.

3.6.2 Indicadores de desempenho do estado atual

Os indicadores de desempenho têm o objetivo de servir como base para caracterizar o estado atual do armazém, de modo a observar, no futuro, possíveis alterações através das melhorias implementadas. Estes KPIs devem ser também utilizados para que exista informação à disposição, facilitando a identificação das áreas prioritárias para efetuar esforços de melhorias, medindo a evolução destes valores ao longo do tempo. Deve ser tida em conta a facilidade de medir os KPIs selecionados, garantindo que a medição destes indicadores é viável a longo prazo e não ocupa uma grande porção de tempo.

Existem diferentes dimensões de indicadores, tendo sido considerados indicadores de tempo, qualidade do serviço e produtividade. Na tabela 3.2 é possível observar resumidamente todos os indicadores selecionados, a dimensão que estes representam, a fórmula de cálculo, o

valor medido e a unidade de medição. Os indicadores foram selecionados com base nos indicadores estudados na tabela 2.1, adaptando-os à realidade da empresa. Estes foram selecionados conforme dois critérios, a facilidade de serem medidos e a importância para caracterizar o desempenho do armazém em estudo. No anexo B encontra-se uma tabela com os cálculos dos indicadores selecionados.

3.6.2.1 Indicadores de tempo

Os primeiros quatro indicadores desta dimensão já se encontram presentes nos VSMS anteriores, contudo, são considerados também como indicadores e não apenas no VSM, devido à frequência que devem ser feitas medições. Se apenas se medisse estes indicadores quando os VSMS são efetuados, haveria um grande intervalo de tempo sem qualquer medição. Desta forma é possível obter uma monitorização mais contínua, observando de uma melhor forma a evolução destes tempos. O outro indicador desta dimensão reflete o tempo médio para preparar uma encomenda desde que foi aberta no sistema até ser enviada. Os indicadores consistem no seguinte:

- Tempo de ciclo de receção: Tempo médio necessário para descarregar uma palete.
- Tempo de ciclo de armazenamento: Tempo médio necessário para armazenar uma paleta nas *racks* do armazém.
- *Tempo de ciclo de picking*: Tempo médio para separar os produtos necessários para satisfazer uma encomenda. São consideradas todas as atividades intermédias, desde a receção da encomenda no armazém, até à finalização da separação dos produtos.
- Tempo de ciclo de expedição: Tempo médio para carregar uma paleta no meio de transporte responsável pela expedição.
- Prazo de espera de uma encomenda: Número de dias úteis desde a abertura de um pedido e o envio da encomenda, reflete o tempo médio que uma encomenda demora a ser enviada.

Ao observar os valores obtidos nesta dimensão, torna-se prioritário atuar sobre o tempo de ciclo de *picking*, uma vez que apresenta o maior tempo de ciclo de todos estes, sendo necessário desenvolver e implementar melhorias para reduzir este valor. Outro indicador que merece especial atenção é o prazo de espera de uma encomenda, sendo este de 3,4 dias, o valor é um pouco superior ao valor médio alvo imposto pela organização de três dias úteis, pelo que é necessário efetuar esforços para reduzir esse tempo.

3.6.2.2 Indicadores de qualidade do serviço

Estes indicadores expressam a qualidade de todo o processo de realizar encomendas, ao analisar diferentes aspetos que indicam o desempenho durante este processo, tanto ao nível de erros, quanto ao nível de tempo. Todos estes indicadores são apresentados em percentagem, sendo utilizados os seguintes:

- Encomendas expedidas a tempo: Percentagem de encomendas expedidas com prazo máximo de três dias úteis, desde a sua abertura. Este valor de três dias úteis foi definido com base no nível de serviço esperado pela empresa.
- Encomendas expedidas na totalidade: Percentagem de encomendas satisfeitas na totalidade no primeiro envio. Uma encomenda incompleta acontece quando apenas é enviada parte dos produtos requisitados pelo cliente.
- Encomendas entregues no prazo e na totalidade: Percentagem de encomendas expedidas dentro do prazo, e na totalidade.
- Precisão do stock: Relação entre o stock disponível em armazém e o stock virtual presente no ERP. Para medir este KPI é necessário realizar uma comparação entre o stock físico e o stock em sistema.
- Precisão de *picking*: Percentagem de encomendas em que existiu e foi detetado um erro durante a separação dos produtos.
- Autonomia no *picking*: Percentagem de encomendas separadas de forma autónoma, sem ser necessário qualquer auxílio do responsável na separação.

O indicador que representa a percentagem de encomendas expedidas a tempo apresenta um valor de 74,6%, significando que cerca de 25% das encomendas são expedidas pelo menos três dias depois da sua abertura. Por outro lado, o indicador encomendas expedidas na totalidade apresenta um valor bastante elevado, tal pode acontecer, uma vez que nos casos em que não existe certo produto para satisfazer na totalidade uma encomenda, esta é posta de parte até que esse produto seja recebido. Dessa forma, este indicador apresenta um valor mais alto, mas tem um impacto no indicador apresentado anteriormente, uma vez que, ao colocar a encomenda em pendente, o tempo para a satisfazer aumenta, diminuindo o número de encomendas satisfeitas dentro do prazo. De modo a obter uma visão mais fidedigna de ambos os indicadores utilizados, surge o indicador, encomendas entregues no prazo e na totalidade, que consiste na multiplicação destes indicadores, representando a percentagem de encomendas entregues na totalidade e dentro do prazo estabelecido.

O valor precisão do stock foi calculado através de uma amostra para 10 artigos diferentes, em que foi contada a quantidade real em armazém e comparada com o valor em sistema.

Estas diferenças podem ser tanto por excesso como por defeito, tendo sido obtida uma diferença de 566 Kg nesta contagem, representando um desvio de 3%, pelo que a precisão do stock obtida foi de 97%. Apesar deste valor ser alto é necessário ser melhorado, uma vez que são gerados erros devido a estas discrepâncias no stock. Foi observado que uma possível causa para estas diferenças, são o grande intervalo de tempo entre a receção da mercadoria e a sua inserção no sistema ERP.

A precisão do *picking* apresenta um valor de 92%, significando que 8% das encomendas separadas apresentaram um ou mais produtos errados, as principais causas para esses erros passaram pelo desconhecimento e similaridade dos produtos separados e também pela separação de quantidades erradas dos produtos requisitados.

O indicador que representa a percentagem do *picking* que é feito de forma autónoma, tem um valor de 83%, sendo que, em média, por cada encomenda em que auxílio é requisitado, é necessário cerca de três minutos adicionais por encomenda, diminuindo tanto a produtividade do operador de *picking*, como de quem presta o auxílio. Desta forma a melhoria deste indicador é uma prioridade, de modo a mitigar a necessidade de auxílio durante esta atividade. Este valor está associado à dificuldade de encontrar produtos, dúvidas em relação a produtos semelhantes e sobre a disponibilidade dos mesmos.

3.6.2.3 Indicadores de produtividade

Os indicadores de produtividade são utilizados para demonstrar a utilização dos recursos disponíveis no armazém. Nesta dimensão foram utilizados os seguintes indicadores:

- Ocupação dos locais de armazenamento: Este indicador reflete a percentagem de locais de armazenamento ocupados face à totalidade de locais existentes. Neste indicador foi apenas considerado os *racks* de grande dimensão, utilizando a palete como medida de cada local de armazenamento.
- Rotatividade do stock: É obtida através de um rácio que mostra o número de vezes que o stock é vendido e substituído num dado período de tempo. É utilizado o "*cost of goods sold*", em português, custo da mercadoria vendida, que consiste em multiplicar a quantidade vendida de cada artigo pelo seu preço, e dividir esse valor pelo valor médio do stock desses mesmos produtos.

Ao analisar os valores obtidos nesta dimensão é possível observar que o valor médio de ocupação dos locais de armazenamento é cerca de 84%. Apesar deste valor ser elevado, foi constatado que existem locais ocupados por produtos que não pertencem a este local, como produtos não conformes ou produtos desarrumados. É necessário organizar e garantir que os

locais de armazenamento ocupados por esses produtos diminuam, uma vez que estes não agregam qualquer valor.

O indicador rotatividade do stock foi calculado para a família dos produtos químicos, uma vez que esta é a família de produtos mais presente em encomendas para clientes, necessitando de uma gestão mais cuidada. O cálculo foi efetuado relativamente ao mês de junho, sendo que pode ser calculado para outras periodicidades. O valor obtido foi de 0,44, significando que durante esse mês cerca de metade do stock é utilizado, ou seja, num período de dois meses, se os valores se mantiverem, a maioria de todo o stock é movimentado.

Tabela 3.2 - Medição dos indicadores de desempenho selecionados

Dimensão	Nome do indicador	Fórmula	Valor	Unidade
Tempo	Tempo de ciclo de receção	$\frac{\text{Tempo total para descarregar toda a mercadoria}}{\text{N}^\circ \text{ total de paletes descarregadas}}$	103	segundos/paleta
	Tempo de ciclo de armazenamento	$\frac{\text{Tempo total para arrumar toda a mercadoria}}{\text{N}^\circ \text{ total de paletes arrumadas}}$	206	segundos/paleta
	Tempo de ciclo de <i>picking</i>	$\frac{\text{Tempo total para realizar o } \textit{picking} \text{ dos produtos}}{\text{N}^\circ \text{ total de encomendas satisfeitas}}$	343	segundos/encomenda
	Tempo de ciclo de expedição	$\frac{\text{Tempo total para carregar toda a mercadoria}}{\text{N}^\circ \text{ total de paletes carregadas}}$	104	segundos/paleta
	Prazo de espera de uma encomenda	$\frac{\sum (\text{Tempo entre o envio da encomenda e receção do pedido})}{\text{N}^\circ \text{ total de encomendas satisfeitas}}$	3,4	dias/encomenda
Qualidade Do Serviço	Encomendas expedidas a tempo	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de encomendas enviadas em 3 ou menos dias}}{\text{N}^\circ \text{ total de encomendas enviadas}} \times 100$	74,6	%
	Encomendas expedidas na totalidade	$\frac{(\text{N}^\circ \text{ total de encomendas enviadas} - \text{N}^\circ \text{ de encomendas incompletas no 1}^\circ \text{ envio})}{\text{N}^\circ \text{ total de encomendas enviadas}} \times 100$	92,1	%
	Encomendas entregues no prazo e na totalidade	Encomendas expedidas a tempo \times Encomendas expedidas na totalidade	68,7	%
	Precisão do stock	$100 - \frac{\sum \text{QTD dos produtos em armazém} - \text{QTD dos produtos em sistema} }{\sum \text{Quantidade dos produtos em sistema}} \times 100$	97,0	%
	Precisão de <i>picking</i>	$\frac{(\text{N}^\circ \text{ total de encomendas} - \text{N}^\circ \text{ de encomendas com erro})}{\text{N}^\circ \text{ total de encomendas}} \times 100$	91,7	%
	Autonomia no <i>picking</i>	$\frac{(\text{N}^\circ \text{ total de encomendas} - \text{N}^\circ \text{ de encomendas realizadas com auxílio})}{\text{N}^\circ \text{ total de encomendas}} \times 100$	83,3	%
Produtividade	Ocupação dos locais de armazenamento	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de racks ocupados}}{\text{N}^\circ \text{ total de racks}} \times 100$	83,6	%
	Rotatividade do stock	$\frac{\text{Custo das mercadorias vendidas}}{\text{Valor médio do stock}}$	0,44	por mês

3.7 Identificação de problemas e causa-raiz (Fase 3)

Após a caracterização dos processos e medição do desempenho do estado atual, torna-se necessário identificar e descrever as causas que contribuem para um armazém ineficiente. Com base nos VSMs desenvolvidos, nos KPIs medidos, observação direta e brainstorming com auxílio dos operadores que desempenham essas atividades, foram levantadas as principais causas que contribuem para um armazém ineficiente, utilizando para esse fim o diagrama de Ishikawa.

Foi selecionado como problema principal, de forma a abranger todo o armazém, "Ineficiências no armazém", e foram selecionadas seis categorias que incluem as causas para o problema principal escolhido. Foi escolhido: Mão de obra, Materiais, Processos, ERP, Equipamento e Espaço. Dentro de cada uma dessas categorias foram identificadas as principais causas de ineficiências do armazém, bem como algumas subcausas. Na figura 3.10 encontra-se representado o diagrama de Ishikawa elaborado.

Com base neste diagrama são analisadas com maior detalhe algumas destas causas, tendo por base o seu possível impacto negativo na eficiência do armazém. Foram selecionadas causas de diferentes categorias e foi feita uma descrição das mesmas.

- **Falta de conhecimento dos produtos:**

A falta de conhecimento dos produtos é um problema que afeta diretamente a mão de obra, ou seja, os operadores responsáveis pelas atividades do armazém. Está principalmente relacionada com três fatores: a falta de identificação dos artigos e os seus respectivos locais de armazenamento, a ampla variedade de produtos comercializados (mais de 7100 referências) e a falta de treino adequado. A ausência de identificação clara dificulta a localização e manuseio dos produtos, especialmente durante o armazenamento e *picking*. A vasta gama de produtos, aliada à falta de treino dificulta que os operadores se familiarizem com todos os artigos comercializados, impedindo que estes conheçam os nomes e funções dos produtos. Tudo isto contribuiu para a existência de dependência destes operadores, reduzindo a autonomia.

- **Falta de informação no ERP**

O sistema ERP apresenta frequentemente informações incompletas ou inexistentes, resultantes de erros ou omissão de entrada de dados, essa falha pode levar a um sistema desatualizado e ineficiente.

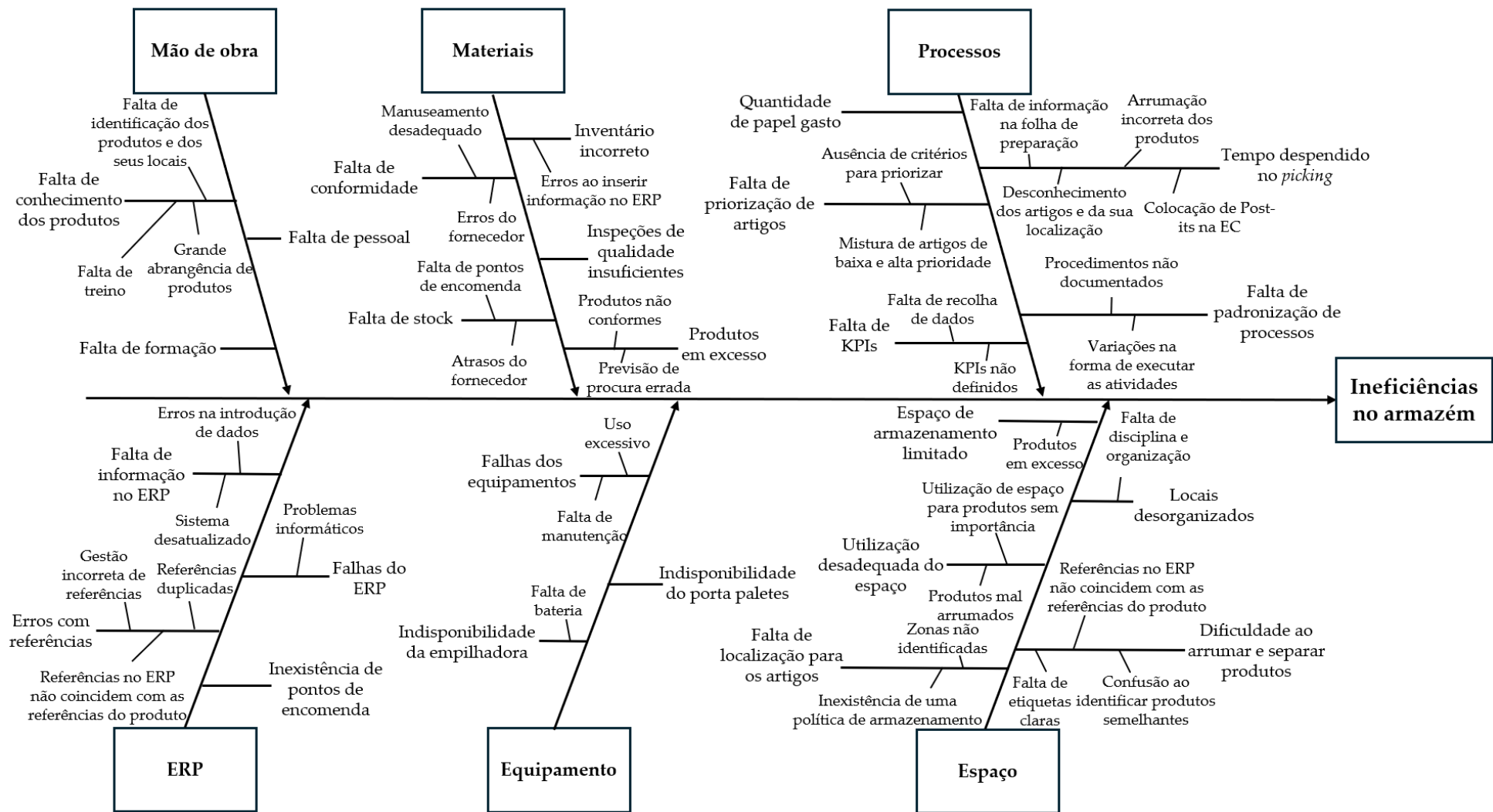


Figura 3.10 - Diagrama de Ishikawa das causas de ineficiências no armazém

Por vezes quando os produtos são recebidos a informação a eles relativa não é inserida, posteriormente quando são necessários, pode existir a impossibilidade de os utilizar no momento, levando a possíveis atrasos. Alguns exemplos de falta de informação no ERP é a ausência de pontos de encomenda para artigos, tornando a gestão de stocks mais desafiante, e também a falta de detalhes sobre as quantidades unitárias dos produtos que dificulta a visualização das quantidades disponíveis e pode comprometer processos subsequentes, como o *picking*. Outro problema existente é a dificuldade de visualizar informação importante, como histórico de vendas em determinado período, que pode ser utilizada na tomada de decisão.

- **Erros com referências**

A presença de referências duplicadas no ERP dificulta e gera erros durante a gestão de produtos, como discrepâncias no stock e saídas incorreta de artigos. Além disso, as descrições dos produtos no sistema, por vezes, não coincidem com a realidade, dificultando a sua identificação. A inconsistência nas referências, como diferenças na escrita das palavras e acentos ou falta dos mesmos, dificulta a ação de pesquisa. Todos estes fatores aliados à grande abrangência de artigos e produtos em excesso dificultam a gestão correta dos artigos.

- **Falta de priorização de artigos**

A ausência de critérios claros para a priorização de artigos resulta numa mistura de artigos de alta e baixa prioridade, dificultando a gestão dos mesmos. Os artigos devem ser priorizados, e devem existir formas diferentes de os gerir consoante a sua importância para a operação da empresa, sendo que, inicialmente, é necessário definir um critério que os classifique de acordo com o seu valor. A definição de um sistema de priorização adequado pode melhorar significativamente as atividades de armazenamento e *picking* e a gestão de stocks, permitindo uma gestão mais eficiente dos artigos mais importantes. Existe a oportunidade de introduzir nova informação no ERP, com o objetivo de os gerir com maior objetividade e atenção, evitando que haja rotura de stock.

- **Falta de stock**

A falta de stock é um problema grave que pode ser causado por atrasos dos fornecedores e pela ausência de pontos de encomenda. A inexistência de pontos de encomenda é um fator também considerado na categoria do ERP, uma vez que existe a possibilidade de incorporar um ponto de encomenda para os artigos mais prioritários no ERP. Isso permitiria receber avisos quando o stock alcançasse o ponto definido, ajudando a evitar roturas. Um fator que pode ser imprevisível é atrasos dos fornecedores, para evitar transtornos causados por esses atrasos é necessário garantir que existe stock suficiente para ser utilizado durante esses períodos.

- **Produtos em excesso e espaço de armazenamento limitado**

Ao contrário do ponto anterior, o excesso de certos produtos leva à ocupação de espaço valioso no armazém. Este problema encontra-se tanto na categoria dos materiais como no do espaço, uma vez que tem influência sobre ambas. Essa situação é agravada pela acumulação de produtos não conformes e previsões de procura incorretas. O espaço é limitado pelo que não deve existir uma quantidade excessiva de nenhum produto, em especial os que não são utilizados com frequência e não geram valor para a empresa. A priorização adequada dos artigos pode ajudar a reduzir o stock que se acumula, melhorando a utilização do espaço.

- **Locais desorganizados e utilização desadequada do espaço**

A desorganização de algumas áreas do armazém e a utilização desadequada do espaço são dois problemas significativos. A principal razão identificada para este problema é a falta de disciplina e de organização, resultando em zonas desarrumadas e num local de trabalho desorganizado. A utilização desadequada do espaço é causada também por produtos mal arrumados, e pela utilização de espaço para artigos sem importância, podendo este problema ser também mitigado através da priorização de artigos e sensibilização da importância de um espaço de trabalho arrumado e organizado.

- **Falta de localização para os artigos**

A ausência de uma política clara de armazenamento e de identificação das zonas do armazém dificulta a organização e a localização dos produtos. Ao não existir identificação das diferentes zonas do armazém para uma dada categoria, não existe um local de armazenamento especificado para cada tipo de produtos, sendo estes armazenados em diferentes locais. Atualmente a política de armazenamento em uso é a aleatória, pelo que não existe uma localização definida para os artigos, dificultando a sua localização.

- **Dificuldade ao arrumar e separar produtos**

A falta de identificação clara dos produtos recebidos pode levar a erros durante a sua arrumação e preparação, especialmente devido à semelhança entre eles. Discrepâncias nas referências do ERP, e falta de clareza na identificação dos produtos agravam esse problema, gerando dúvidas e erros.

- **Falta de KPIs**

Embora alguns indicadores de desempenho sejam medidos, nenhum deles é focado nas operações do armazém. A seleção e medição de KPIs específicos para o armazém é essencial para um acompanhamento contínuo e para a melhoria dos processos. É necessário efetuar medição destes indicadores, realizando um plano de recolha de dados de modo a garantir que estes são medidos periodicamente. Na segunda fase do modelo, foram selecionados KPIs, contudo é realçada a inexistência dos mesmos como um problema.

- **Falta de padronização de processos**

A ausência de padronização dos procedimentos do armazém, sendo que existem diferentes operadores a realizar o mesmo procedimento, resulta em inconsistência e discrepâncias na execução das atividades, tendo muita influência no desempenho de todo o armazém. A documentação e padronização de processos, como o *picking*, armazenamento de produtos, e de todas as outras atividades é necessário para garantir uniformização e eficiência nas operações, independentemente de quem as realiza. Muitas são as áreas que necessitam de padronização de modo a garantir maior uniformidade no trabalho realizado.

- **Quantidade de papel gasto**

A elevada quantidade de papel gasto é um problema significativo, existente ao nível dos processos. A dependência de processos baseados em papel resulta numa grande quantidade de documentos impressos, como encomendas de clientes. Esta prática não só gera custos adicionais de materiais, sendo também uma preocupação para o nível de sustentabilidade, como também contribui para a desorganização do armazém, dificultando a localização rápida de documentos. Um problema por vezes encontrado é encomendas fora dos locais designados, ficando pendentes devido a erros e perdas.

- **Tempo despendido durante o *picking***

Sendo o *picking* o processo mais demorado do armazém, este é uma das principais causas de ineficiências neste espaço. O tempo gasto nesta atividade pode ser atribuído a diversos fatores, como a falta de informação na folha de preparação, arrumação incorreta dos produtos e o desconhecimento dos artigos e da sua localização. Na folha de preparação da encomenda, apenas aparece as quantidades totais em quilogramas do produto, pelo que a falta de informação das quantidades unitárias leva à necessidade de calcular as quantidades de cada artigo a separar, bem como a falta dos lotes leva à necessidade do operador anotar o lote dos produtos separados, estas atividades podem ser evitadas através de alterações a estas folhas.

O desconhecimento dos locais dos produtos e o armazenamento incorreto dos mesmos, tal como outros problemas descritos acima contribuem também para um aumento do tempo a procurar artigos, tendo influência no desempenho deste processo.

PROPOSTAS DE MELHORIA E IMPLEMENTAÇÃO

4.1 Aplicação das fases 4, 5, 6 e 7 do modelo

Neste capítulo serão aplicadas as restantes fases do modelo, isto é, a fase 4, 5, 6 e 7. Serão identificadas propostas de melhoria na fase quatro, explicando o seu objetivo, e o que é esperado através da sua implementação, para posteriormente serem implementadas na fase seguinte. Na fase seis de forma semelhante à segunda fase, serão efetuadas medições para refazer os VSMs e recalcular os KPIs de modo a comparar o novo estado atual, com o estado anterior, averiguando as mudanças sentidas pelas melhorias implementadas. Finalmente será explicado como é que estas melhorias devem ficar estabelecidas na organização após a sua implementação.

4.2 Propostas de melhoria (Fase 4)

Nesta fase serão propostas melhorias para mitigar as principais causas de ineficiências identificadas. Serão descritas as melhorias e serão associadas às respetivas causas, descritas anteriormente.

4.2.1 Padronizar processos

Como foi visto na fase anterior, uma das principais razões de problemas no armazém é a falta de padronização de processos, desta forma, são propostas duas melhorias de padronização, que ao serem aplicadas procura-se reduzir os tempos necessários para realizar estes processos, bem como facilitá-los. Ao construir os VSMs e analisar os principais problemas no armazém, foi observado que existem processos em necessidade de padronização, sendo estes a receção de mercadorias e a abertura e impressão de ECs.

- **Padronizar o processo de receção de mercadorias**

Através dos dados obtidos no VSM, quando a mercadoria é recebida, esta fica em média 4 horas na zona de receção até ser efetuada a verificação da qualidade e mais 2 horas até ser

armazenada. Para além desse tempo, por vezes é desconhecido pela logística que certo produto foi recebido no armazém, impossibilitando que esse produto seja inserido no ERP, sendo desconhecida a existência de stock. Com o objetivo de reduzir estes tempos e de evitar o desconhecimento dos produtos recebidos propõe-se a padronização deste processo. Para tal irá ser criado um procedimento a seguir quando a mercadoria é recebida para evitar os problemas mencionados.

- **Padronizar o processo de encomendas de clientes**

Novamente através do VSM e observação direta, foi observado que um problema que existe durante a abertura e impressão de ECs é a falta de consistência em que os pedidos de produtos são recebidos. Muitas vezes a informação necessária para proceder a este processo encontra-se em falta nos pedidos, como quantidades do produto, o nome do cliente, ou outras informações. Para além da informação em falta, cada cliente interno tem um método diferente de realizar encomendas, pelo que a dispersão da informação difere bastante consoante quem a realiza, dificultando e atrasando o processo de abrir encomendas. Ao padronizar este processo, isto é, criar um *template* de encomenda no email, para que seja utilizada por todos os clientes internos, procura-se reduzir o número de erros e facilitar este trabalho, tanto para quem é responsável por abrir a encomenda, mas também para quem é responsável por a efetuar.

4.2.2 5S e gestão visual

Outra grande causa de problemas no armazém é locais desorganizados e utilização de-sadequada do espaço, falta de localização para os artigos e desconhecimento dos produtos. Deste modo surge a implementação do 5S e gestão visual em diferentes zonas, com o objetivo de identificar e organizar os locais do armazém.

- **Identificar as zonas do armazém**

Com o objetivo de facilitar todos os processos de armazenamento, *picking* e mesmo de conhecimento do armazém, é proposta a identificação de todas as áreas do armazém, consoante o tipo de produtos armazenado em dado espaço.

- **Organizar a zona de consumíveis**

Outra zona que necessita de organização é a bancada do armazém que tem anexa prateleiras atualmente desorganizadas. Propõe-se, nesse local arrumar e identificar os locais para objetos como, rótulos, ferramentas, envelopes de expedição e filme plástico. Através desta melhoria procura-se para além de manter o espaço de trabalho mais organizado, uma redução de desperdício de materiais. Esta proposta surge, uma vez que se observou que existiam perdas de tempo e movimentação à procura desses produtos.

- **Organizar a zona de recolha de material para amostras**

Apesar desta zona não ter sido considerada nos VSMS realizados, foi observado que a zona de recolha de material de amostras necessitava de ser melhorada. Neste espaço são recolhidos recipientes e outros materiais necessários para recolher amostras de água, que são colocados dentro de geleiras. Estes dois espaços não se encontravam em proximidade pelo que era observada movimentação desnecessária e bastante tempo para realizar uma tarefa simples.

- **Organizar e identificar a zona dos filtros**

Uma zona que foi observada como geradora de erros durante o *picking* após um armazenamento incorreto, foi a zona de filtros. Estes artigos apresentam bastantes semelhanças visualmente pelo que é comum existirem erros durante o *picking*, caso estes se encontrem arrumados no local errado. De modo a combater este problema propõe-se a organização do espaço onde estes são arrumados, facilitando o armazenamento e identificação de cada tipo de filtro de acordo com o formato que é pedido, evitando erros.

4.2.3 Mapa de encomendas

O mapa de encomendas surge como principal proposta para diminuir o maior problema encontrado, o tempo despendido durante o *picking*, em especial reduzir o tempo despendido durante a atividade de colocar post-its nas ECs. Estes mapas de encomendas servirão como alternativa às folhas de encomenda em uso.

O método atual é a utilização de uma folha para cada encomenda diferente. Nessas encomendas estão disponíveis algumas informações como o cliente que efetuou o pedido, a designação e referência dos artigos, bem como as quantidades necessárias, expressas em unidades no caso de artigos unitários, ou em quilogramas no caso de sacos ou bidões. Esse método apresenta alguns constrangimentos e ineficiências, como a necessidade de imprimir uma folha para cada encomenda, gerando desperdício de tempo e papel. O principal problema encontrado é a falta de informação das quantidades unitárias de cada produto a separar, sendo que existe a necessidade por parte do operador de efetuar o cálculo ao dividir a quantidade requisitada pela quantidade de uma unidade, para todos os produtos em todas as encomendas, sendo que produtos diferentes apresentam pesos unitários diferentes. Outro problema observado é a necessidade de escrever o lote do produto separado em cada encomenda, para que seja utilizado nos processos posteriores.

Todos estes aspetos geram ineficiências neste processo, desta forma surge como melhoria a criação de um mapa de encomendas que englobaria mais que uma encomenda por folha, tendo apenas a informação necessária para o operador responsável pelo *picking*. Neste

mapa face às encomendas atuais, iria aparecer a quantidade unitária de cada produto a separar, evitando a realização dessas atividades por parte do operador. Esta informação iria evitar possíveis erros ao enviar quantidades erradas de produtos.

4.2.4 Priorizar artigos através da análise ABC

Após identificar a falta de priorização de artigos como uma das principais causas de ineficiência, que por sua vez tem impacto direto também noutros aspetos como produtos em excesso e utilização desadequada do espaço, surge a necessidade de priorizar os artigos. Para esse fim é proposta a análise ABC, que classifica os artigos em três classes, classe A, classe B e classe C consoante a sua importância. Nesta análise serão incluídas três famílias de produtos, que são responsáveis pelo armazenamento dos *racks* de grande dimensão (figura 3.4), a família dos produtos químicos (família 11), a família das resinas e medias filtrantes (família 12) e a família das membranas (família 6). Todos estas famílias têm em comum o facto dos seus produtos serem armazenados nas mesmas estruturas, a sua dimensão e peso semelhantes. Propõe-se a utilização do critério valor de uso, sendo este um critério comum de avaliação que representa o volume de vendas anual. Ao realizar esta priorização é possível aumentar o conhecimento dos produtos mais importantes e que merecem mais atenção durante a sua gestão.

4.2.5 Reorganizar armazém consoante a análise ABC

Através da priorização dos artigos realizada, é possível organizá-los no armazém consoante a sua classe, isto é, consoante a sua importância. Propõe-se a implementação de uma política de armazenamento, nomeadamente a política baseada em classes, ao atribuir a cada classe uma zona do armazém. Os artigos com maior importância devem estar armazenados em zonas mais acessíveis que facilitem e diminuam o tempo necessário para realizar tanto o armazenamento como o *picking*. Ao realizar estas mudanças a organização do armazém irá também ser melhorada, ao ser possível observar a ocupação de cada classe fazendo uma gestão mais cuidadosa dos artigos mais importantes. Inicialmente será observado o estado atual de armazenamento, isto é, o número de artigos no armazém por cada classe e as zonas que ocupam atualmente, e será proposta uma nova forma de os organizar, ou seja, de atribuir uma classe aos espaços do armazém.

4.2.6 *Dashboard* com informação

Considerando o problema da falta de informação no ERP, que dificulta a visualização de dados relevantes para apoiar em tomadas de decisão, surge a oportunidade de integrar a

informação retirada do ERP num programa de análise de dados como o PowerBI, agregando toda a informação no mesmo local. Com essa informação é possível criar um *dashboard* que contenha e facilite a visualização de certos parâmetros obtidos através de informação, como stock médio por produto, a quantidade vendida de cada família de produtos e o custo total com compras.

4.2.7 Etiquetar os artigos

Uma melhoria que contribui para diminuir a falta de conhecimento dos produtos e evitar erros com referências que não coincidem é a etiquetagem dos artigos. O conhecimento dos produtos aumentaria, sendo que a designação dos artigos em sistema iria coincidir com os nomes na etiqueta. O processo de *picking* seria beneficiado uma vez que atualmente, para se separar uma encomenda, é utilizada apenas a designação do produto que provém do sistema, sendo que esta muitas vezes não coincide com a descrição real do produto.

4.2.8 Reduzir referências duplicadas

Como foi verificado existem bastantes erros com referências no ERP, deste modo deve ser realizada uma inspeção de todo o sistema, de modo a eliminar as referências que se encontram duplicadas, reduzindo o lixo eletrónico e melhorando a gestão dos produtos. Seria observada uma redução no número de referências e melhorias no desempenho do ERP.

4.3 Implementação das propostas de melhoria (Fase 5)

Após a descrição das propostas de melhoria, foram selecionadas quais as medidas a implementar, com base nos benefícios esperados face à dificuldade de implementação. Nesta fase será explicado o processo de implementação e as melhorias esperadas.

4.3.1 Padronizar o processo de receção de mercadorias

A padronização do processo de receção de mercadoria iniciou-se ao criar um procedimento com recurso a um fluxograma, representado na figura 4.1. Neste fluxograma estão representadas a ordem de todas as atividades que devem ser realizadas quando é recebida mercadoria. O procedimento inicia-se com a receção da mercadoria na zona de receção designada, no caso de existir disponibilidade no armazém de imediato deve-se verificar a mercadoria, armazenar e retirar a documentação a ser entregue no departamento da logística, dando conhecimento que os produtos foram recebidos. No caso de não existir disponibilidade imediata para proceder à confirmação da mercadoria, este processo deve ser retomado logo que o

possível, tendo sido impostas algumas regras de modo a garantir o correto funcionamento deste procedimento:

- A mercadoria não pode estar mais de 4 horas na zona de receção, pelo que existem dois momentos de verificar mercadoria, ao fim da manhã e ao fim da tarde;
- Quando se confere a mercadoria esta deve ser logo armazenada;
- Nunca pode haver mercadoria na zona de receção sem documentação;
- Apenas se pode retirar a documentação da mercadoria após conferir e armazenar, e a documentação deve ser logo entregue na logística;
- A informação relativa aos produtos deve ser inserida no ERP sempre no fim do dia;

Estas regras garantem que existe um tempo máximo que a mercadoria pode permanecer na zona de receção, e ao apenas retirar a documentação após armazenar os produtos é garantido que não existem erros e documentos perdidos, evitando produtos na zona de receção sem a devida documentação.

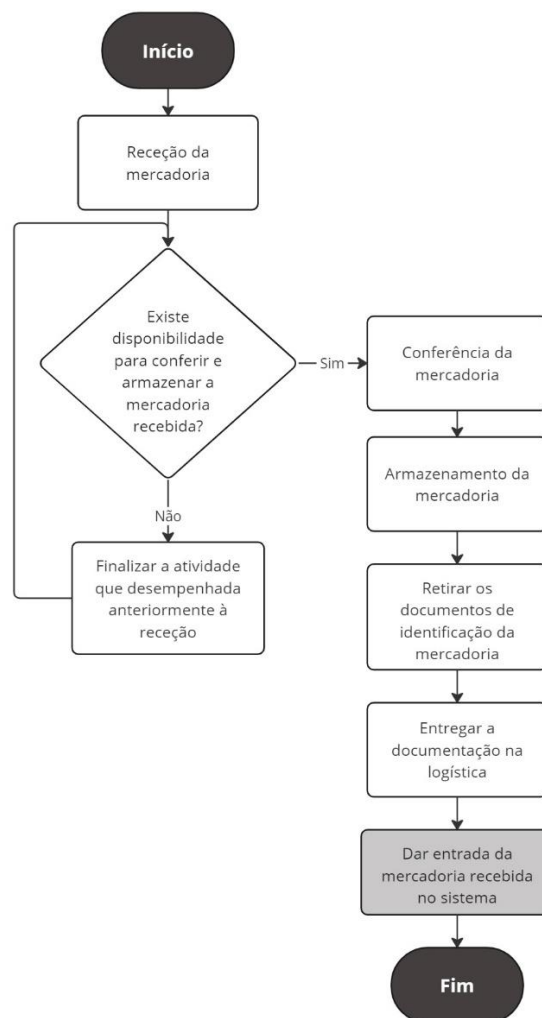


Figura 4.1 - Fluxograma do processo de receção de mercadorias

Ao observar o processo de receção de mercadoria e os restantes processos dependentes após esta implementação, foram registadas reduções no tempo que a mercadoria permanece

na zona de receção, e foi visível que existiu uma diminuição na quantidade de mercadoria acumulada nessa zona. Foi também observado que o tempo em que a mercadoria é recebida até à entrega da documentação dos produtos no departamento da logística diminuiu, reduzindo assim o tempo entre a chegada dos produtos e o conhecimento dessa chegada.

4.3.2 Padronizar o processo de encomendas de clientes

Com o objetivo de padronizar o processo de realizar encomendas, foi criado um *template* com os espaços necessários a preencher para realizar corretamente uma encomenda. Como foi referido estas encomendas são efetuadas via email, deste modo foi desenvolvido um *template* a ser utilizado diretamente no email.

Este *template* cria automaticamente o email, com o destinatário, sendo este sempre o mesmo, no assunto é necessário colocar o nome do cliente e no corpo são criados os espaços de informação obrigatórios que uma encomenda deve conter, sendo apenas necessário preencher esses espaços com a informação específica da encomenda. O corpo deste *template* é composto por duas tabelas que contemplam a informação dos produtos requisitados e informações sobre os clientes, pelo que o *template* sem qualquer preenchimento se encontra no anexo C. A primeira tabela é composta pelos seguintes parâmetros:

- Referência do artigo;
- Designação do artigo;
- Quantidade requisitada;
- Unidade;

A segunda tabela que contém a informação dos clientes é composta pelos seguintes parâmetros:

- Local de entrega
- Especificações do cliente (observações)
- Contacto direto do cliente

Após a criação do *template*, foi dada uma breve formação de modo de utilização e posto em prática por dois operadores para ser testado. Observou-se uma redução no tempo necessário para abrir encomendas, uma vez que não ocorreram erros e não existiu informação em falta. É esperado que a necessidade de contactar o responsável pela encomenda também diminua, devido a não existir falta de informação, tornando este processo mais eficiente. Apesar de não ter sido contabilizado em nenhum dos VSMS, foi feita uma comparação do tempo necessário para realizar uma encomenda antes e depois da implementação, tendo sido obtido *feedback* positivo. Da mesma forma, como realizado para os operadores que testaram o *template*, é esperado que este *template* seja explicado e demonstrado aos demais operadores que

realizam encomendas, de modo que esta melhoria seja implementada em toda a empresa, obtendo-se os mesmos resultados.

4.3.3 Identificar as zonas do armazém

A identificação das zonas do armazém foi feita com o objetivo de facilitar a identificação da zona onde artigos do mesmo tipo se encontram armazenados, especialmente artigos nas *racks* de menor dimensão, dada a grande diversidade de artigos nesses locais. Foi colocada uma identificação na estrutura, que identifica o tipo de produtos que estão armazenados naquele local. Anteriormente não existia identificação alguma pelo que esta alteração permite que seja estabelecida uma zona de armazenamento, facilitando o processo de armazenamento e a procura por artigos, bem como contribuir para uma maior autonomia durante o *picking*.

4.3.4 Organizar a zona de consumíveis

Esta zona foi intervencionada devido ao impacto direto nas atividades do armazém. Como referido, na zona dos consumíveis encontram-se diversos produtos que são utilizados de suporte para as atividades do armazém, sendo que, este espaço se encontrava desorganizado e sem os produtos acessíveis. Inicialmente foram identificados os objetos utilizados com maior frequência de modo a proceder à sua organização. Os objetos pessoais e raramente utilizados foram retirados do espaço de trabalho e arrumados, enquanto que, para os objetos mais utilizados, foi definido um espaço de armazenamento. Foram colocados rótulos e designados espaços para armazenar os diversos produtos utilizados, como envelopes de expedição, caixas, rótulos e filme plástico. Após identificar cada um dos locais que cada artigo deve ocupar, foi realizada uma pequena formação com o objetivo de explicar aos operadores a importância do espaço de trabalho organizado. Foram observadas diferenças significativas na arrumação deste espaço, e uma maior facilidade em manusear estes produtos.

4.3.5 Organizar a zona de recolha de material para amostras

Como referido, os espaços onde as geleiras e caixas eram armazenadas, bem como o armário onde se encontravam os recipientes não se encontravam próximos, apesar de serem sempre utilizados em conjunto. A ideia por detrás desta melhoria passou por juntar estes dois espaços com o objetivo de facilitar o processo de completar as geleiras com os recipientes. Outra questão melhorada foi a dificuldade que existia em acessar os recipientes armazenados no nível superior. Foi delimitado um espaço para armazenar as geleiras e também as caixas. De modo a solucionar ambas as questões, foi feita uma adaptação na estrutura para que todos os recipientes se encontrem armazenados de forma acessível junto das geleiras, e

respetivamente identificados consoante a finalidade do recipiente e a sua dimensão. A facilidade de preencher os locais de armazenamento com os recipientes aumentou e foi obtido *feedback* positivo por parte dos operadores que utilizam esta zona. Na figura 4.2 é possível observar o estado anterior de ambas as zonas, e o estado atual, que combina ambas as zonas.



Figura 4.2 - Mudanças na zona de recolha de material para amostras

4.3.6 Organizar e identificar a zona dos filtros

Foram definidas zonas de armazenamento para cada tipo de filtro e cada uma delas foi respetivamente identificada através de etiquetas, que contêm a referência e a designação de cada tipo de filtro. Esta zonas estavam previamente identificadas apenas com a dimensão e capacidade do filtro, que gerava dúvidas, pelo que foi utilizada uma etiqueta que apresenta a designação do artigo bem como a referência, que coincide com a referência na encomenda, evitando que existam erros durante o armazenamento e o *picking*. Foi observada uma maior organização desta zona, o processo de armazenamento foi facilitado e conseqüentemente o número de dúvidas sobre quais os filtros a separar reduziu, tendo impacto positivo na autonomia e precisão do *picking*. Na figura 4.3 apresentam-se duas imagens, antes e depois da intervenção.

Antes



Depois



Figura 4.3 - Mudanças na zona dos filtros

4.3.7 Mapa de encomendas

O mapa de encomendas surge como uma das soluções para reduzir o tempo despendido durante o *picking* e também com o objetivo de reduzir os erros durante esse processo. Para implementar este mapa foi necessário efetuar mudanças no ERP em uso, para que seja possível retirar o mapa do sistema com as encomendas a separar diariamente.

Durante a abertura de ECs, estas deixaram de ser impressas e passam a ser geridas diretamente no sistema. Cada encomenda é adicionada ao mapa no caso de haver disponibilidade de produtos ou colocada como pendente no caso de não existir disponibilidade de serem separadas. É necessário efetuar esta separação para que o mapa de encomendas contenha todas as encomendas a separar diariamente.

Foi necessário adicionar no ERP a informação do peso unitário de cada produto, para que o cálculo das quantidades unitárias a separar seja feito automaticamente para cada produto, evitando que o operador que realiza o *picking* efetue esse cálculo. Existiu a tentativa de implementar os lotes a separar de cada produto no mapa de encomendas, contudo devido a limitações atuais do ERP não foi possível. Ao aparecer o lote deixaria de ser necessário escrevê-lo manualmente para cada produto separado, poupando tempo nessa atividade e evitando erros.

No anexo D encontra-se um exemplo do mapa de encomendas, este contém os seguintes parâmetros: número da EC, cliente, referências do artigo, designação do artigo, quantidade total, quantidade unitária, e um espaço de observações para se colocar o número de paletes e/ou volumes que constituem a encomenda.

Através desta melhoria foi possível observar uma redução no tempo de *picking*, ao eliminar a necessidade de efetuar cálculos na totalidade durante a atividade de colocar post-its.

Não foi possível eliminar na totalidade esta atividade, sendo que continua a ser necessário colocar o número da encomenda no post-it para posteriormente facilitar no processo de acondicionamento como explicado no processo (P3) na fase 2 do modelo.

Ao implementar este mapa, foi reduzido todo o tempo necessário para efetuar o cálculo das quantidades a separar, tendo-se observado reduções significante no tempo de ciclo por encomenda. Para além da redução de tempo, é esperado que a precisão do *picking* também aumente ao evitar erros de separação de quantidades erradas de produtos.

Outra melhoria verificada foi no processo seguinte ao *picking*, a emissão de guias de transporte, uma vez este era dependente da informação escrita nas ECs. Atualmente a quantidade de volumes e/ou paletes encontra-se representado sempre no mesmo local, pelo que anteriormente era colocado em qualquer zona da EC, encontrando-se por vezes omissa.

Anteriormente as ECs eram entregues todas em conjunto na logística, quando o *picking* fosse finalizado, o que gerava acumulação de trabalho. Foi imposta uma nova regra, para que cada folha do mapa de encomendas seja logo entregue quando finalizada, facilitando o processo seguinte de acondicionamento. Observou-se uma maior facilidade em emitir as guias de transporte devido a uma menor acumulação de trabalho.

Cada folha do mapa de encomendas contém em média quatro encomendas, pelo que, com uma média de 16 encomendas por dia é estimada uma poupança de 3000 folhas de papel por ano, sendo positivo para a sustentabilidade. Para além de contribuir para uma redução no gasto de papel, é esperado que os atrasos e erros devido a encomendas perdidas diminua.

4.3.8 Priorização de artigos através da análise ABC

Anteriormente à realização desta análise não existia priorização alguma dos artigos. Apesar disso estava presente a percepção, por parte da logística, de quais os produtos mais importantes, contudo esse conhecimento vem apenas com a experiência e é subjetivo, sendo que pode não refletir a realidade. De modo a existir um controlo sobre o grau de importância de cada artigo foi realizada uma análise ABC que tem como base o princípio de Pareto.

Como referido na fase anterior, foram selecionadas três famílias para realizar a priorização dos artigos, sendo que todos estes são arrumados na mesma zona do armazém. Juntando as três famílias analisadas existem 207 tipos diferentes de produtos, sendo 158 da família dos produtos químicos, 27 da família das medias e das resinas e 22 da família das membranas. O critério selecionado foi o valor de uso, utilizando para esse fim o número de vendas de cada produto multiplicado pelo seu custo ponderado durante todo o ano de 2023.

Os dados recolhidos foram organizados numa folha excel, iniciando-se a análise por calcular o valor de uso de cada artigo, e ordená-los por ordem decrescente desse valor. Foi

calculada a frequência relativa acumulada de valor de uso bem como a frequência relativa acumulada do número de artigos, de modo a atribuir os artigos às diferentes classes. No anexo E encontra-se a tabela com as percentagens desses valores, e a separação dos artigos pelas classes. Através desses dados foi desenvolvido o gráfico que representa a curva de ambos os valores, apresentado na figura 4.4. Este gráfico contempla o crescimento da frequência relativa acumulada de valor de uso em função da frequência relativa acumulada dos artigos, representando a relação entre o valor de uso e o número de artigos. É possível observar um crescimento mais acentuado inicialmente, significando que poucos artigos contribuem bastante para as vendas totais, ao contrário da classe C que apresenta um crescimento quase nulo, representando o pouco valor que é gerado pela maioria dos artigos.

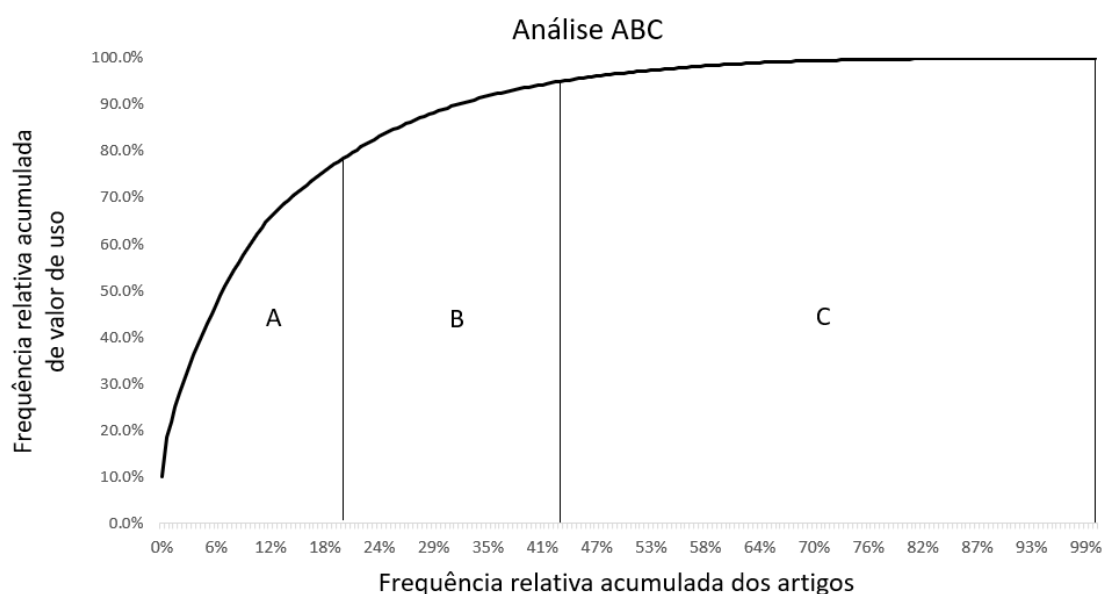


Figura 4.4 - Gráfico da curva da Análise ABC

De modo a facilitar a visualização dos dados representados na figura anterior, foi realizada a tabela 4.1 que expõe o número de artigos por cada classe, a sua frequência e o valor de uso em percentagem, face ao valor de uso total. Como referido, e é possível observar na tabela, apenas uma pequena quantidade de produtos representam a maioria das vendas, sendo que apenas 19,8% dos artigos contribuem para 78,4% do valor de uso.

Tabela 4.1 - Dados da análise ABC por classe

Classe	Número de artigos	Valor de uso	Frequência de artigos
A	41	78,4%	19,8%
B	48	16,6%	23,2%
C	118	5,0%	57,0%

Como representado na tabela 4.1, a classe A é constituída por 41 artigos, correspondente a cerca de 20% dos artigos totais analisados, tendo um valor de uso de 78,4%, sendo este muito superior ao das restantes classes. A classe B é constituída por 48 artigos, refletindo cerca de 16,6% de valor de uso. Finalmente a última classe contém mais de metade de todos os artigos analisados que corresponde apenas a 5% do valor de uso total.

Após esta análise, foi decidido que estes resultados seriam integrados no ERP. Foi adicionado um parâmetro no ERP que permite associar aos produtos a classe a que eles pertencem. Esta informação facilita a visualização da importância dos artigos e proporciona a oportunidade de os filtrar por classe e prestar mais atenção ao stock dos produtos principais, contribuindo para uma gestão mais próxima dos mesmos.

É esperado que com esta implementação, a gestão dos artigos mais importantes melhore, através de uma maior sensibilidade dos artigos mais importantes. Esta análise deve ser realizada anualmente devido a possíveis mudanças nas tendências de procura, sendo que os resultados devem ser atualizados no ERP caso existam alterações.

4.3.9 Reorganizar armazém consoante o ABC

Após efetuar a priorização dos artigos, é possível identificar a localização que os artigos de cada classe apresentam no armazém, obtendo uma visão mais clara de como o espaço está a ser ocupado. Foram propostas mudanças na organização dos produtos pelos locais de armazenamento, com base no armazenamento baseado em classes.

Na figura 4.5 encontra-se um esquema que representa o layout do armazém. Cada nível representa uma altura do armazém, sendo que o nível 0 é o nível do chão, o nível 1 o seguinte e assim por diante. Cada quadrado representado na figura corresponde a um local de arrumação com a dimensão de uma palete, pelo que existem 71 locais no nível 0 e 1, 74 locais no nível 2 e 59 locais no último nível, somando um total de 275 locais de paletes. Esta representação foi feita com base no armazenamento real durante um dia, ao analisar os artigos que se encontravam em dada posição e o tipo de classe a que correspondiam.

Para visualizar a forma como os produtos das diferentes classes estão armazenados foi desenvolvida a figura 4.5 que representa com cores a arrumação do armazém. Para além dos artigos das três classes A, B e C, existe na figura a representação dos locais que se encontravam desocupados, os locais com produto que não pertencem a nenhuma das classes e produtos não conforme. É visível na figura que não existe uma regra clara de armazenamento, utilizando a política aleatória, estando os artigos da classe A distantes da zona de receção e expedição e também nos níveis superiores, o que causa desperdícios de movimentação e transporte, contribuindo para um maior tempo durante o armazenamento e *picking*. Para além disso, o tipo

de armazenamento utilizado contribui para o desconhecimento dos locais de armazenamento dos produtos visto que não existe organização dos locais dos produtos.

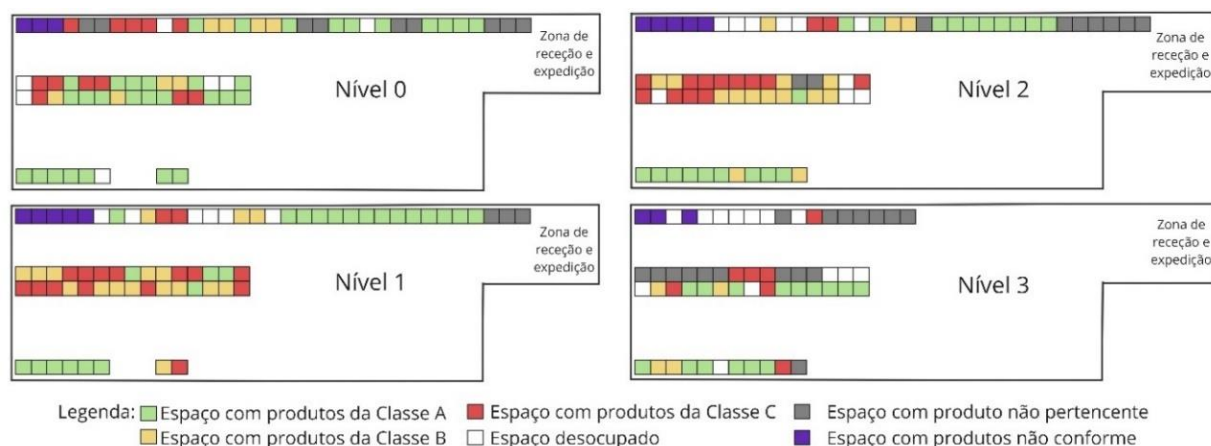


Figura 4.5 - Organização dos produtos no armazém consoante a sua classe (estado inicial)

De modo a resumir a figura anterior, foi construída a tabela 4.2 que contempla toda a informação de forma quantitativa. Nesta tabela é possível observar o número de artigos armazenados de cada classe em cada nível. Apesar de não existir regra alguma definida é visível que a classe predominante no nível inferior é a classe A, com cerca de metade de todos os locais de armazenamento ocupados por produtos dessa classe. Por outro lado, a seguinte classe com maior expressão é a classe C, apesar de ser a que representa menor importância das três. Nos demais níveis a tendência mantém-se, sendo que a classe A apresenta sempre a maior ocupação entre as três classes. É de notar que o número de locais totais com artigos da classe C é superior aos locais ocupados com artigos da classe B, significando que existe maior stock da classe C, face à classe B.

Tabela 4.2 - Número de produtos das diferentes classes em cada nível (estado inicial)

		Classes de produto						Total
		A	B	C	Desocupado	Não pertencente	Não conforme	
Nível 0	Número de locais	32	8	12	7	9	3	71
	Percentagem	45,1%	11,3%	16,9%	9,9%	12,7%	4,2%	100%
Nível 1	Número de locais	24	17	16	6	3	5	71
	Percentagem	33,8%	23,9%	22,5%	8,5%	4,2%	7,0%	100%
Nível 2	Número de locais	20	16	14	10	9	5	74
	Percentagem	27,0%	21,6%	18,9%	13,5%	12,2%	6,8%	100%
Nível 3	Número de locais	15	4	7	13	17	3	59
	Percentagem	25,4%	6,8%	11,9%	22,0%	28,8%	5,1%	100%
Total	Número de locais	91	45	49	36	38	16	275

A ocupação das classes A e B nos níveis inferiores deve ser melhorada. Outro aspeto que deve ser melhorado é o número de locais ocupados por produtos não pertencentes, como arquivo, consumíveis e outros produtos e também por produtos não conformes. Este número é bastante elevado, devendo ser reduzido uma vez que o armazenamento destes produtos não agrega qualquer valor.

Foi proposta uma alteração da organização dos produtos através do armazenamento baseado em classes, o ABC vertical, visto que este apresenta um desempenho geral um pouco superior ao ABC horizontal e bastante superior face ao aleatório. Neste tipo de armazenamento os artigos prioritários, classe A, são colocados no nível mais baixo possível do armazém, para evitar que sejam necessários movimentos verticais e uso da empilhadora para separar os produtos, os artigos da classe B devem ser armazenados no nível seguinte e finalmente os artigos da classe C. Deste modo os produtos da classe A serão armazenados prioritariamente no nível 0 e nível 1, e os restantes nos outros níveis, dado o elevado tempo que é necessário para alcançar os produtos em altura

Na figura 4.6 encontra-se a proposta de distribuição dos produtos pelo layout do armazém com base no ABC vertical. Nesta proposta deixaram de ser representados os locais de armazenamento desocupados, tendo estes sido convertidos em locais de armazenamento para produtos das três classes. O número de locais destinados às classes deve aumentar, em especial para a classe A e B, mas também para a C, apesar de em menor quantidade.

Para efetuar estas mudanças, para além de atribuir os locais desocupados às classes de produtos, foi necessário diminuir o número de locais ocupados por produtos não pertencentes e não conformes. Para obter essa redução juntou-se artigos que não preenchiam na totalidade uma palete, poupando espaço, e outros foram apenas descartados devido a obsolescência, permitindo reduzir esse número em mais de metade para os não pertencentes, e em 25% para os não conformes.

A quantidade de locais ocupados por produtos não pertencentes à zona de armazenamento foi reduzida, libertando espaço que pode ser utilizado para armazenar outros produtos, tendo estes sido movidos para a nível superior. Da mesma forma, os produtos não conformes foram movidos para o nível mais alto, o mais longe possível da zona de receção e expedição. Estes foram movidos para o nível superior, sendo que previamente ocupavam alguns locais nos níveis inferiores, não agregando qualquer valor, devido ao facto de não serem utilizados.



Figura 4.6 - Organização dos produtos no armazém consoante a sua classe com base no ABC Vertical (proposta)

Como feito anteriormente é possível observar na tabela 4.3, os resultados da figura numa forma quantitativa, observando-se uma clara evolução no número de locais atribuídos às classes de produto e redução das demais. Foram selecionados locais de armazenamento para os produtos da classe A, aumentando esse valor de 91 para 119 locais de armazenamento. Seguindo o mesmo pensamento, aumentou-se o número de locais para a classe B de 45 para 71 locais, e os da classe C de 49 para 56 locais.

Como referido este aumento foi possível através da atribuição dos locais desocupados a estas classes, bem como a redução do número de produtos não pertencentes e de produtos não conformes, reduzindo o número de locais necessários destinados a esses produtos de 54 locais para 29 locais, ganhando 25 novos locais de armazenamento. Apenas foi possível reduzir esse número, não eliminando na totalidade devido à necessidade de arrumação desses produtos.

Tabela 4.3 - Número de produtos das diferentes classes em cada nível (proposta melhoria)

		Classes de produto					Total
		A	B	C	Não pertencente	Não conforme	
Nível 0	Número de locais	119	-	-	-	-	71
	Percentagem	100%	-	-	-	-	100%
Nível 1	Número de locais	48	23	-	-	-	71
	Percentagem	67,6%	32,4%	-	-	-	100%
Nível 2	Número de locais	-	48	26	-	-	74
	Percentagem	-	64,9%	35,1%	-	-	100%
Nível 3	Número de locais	-	-	30	17	12	59
	Percentagem	-	-	50,8%	28,8%	20,3%	100%
Total	Número de locais	119	71	56	17	12	275

A representação encontrada na figura anterior é maioritariamente uma proposta, pelo que não foram efetuadas todas as alterações nela exposta. Os locais de armazenamento dos produtos não pertencentes e não conformes foram efetivamente reduzidos e alterados, pelo que os restantes locais para as classes A, B e C são propostas de locais de armazenamento a utilizar futuramente.

Através desta proposta, foi possível aumentar os locais de armazenamento disponíveis em 25 locais para paletes, libertando 12 locais no nível 0, 8 locais no nível 1 e 14 locais no nível 2, passando todos estes produtos para o nível superior.

As restantes alterações foram apresentadas e propostas, contudo não existiu a possibilidade de as aplicar na totalidade devido ao tempo necessário para alterar a localização de todos os produtos. Apesar disso, para além da troca e redução dos locais de armazenamento dos produtos não pertencentes e não conformes, foram feitos outros ajustes no armazém com base nesta proposta, como a alteração da localização de alguns produtos consoante a disponibilidade dos locais desocupados.

É esperado que ao aplicar esta proposta na totalidade o tempo necessário para armazenar e realizar o *picking* dos produtos diminua, uma vez que a maioria dos produtos movimentados são pertencentes à classe A e estes ocupariam posições privilegiadas no armazém. A quantidade de movimentos verticais necessários para realizar estes processos iria reduzir, reduzindo o tempo total necessário, uma vez que, estes são mais demorados devido à necessidade de utilizar a empilhadora, enquanto que no nível 0 a movimentação pode ser realizada apenas com recurso a um porta-paletes.

Para além dessas reduções de tempo é esperado que o conhecimento da localização dos produtos aumente ao associar os produtos a uma classe e respetivamente a um local do armazém. Ainda que não tenha sido possível implementar na totalidade, foram deixados indicadores positivos dos benefícios que podem ser obtidos através destas mudanças, pelo que a proposta foi apresentada para que no futuro estas mudanças sejam efetuadas consoante a disponibilidade.

4.3.10 *Dashboard* com informação

De modo a implementar este *dashboard*, foi efetuado um teste com informação relativa a todo o ano 2023. Foram retirados dados mensais de 2023, como a referência de produto, a sua designação e família a que pertencem, a quantidade comprada de cada produto e a quantidade vendida, bem como o stock médio e o custo ponderado por produto. Os dados são retirados do ERP para um ficheiro excel, sendo que este é adicionado ao PowerBI completando a informação.

Na anexo F encontra-se representado o *dashboard* criado. Este é composto por elementos que permitem filtrar a informação em diferentes gráficos. Todo ele é interativo pelo que é possível obter informação detalhada em tempo real para os parâmetros escolhidos. É de notar que nesta figura os gráficos não se encontram com valores devido a questões de confidencialidade. Contudo na versão em utilização, existem valores em cada um dos parâmetros apresentados.

No canto inferior esquerdo é possível filtrar a informação pelo espaço temporal desejado, no caso de se pretender visualizar a informação apenas relativamente a um mês ou a um trimestre. No canto superior direito é possível filtrar a informação por produtos, pelo que ao seleccionar um produto todos os gráficos são alterados e passam a mostrar a informação relativa apenas aos produtos seleccionados. Esta funcionalidade é útil para observar a sazonalidade de alguns artigos graficamente, como é o caso de produtos utilizados em piscinas que apresentam uma maior procura nos meses de verão. No caso do gráfico "Saídas por mês" é possível observar a quantidade vendida total por mês e relacionar o mês do ano com as quantidades vendidas. No gráfico abaixo, por outro lado, demonstra o mesmo, mas em valor. O gráfico no meio do *dashboard* apresenta a soma total dos custos de saída, mas por família de produtos, sendo utilizado para verificar qual a família de produtos que tem mais impacto no negócio. Os restantes gráficos fazem uma relação entre as quantidades compradas, vendidas e o stock médio de todos os produtos.

É esperado que a informação retirada do ERP seja adicionada ao PowerBI mensalmente, de modo a obter uma amostra significativa de dados que pode ser útil na tomada de decisão e gestão dos artigos.

4.4 Medição de desempenho do novo estado e comparação de resultados (Fase 6)

Após implementar as melhorias os VSM foram refeitos e os KPIs foram recalculados. É necessário analogamente à fase 2, recolher os dados necessários de modo a calcular os valores destes parâmetros. Nesta fase foram efetuadas medições dos parâmetros que foram alvo de melhoria, sendo esses valores representados a cor verde, pelo que os restantes parâmetros não foram alvo de medições, mantendo os valores obtidos na fase 2.

4.4.1 VSM dos processos (P1) e (P2)

Na figura 4.7 encontra-se o VSM atualizado com os valores obtidos através das medições, já com as melhorias implementadas. Os valores representados a verde, são os valores

que diferem entre este VSM e o anterior, obtido na fase 2. As alterações dos tempos neste VSM são ao nível do *lead time* e não de tempo de ciclo dos processos. Estas alterações são maioritariamente devido à melhoria de padronizar o processo de receção de mercadoria.

Através das regras impostas nessa implementação, foi possível reduzir o intervalo de tempo necessário entre a receção da mercadoria e o controlo de qualidade para metade, de 4 horas para 2 horas. Essa redução foi possível uma vez que foi imposta uma regra que a mercadoria não poderia ficar na zona de receção mais de 4 horas sem ser confirmada, e posteriormente armazenada. Para além dessa regra, foram estabelecidos dois períodos obrigatórios de verificação desta mercadoria, no fim da manhã e no final da tarde, de modo a garantir o que não existe acumulação de mercadoria nessa zona.

Outro valor que foi alterado foi o intervalo de tempo entre o controlo de qualidade e armazenamento dos produtos, passando de 2 horas para inexistente, uma vez que esta atividade e a anterior, são imediatamente realizadas. Essa alteração foi obtida, devido à obrigatoriedade imposta de armazenar os produtos assim que são verificados, evitando que estes permaneçam na zona de receção já confirmados e sem identificação.

O seguinte tempo entre o armazenamento dos produtos e a inserção da informação a eles relativa no ERP, também reduziu de 8 horas para 4 horas. Anteriormente a esta alteração não existia regra alguma de entrega da documentação que acompanha os produtos, prejudicando a inserção dessa informação no ERP. Para melhorar esse processo foi imposta a regra que, mal os produtos são armazenados, a documentação que acompanha os produtos é retirada e logo entregue na logística para que seja possível ter conhecimento da chegada destes produtos. Essa alteração aliada à regra de inserir sempre os produtos no ERP no fim do dia, fez com que esse valor reduzisse de 8 para 4 horas.

Através desta melhoria e da redução destes tempos observou-se uma redução de acumulação de mercadoria nessa zona, uma vez que existem sempre dois períodos obrigatórios para proceder ao controlo e armazenamento dos produtos nessa zona.

Ao reduzir estes tempos é esperado que o fluxo de chegada de produtos seja melhorado, uma vez que o tempo desde a chegada do produto até ao seu conhecimento pela logística passou de 14 horas, mais de um dia de trabalho, para 6 horas. Através dessa melhoria de fluxo, é esperado que a gestão dos produtos melhore, tendo impacto mais à frente noutros parâmetros.

Apesar da impossibilidade de reorganizar o armazém consoante a análise ABC feita, espera-se que ao implementar essa melhoria o tempo necessário para armazenar os produtos reduza, ao ser possível armazenar os produtos mais recebidos em zonas prioritárias do armazém, que necessitem menos tempo de movimentação para serem armazenados.

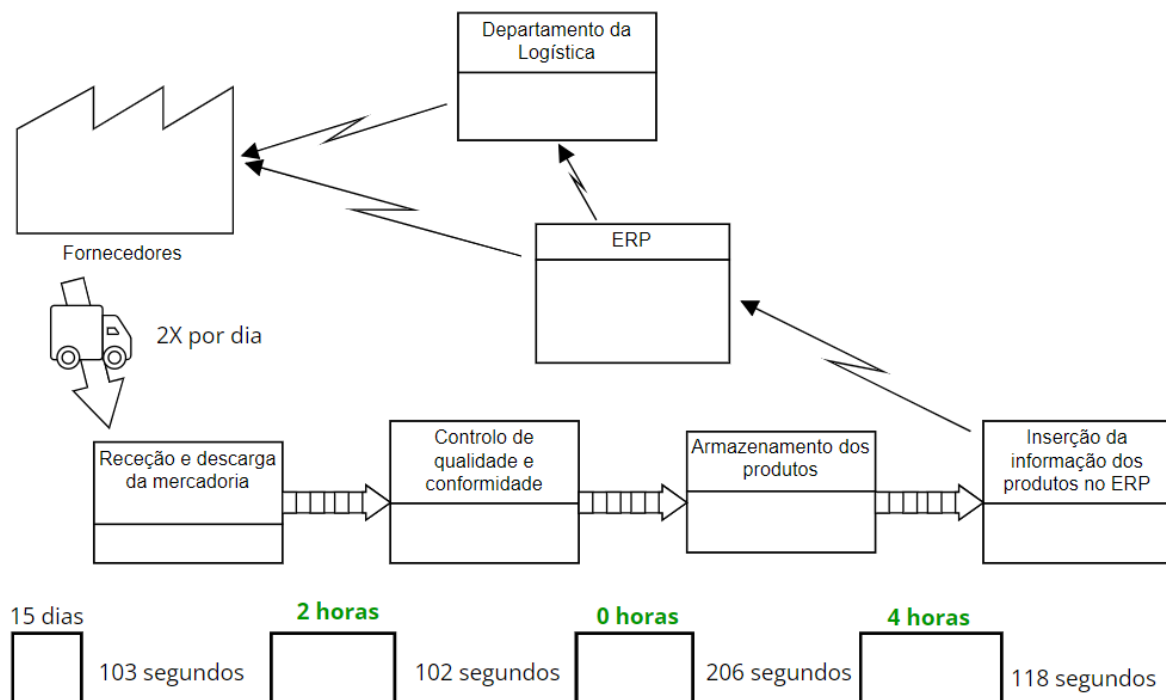


Figura 4.7 - VSM dos processos (P1) e (P2) após melhorias

4.4.2 VSM dos processos (P3), (P4) e (P5)

O segundo VSM após a implementação de melhorias encontra-se representado na figura 4.8. Como referido para o VSM anterior, os valores que se encontram representados a verde foram os parâmetros melhorados através das melhorias implementadas.

A primeira tarefa deste VSM "Abertura e gestão das ECs" sofreu uma redução de 189 segundos para 146 segundos por encomenda aberta. Essa redução de tempo aconteceu devido à padronização do processo de encomendas de clientes, ao criar um *template* que gera automaticamente todos os campos que uma encomenda deve conter, sendo apenas necessário preenchê-los. Através dessa alteração observou-se que deixou de existir a necessidade, de por vezes contactar o responsável pela encomenda, uma vez que toda a informação necessária se encontra no pedido. Outra alteração que contribuiu para a redução de tempo neste processo foi o mapa de encomendas. O mapa de encomendas trouxe alterações neste processo uma vez que as encomendas deixaram de ser geridas em papel e passaram a ser geridas em sistema, eliminando a atividade das imprimir quando abertas.

O tempo de *picking* sofreu alterações, reduzindo o tempo necessário para realizar o *picking* por encomenda de 343 segundos para 271 segundos. Esta redução ocorreu devido à implementação do mapa de encomendas, identificação das zonas do armazém, e organização das diferentes zonas. O mapa de encomendas foi a melhoria que teve maior impacto, ao deixar de ser necessário efetuar o cálculo das quantidades de produtos a separar. Aliado a essa

melhoria, a maior visibilidade das zonas dos produtos e organização dos produtos utilizados durante o *picking*, contribuíram para reduzir o tempo necessário para efetuar esse processo.

O tempo entre o fim do *picking* e a emissão de guias de transporte foi reduzido devido à regra imposta de entregar na logística cada folha do mapa de encomendas sempre que finalizado, evitando acumulação de trabalho e atrasos nos processos seguintes.

Já o tempo necessário para a emissão de guias de transporte e preenchimento dos dados no sistema da transportadora foi reduzido de 141 segundos para 124 segundos por encomenda, esta alteração no tempo obteve-se devido à redução de erros manuscritos nas encomendas e à falta de omissão de informação nos mapas de encomendas, devido à existência do espaço para colocar a informação do número de volumes e paletes, e os lotes dos produtos separados face às ECs previamente em uso.

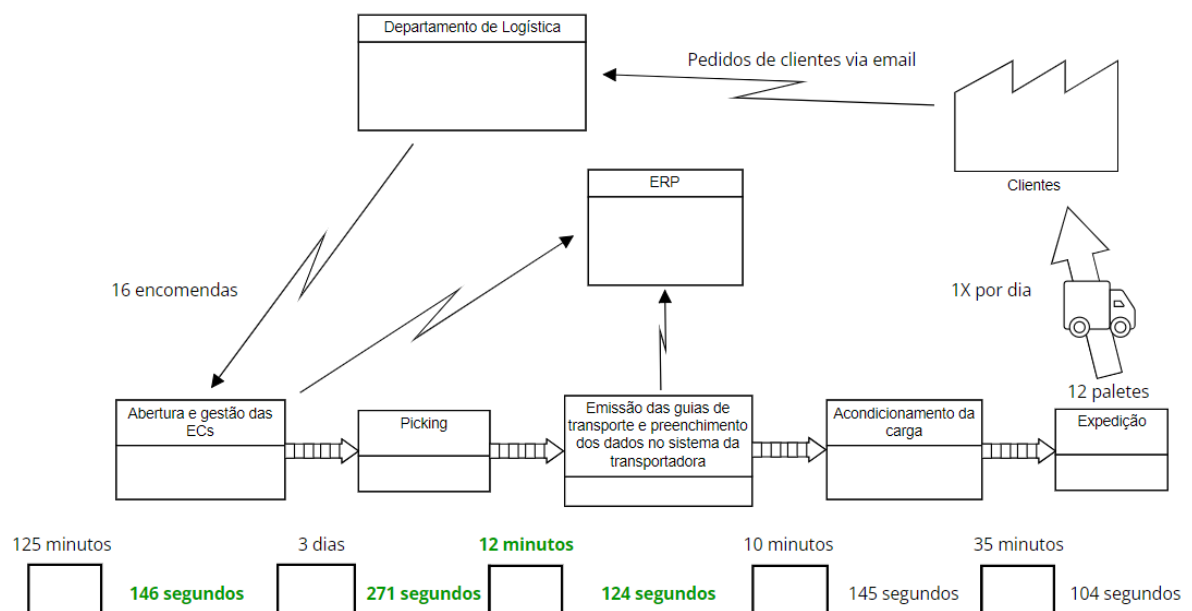


Figura 4.8 - VSM dos processos (P3), (P4) e (P5) após melhorias

No futuro espera-se que o *picking* sofra reduções de tempo acrescidas, ao implementar o lote a separar de cada produto no mapa de encomendas, e através da reorganização dos produtos no armazém conforme a análise ABC feita. A primeira alteração faria com que a necessidade de registar os lotes separados desaparecesse, atividade que é feita manualmente, ocupando uma grande porção de tempo e pode ser geradora de erros devido à necessidade de escrever os lotes. Ao implementar a reorganização proposta, é esperado que a necessidade de recorrer a movimentos verticais diminua, reduzindo o tempo necessário para separar produtos, uma vez que os mais utilizados estariam armazenados nos níveis inferiores. Para além disso, a organização do armazém também iria ser melhorada, facilitando o conhecimento dos locais dos produtos e contribuindo para reduções do tempo de procura.

4.4.3 KPI

Tal como para os VSMs, os KPIs alvos de melhorias foram recalculados, apresentado esses valores na tabela 4.4. Nessa tabela encontram-se os mesmos indicadores selecionados na fase 2 e o seu valor, tal como os valores atuais, sendo que os que foram alvo de melhorias estão representados a verde, sendo que no anexo G encontra-se uma tabela com os cálculos.

O primeiro indicador que sofreu alterações foi o tempo de ciclo de *picking*, sendo que as alterações impostas a este processo foram explicadas no VSM anterior.

O seguinte indicador impactado pelas melhorias implementadas foi a precisão do stock. A medição deste indicador foi feita da mesma forma que feito anteriormente na fase 2, ao comparar o stock em sistema e stock real dos mesmos 10 artigos. Foi obtida uma melhoria nesse valor de 97,1% para 98,4%. O aumento na precisão do stock deve-se à padronização do processo de receção de mercadorias, uma vez que devido a esta melhoria, deixou de existir artigos sem documentação na zona de receção e o tempo desde que a mercadoria é recebida até ser inserida no sistema diminuiu de 14 horas, para 6 horas. Através dessa diminuição de tempo, o stock em sistema encontra-se mais próximo do stock real.

A precisão de *picking* sofreu um aumento de 91,7% para 94,9%. Este aumento deve-se ao facto de no mapa de encomendas surgir a quantidade unitária a separar de cada produto, evitando erros devido à separação de quantidades erradas. Outra melhoria que contribui para o aumento desta precisão é a identificação e organização do armazém, nomeadamente a zona dos filtros, sendo que estes produtos eram alvos de erros de separação, dada a elevada semelhança entre estes produtos.

Da mesma forma que a precisão de *picking* aumentou, a autonomia durante este processo foi também melhorada. Uma das causas geradora de dúvidas durante a separação de produtos era a interpretação das encomendas de cliente, quando estas não tinham sido separadas na totalidade previamente. Através do mapa de encomendas, deixa de ser necessário interpretar a encomenda, sendo que a quantidade a separar no mapa é a quantidade real a separar. Outras alterações como a melhor organização e identificação das zonas contribuiu positivamente para uma maior autonomia durante o *picking*, aumentando este valor de 83,3% para 87,1%.

A ocupação dos locais de armazenamento diminuiu, ao reduzir o número de locais ocupados por produtos não conformes e produtos não pertencentes. Esta redução permite ter um maior número de locais de armazenamento disponíveis para produtos com importância.

Não foram efetuadas medições para os restantes indicadores, devido à falta de ligação direta entre qualquer melhoria e esses indicadores, contudo existe a possibilidade de haver um impacto positivo, e estes sofrerem alterações através das melhorias implementadas.

Tabela 4.4 - Medição dos indicadores de desempenho seleccionados após melhorias

Dimensão	Nome do indicador	Valor anterior	Valor atual	Unidade
Tempo	Tempo de ciclo de receção	103	103	segundos/palete
	Tempo de ciclo de armazenamento	206	206	segundos/palete
	Tempo de ciclo de <i>picking</i>	343	271	segundos/encomenda
	Tempo de ciclo de expedição	104	104	segundos/palete
	Prazo de espera de uma encomenda	3,4	3,4	dias/encomenda
Qualidade Do Serviço	Encomendas expedidas a tempo	74,6	74,6	%
	Encomendas expedidas na totalidade	92,1	92,1	%
	Encomendas entregues no prazo e na totalidade	68,7	68,7	%
	Precisão do stock	97,1	98,4	%
	Precisão de <i>picking</i>	91,7	94,9	%
	Autonomia no <i>picking</i>	83,3	87,1	%
Produtividade	Ocupação dos locais de armazenamento	83,6	81,2	%
	Rotatividade do stock	0,44	0,44	por mês

4.5 Monitorização e padronização das melhorias implementadas (Fase 7)

Após implementar e verificar as melhorias propostas, é necessário garantir que estas permanecem implementadas na organização. Embora não tenha sido possível executar esta fase de forma prática, devido a limitações de tempo, serão explicados teoricamente os passos a seguir, para garantir que estas melhorias são sustentadas a longo prazo, fornecendo indicações do que deve ser feito para garantir que as melhorias são mantidas.

O primeiro passo a realizar deve ser documentar todas as mudanças efetuadas, sendo este um elemento essencial para padronizar as mudanças feitas, devido à elevada importância de descrever e documentar todas as alterações feitas nos processos intervencionados. Nesta documentação deve ser explicado o que foi alterado com cada melhoria, deve ser feita uma descrição da melhoria, os resultados esperados e realmente obtidos, e a data de implementação. Essa documentação não só fornece um histórico detalhado das mudanças, mas também serve como referência para formações, garantindo que todos os operadores que contribuem para as atividades estão cientes das novas práticas, esta formação deve ser feita sempre que existir mudanças nos processos, garantindo que as alterações impostas são mantidas e garantir que os processos são realizados de igual forma por todos os operadores que desempenham a atividade.

Ao manter uma documentação detalhada das alterações, a resolução de problemas futuros poderá também ser melhorada, facilitando na primeira fase ao reaplicar o modelo cíclico, descrevendo novamente os processos.

No caso de existir um grande intervalo de tempo entre aplicações do modelo, devem ser realizadas medições periódicas dos parâmetros melhorados, para assegurar que os valores obtidos através das melhorias implementadas são consistentes com os resultados obtidos na fase anterior. Essa monitorização é realizada com o objetivo de garantir a eficácia das melhorias implementadas e identificar possíveis problemas que possam surgir durante atividades do armazém.

No caso do modelo ser continuamente aplicado não se torna necessária esta monitorização constante uma vez que as medições feitas na fase seis permanecem válidas dado o curto intervalo de tempo entre reaplicações. Nestes casos a fase 7 consistiria apenas na documentação das mudanças efetuadas.

5.1 Conclusões

Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento e aplicação de um modelo cíclico de melhoria contínua composto por sete etapas, para melhorar os processos de uma área funcional de uma empresa. A aplicação do modelo foi efetuada utilizando a metodologia estudo de caso, no armazém de uma empresa no setor de tratamento de águas. Este modelo é genérico, apesar de ter sido aplicado no armazém, existe a possibilidade de ser aplicado noutra zona, em qualquer empresa.

Inicialmente foi feito um estudo teórico de todos os tópicos inerentes ao tema proposto, concluindo-se que existe uma correlação positiva entre a aplicação de ferramentas *Lean* em ambiente de armazém e as melhorias obtidas. As principais melhorias encontradas nos estudos foram reduções de tempo gerais, nomeadamente, redução do tempo de *picking*, redução de *lead time* e tempos em movimentação. Outras melhorias observadas foram a redução de percentagem de encomendas rejeitadas, redução de distâncias percorridas e aumento de zonas de armazenamento.

De modo a justificar o modelo conceptual desenvolvido e aplicado no estudo fez-se também uma análise de modelos de melhoria contínua existentes na literatura, tendo sido observadas as fases mais comuns nos modelos existentes, utilizando-as como base para o desenvolvimento do modelo a ser aplicado, suportando teoricamente o estudo efetuado.

Este modelo foi aplicado no armazém de uma PME no ramo do tratamento de águas, que se caracteriza por ter um armazém manual de distribuição focado na comercialização de produtos químicos, membranas, resinas e outros acessórios para águas, sendo que, efetua a expedição com recurso a uma transportadora.

Através da aplicação do modelo, de acordo com os resultados esperados e obtidos, é possível concluir que a sua aplicação foi benéfica. Os resultados obtidos foram positivos, demonstrando melhorias significativas em processos do armazém, como o *picking*, pelo que estes encontram-se alinhados com o verificado na literatura sobre a aplicação de ferramentas de melhoria contínua em armazéns.

A aplicação do modelo contribuiu para a redução do tempo de ciclo da atividade mais crítica, o *picking*, reduzindo esse valor em 21% por encomenda. Para além desse processo,

também o processo de abertura de encomendas, e o processo de emissão de guias de transporte reduziram em 23% e em 12%, respetivamente.

O *lead time* entre todos os processos presentes no VSM dos processos (P1) e (P2), desde a receção da mercadoria até à inserção da informação a ela relativa no ERP foi reduzido de 14 horas para 6 horas, diminuindo a acumulação de mercadoria na zona de receção, melhorando todo o fluxo de material. Esta melhoria refletiu-se num aumento da precisão do stock, de 97,1% para 98,4%.

Também devido à maior organização do armazém, identificação de zonas e a implementação do mapa de encomendas foram observadas outras melhorias no processo de *picking* para além de reduções de tempo. Verificou-se um aumento na precisão e autonomia de *picking*. A precisão de *picking* aumentou de 91,7% para 94,9%, sendo que a autonomia sofreu um aumento de 3,8%, passando de 83,3% para 87,1%.

Para além das reduções de tempo é necessário realçar a importância da organização de todo o armazém, promovendo uma utilização mais eficiente das áreas disponíveis através de uma redução do número de paletes necessárias para produtos não conformes e não pertencentes à zona de armazenamento, aumentando o número de locais de armazenamento disponíveis em 25 paletes. Além disso, a aplicação do modelo contribuiu também para a promoção de uma cultura de melhoria contínua, sendo este um fator importante para a sustentabilidade das melhorias a longo prazo.

Este trabalho contribui para as práticas de implementação de melhorias em armazéns, corroborando e acrescentando às abordagens já existentes, oferecendo um modelo prático com passos claros para obter melhorias neste ambiente. A eficácia do modelo sugere que pode ser uma ferramenta útil a ser aplicada em organizações que procurem melhorar os processos dos seus armazéns. No entanto, para validar a consistência dos resultados obtidos, este deve ser reaplicado noutros contextos diferentes, contribuindo para a generalização das conclusões e identificação de oportunidades de melhoria.

5.2 Limitações do estudo

Este trabalho deparou-se com algumas limitações durante a sua execução. Uma das limitações foi a impossibilidade de medir certos tempos na fase 6, como o tempo para realizar o armazenamento dos produtos e acondicionamento da carga, optando por apenas medir os tempos dos processos que sofreram alterações diretas. Outra limitação encontrada foi a dificuldade de implementar certas melhorias, como a reorganização dos produtos consoante a análise ABC efetuada. Ambas as limitações anteriores têm como denominador comum o horizonte temporal da realização deste trabalho. Por essa razão, não foi possível realizar medições

de todos os parâmetros, mas existe a possibilidade de que as melhorias implementadas tenham impacto nesses mesmos parâmetros, mesmo que indireto.

Para além disso, devido à impossibilidade atual do sistema ERP em uso, não foi possível implementar o lote dos produtos no mapa de encomendas desenvolvido, pelo que é necessário investimento para adicionar essa funcionalidade no ERP, para implementar no mapa de encomendas.

5.3 Trabalhos futuros

Com o objetivo de propor outras sugestões para estudos futuros que se realizem neste âmbito sugere-se:

- Avaliar os impactos económicos das melhorias implementadas, de modo a verificar se existiu redução de custos.
- Realizar as medições em falta dos parâmetros não medidos de modo a avaliar todas as alterações obtidas.
- Etiquetar os produtos e integrar RFID para o armazenamento e *picking* dos mesmos, com o objetivo de facilitar a gestão dos artigos e diminuir a ocorrência de erros.
- Efetuar as alterações necessárias no ERP de modo a integrar os lotes dos produtos nos mapas de encomenda, diminuindo o tempo de ciclo durante o *picking*.
- Reorganizar todo o armazém consoante a análise ABC feita.
- Voltar a aplicar o modelo na mesma empresa, para observar novos resultados.
- Aplicar este modelo noutra tipo de empresa, ampliando o estudo a outras áreas, para além do armazém.
- Aplicar este modelo tendo oportunidade de utilizar outras ferramentas *Lean*, dada a abrangência do modelo.

BIBLIOGRAFIA

- Abhishek & Pratap, M. (2020). Achieving Lean Warehousing Through Value Stream Mapping. *South Asian Journal of Business and Management Cases*, 9(3), pp. 387–401. <https://doi.org/10.1177/2277977920958551>
- Abu, F., Gholami, H., Mat Saman, M. Z., Zakuan, N., & Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, 234, pp. 660–680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
- Abushaikha, I., Salhieh, L., & Towers, N. (2018). Improving distribution and business performance through lean warehousing. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 46(8), pp. 780–800. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-03-2018-0059>
- Acevedo-Aybar, C., Jáuregui-Alfaro, M., Quiroz-Flores, J. C., & Ali, A. (2024). Optimizing Warehouse Management in Footwear Commercial Companies: A Case Study on Lean-BPM. *International Journal of Mechanical Engineering*, 11(1), pp. 16–27. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V11I1P102>
- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), pp. 460–471. <https://doi.org/10.1108/17410380610662889>
- Adeodu, A., Maladzhi, R., Kana-Kana Katumba, M. G., & Daniyan, I. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach. A case of

- third party logistics (3PL) services. *Heliyon*, 9(4), e14915. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14915>
- Adil, G. K., Muppani, V. R., & Bandyopadhyay, A. (2010). A review of methodologies for class-based storage location assignment in a warehouse. *International Journal of Advanced Operations Management*, 2(3/4), pp. 274-291. <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2010.038341>
- Ali, S. M., Hossen, Md. A., Mahtab, Z., Kabir, G., Paul, S. K., & Adnan, Z. U. H. (2020). Barriers to lean six sigma implementation in the supply chain: An ISM model. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106843. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106843>
- Almeida Marodin, G., & Saurin, T. A. (2015). Managing barriers to lean production implementation: Context matters. *International Journal of Production Research*, 53(13), pp. 3947–3962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.980454>
- Al-Samarraie, H., & Hurmuzan, S. (2018). A review of brainstorming techniques in higher education. *Thinking Skills and Creativity*, 27, pp. 78–91. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.002>
- Aravindaraj, K., & Rajan Chinna, P. (2022). A systematic literature review of integration of industry 4.0 and warehouse management to achieve Sustainable Development Goals (SDGs). *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 5, 100072. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100072>
- Baby, B., N, P., & Jebadurai, D. S. (2018). Implementation of Lean Principles to Improve the Operations of a Sales Warehouse in the Manufacturing Industry. *International Journal of Technology*, 9(1), pp. 46-54. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i1.1161>
- Bashir, H., Shamsuzzaman, M., Haridy, S., & Alsyouf, I. (2020). *Lean Warehousing: A Case Study in a Retail Hypermarket*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dubai, UAE, March 10–12, 2020
- Berg, J. P. van D., & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1–3), pp. 519–528. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)

- Bolaños-Zuñiga, J., Salazar-Aguilar, M. A., & Saucedo-Martínez, J. A. (2023). Solving Location Assignment and Order Picker-Routing Problems in Warehouse Management. *Axioms*, 12(7), 711. <https://doi.org/10.3390/axioms12070711>
- Bonilla-Ramirez, K. A., Marcos-Palacios, P., Quiroz-Flores, J. C., Ramos-Palomino, E. D., & Alvarez-Merino, J. C. (2019). Implementation of Lean Warehousing to Reduce the Level of Returns in a Distribution Company. *2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, pp. 886–890. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978755>
- Boysen, N., & De Koster, R. (2024). 50 years of warehousing research—An operations research perspective. *European Journal of Operational Research*. In Press. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.03.026>
- Bozer, Y. A. (2012). *Developing and Adapting Lean Tools/Techniques to Build New Curriculum/Training Program in Warehousing and Logistics*, Report University of Michigan, pp. 1-37
- Braglia, M., Marrazzini, L., Padellini, L., & Rinaldi, R. (2021). Managerial and Industry 4.0 solutions for fashion supply chains. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 25(1), pp. 184–201. <https://doi.org/10.1108/JFMM-12-2019-0285>
- Buntak, K., Kovačić, M., & Mutavdžija, M. (2019). Internet of things and smart warehouses as the future of logistics. *Tehnički Glasnik*, 13(3), pp. 248–253. <https://doi.org/10.31803/tg-20190215200430>
- Carmignani, G., & Zammori, F. (2015). Lean thinking in the luxury-fashion market: Evidences from an extensive industrial project. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 43(10/11), pp. 988–1012. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-07-2014-0093>
- Chan, F. T. S., & Chan, H. K. (2011). Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems with Applications*, 38(3), pp. 2686–2700. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>

- Chapin, N. (1970). Flowcharting With the ANSI Standard: A Tutorial. *ACM Computing Surveys*, 2(2), pp. 119–146. <https://doi.org/10.1145/356566.356570>
- Chen, Y., Li, K. W., & Liu, S. (2008a). A comparative study on multicriteria ABC analysis in inventory management. *2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp. 3280–3285. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2008.4811802>
- Chen, Y., Li, K. W., Marc Kilgour, D., & Hipel, K. W. (2008b). A case-based distance model for multiple criteria ABC analysis. *Computers & Operations Research*, 35(3), pp. 776–796. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.03.024>
- Ciocoiu, C., & ILIE, G. (2010). Application Of Fishbone Diagram To Determine The Risk Of An Event With Multiple Causes. *Management Research and Practice*, 2, pp. 1–20.
- De Jesus Pacheco, D. A., Møller Clausen, D., & Bumann, J. (2023). A multi-method approach for reducing operational wastes in distribution warehouses. *International Journal of Production Economics*, 256, 108705. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108705>
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), pp. 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- deKoster, M. B. M., & Balk, B. M. (2008). Benchmarking and Monitoring International Warehouse Operations in Europe. *Production and Operations Management*, 17(2), pp. 175–183. <https://doi.org/10.3401/poms.1080.0013>
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N., & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70, pp. 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.12.004>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), pp. 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>

- Faveto, A., Traini, E., Bruno, G., & Chiabert, P. (2024). Review-based method for evaluating key performance indicators: An application on warehouse system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 130(1–2), pp. 297–310. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12684-4>
- Faveto, A., Traini, E., Bruno, G., & Lombardi, F. (2021). Development of a key performance indicator framework for automated warehouse systems. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), pp. 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.013>
- Frazelle. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*. McGraw-Hill, New York.
- Garcia, F. C. (2004). *Applying Lean Concepts in a Warehouse Operation*. *Proceedings of the IEE Annual Conference and Exhibition 2004*
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), pp. 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Haitao Yu, Mohamed Al-Hussein, & Nasser, R. (2007). Process flowcharting and simulation of house structure components production process. *2007 Winter Simulation Conference*. Washington DC. pp. 2066–2072. <https://doi.org/10.1109/WSC.2007.4419838>
- Hall, R. (1998). *Standard Work: Holding the Gain*. Association for Manufacturing Excellence. Wheeling, IL. pp. 13-19
- Holifahtus Sakdiyah, S., Eltivia, N., & Afandi, A. (2022). Root Cause Analysis Using Fishbone Diagram: Company Management Decision Making. *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, 1(6), pp. 566–576. <https://doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103>
- Krauth, E., Moonen, H., Popova, V., & Schut, M. (2005). *Performance indicators in logistics service provision and warehouse management – a literature review and framework*. In *Proceedings of the 12th International Annual EurOMA conference, Hungary, 2005*

- Lanza, G., Passacantando, M., & Scutellà, M. G. (2023). Sequencing and routing in a large warehouse with high degree of product rotation. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 35(4), pp. 1206–1255. <https://doi.org/10.1007/s10696-022-09463-w>
- Le-Duc *, T., & De Koster, R. (M.)B. M. (2005). Travel distance estimation and storage zone optimization in a 2-block class-based storage strategy warehouse. *International Journal of Production Research*, 43(17), pp. 3561–3581. <https://doi.org/10.1080/00207540500142894>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill. USA
- Il-Choe, K., & Sharp, G. (1991). *Small Parts Order Picking: Design and Operation*. Acedido em 2024: <https://www2.isye.gatech.edu/~mgoetsch/cali/Logistics%20Tutorial/order/article.htm>
- Lodgaard, E., Ingvaldsen, J. A., Gamme, I., & Aschehoug, S. (2016). Barriers to Lean Implementation: Perceptions of Top Managers, Middle Managers and Workers. *Procedia CIRP*, 57, pp. 595–600. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.103>
- Makwana, A. D., & Patange, G. S. (2022). Strategic implementation of 5S and its effect on productivity of plastic machinery manufacturing company. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 20(1), pp. 111–120. <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1676112>
- Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, 51, pp. 1723–1729. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- Munsberg, T. M., Hvam, L., Lundsteen, S. A., Stojfer-Honberg, M., Csik, M., & Tsintzou, L. (2022). Four Initiatives to Standardize Warehouses to Increase Digitalization and Automation. *2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, pp. 1164–1168. <https://doi.org/10.1109/IEEM55944.2022.9989662>

- Muotka, S., Togiani, A., & Varis, J. (2023). A Design Thinking Approach: Applying 5S Methodology Effectively in an Industrial Work Environment. *Procedia CIRP*, 119, pp. 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.103>
- Muppanimuppant, V., & Adil, G. (2008). Efficient formation of storage classes for warehouse storage location assignment: A simulated annealing approach☆. *Omega*, 36(4), pp. 609–618. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2007.01.006>
- Mustafa, M. S., Cagliano, A. C., & Rafele, C. (2013). *A proposed framework for lean warehousing. Pioneering Solutions in Supply Chain Performance Management: Concepts, Technologies and Applications, Hamburg*. pp. 137-149
- Ng, W. L. (2007). A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *European Journal of Operational Research*, 177(1), pp. 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.11.018>
- Nunez-Castaneda, Y., Moreno-Samanamud, M., Shinno-Huamani, M., Maradiegue-Tuesta, F., & Alvarez-Merino, J. (2019). Improvement of Warehouses of Distribution Companies through Lean Warehouse and an Allocation Algorithm. *2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)*, pp. 473–478. <https://doi.org/10.1109/IESTEC46403.2019.00091>
- Phogat, S. (2013). *An introduction to applicability of lean in warehousing. International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 2(5), pp.105-109
- R. Jadhav, J., S. Mantha, S., & B. Rane, S. (2014). Exploring barriers in lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(2), pp. 122–148. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2012-0014>
- Raghuram, P., & Arjunan, M. K. (2022). Design framework for a lean warehouse – a case study-based approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(6), pp. 2410–2431. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2020-0668>
- Rahima Shabeen, S., & Aravind Krishnan, K. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. *Materials Today: Proceedings*, 65, pp. 1105–1111. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159>

- Ravinder, H., & Misra, R. B. (2014). *ABC Analysis for Inventory Management: Bridging the Gap between Research and Classroom*. 7(3). pp. 257-264
- Richards, G. (2014). *Warehouse management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse* (Second edition). By Kogan Page Limited. USA
- Rizkya, I., Sari, R. M., Syahputri, K., & Fadhilah, N. (2021). Implementation of 5S methodology in warehouse: A case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1122(1), 012063. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1122/1/012063>
- Roncal-Coronel, M., Tarazona-Ballon, F., & Quiroz-Flores, J. C. (2023). Warehouse Management model to reduce return rate applying Lean Manufacturing Techniques and Multicriteria ABC in a SMEs in the textile sector. *Proceedings of the 2023 10th International Conference on Industrial Engineering and Applications*, pp. 155–161. <https://doi.org/10.1145/3587889.3587913>
- Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP*, 57, pp. 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.033>
- Sanchez, N. Y. E., Santos, P. Y. S., Lastra, G. E. M., Flores, J. C. Q., & Merino, J. C. A. (2021). Implementation of Lean and Logistics Principles to Reduce Non-conformities of a Warehouse in the Metalworking Industry. *2021 10th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)*, pp. 89–93. <https://doi.org/10.1109/ICITM52822.2021.00024>
- Sangsane, K., & Vanichchinchai, A. (2021). Improvement of Warehouse Storage Area and System: An Application of Visual Control and Barcode. *2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, pp. 444–448. <https://doi.org/10.1109/ICIEA52957.2021.9436727>
- Sartal, A., Ozcelik, N., & Rodríguez, M. (2020). Bringing the circular economy closer to small and medium enterprises: Improving water circularity without damaging plant productivity. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120363. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120363>

- Sayyida, G., Fahma, F., & Iftadi, I. (2018). Process Improvement in Outpatient Installation RSUD dr. Soediran Mangun Sumarso Using Lean Hospital Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 319, 012077. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/319/1/012077>
- Shah, B., & Khanzode, V. (2015). A comprehensive review and proposed framework to design lean storage and handling systems. *International Journal of Advanced Operations Management*, 7(4), pp. 274-299. <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2015.075025>
- Silva, A., Coelho, L. C., Darvish, M., & Renaud, J. (2020). Integrating storage location and order picking problems in warehouse planning. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 140, 102003. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102003>
- Silva, A., Roodbergen, K. J., Coelho, L. C., & Darvish, M. (2022). Estimating optimal ABC zone sizes in manual warehouses. *International Journal of Production Economics*, 252, 108579. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108579>
- Sommer, A. C., & Blumenthal, E. Z. (2019). Implementation of Lean and Six Sigma principles in ophthalmology for improving quality of care and patient flow. *Survey of Ophthalmology*, 64(5), pp. 720–728. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2019.03.007>
- Staudt, F. H., Alpan, G., Di Mascolo, M., & Rodriguez, C. M. T. (2015). Warehouse performance measurement: A literature review. *International Journal of Production Research*, 53(18), pp. 5524–5544. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1030466>
- Sutanto Saragi, H., Sentosa Sitompul, P., & Gultom, T. (2019). Work Elements Analysis for Optimization Operator Productivity in Warehouse. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175, 012198. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012198>
- Tahboub, K. K., & Salhieh, L. (2019). Warehouse Waste Reduction Level and Its Impact on Warehouse and Business Performance. *Industrial and Systems Engineering Review*, 7(2), pp. 85–101. <https://doi.org/10.37266/ISER.2019v7i2.pp85-101>

- Tanwari, A., Lakhari, A. Q., & Shaikh, G. Y. (2000). *ABC Analysis as a Inventory Control Technique*. *Quaid-e-Awam University Research Journal of Engineering Science and Technology*, 1(1),
- Tebar Betegon, M. A., Baladrón González, V., Bejarano Ramírez, N., Martínez Arce, A., Rodríguez De Guzmán, J., & Redondo Calvo, F. J. (2021). Quality Management System Implementation Based on Lean Principles and ISO 9001:2015 Standard in an Advanced Simulation Centre. *Clinical Simulation in Nursing*, 51, pp. 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2020.11.002>
- Ten Hompel, M., & Schmidt, T. (2007). *Warehouse management: Automation and organisation of warehouse and order picking systems*. Dortmund, Germany
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). Benefits of visual management in construction: Cases from the transportation sector in England. *Construction Innovation*, 17(2), pp. 125–157. <https://doi.org/10.1108/CI-05-2016-0029>
- Truong, N. C., Dang, T. G., & Nguyen, D. A. (2018). Building Management Algorithms in Automated Warehouse Using Continuous Cluster Analysis Method. In V. H. Duy, T. T. Dao, I. Zelinka, S. B. Kim, & T. T. Phuong (Eds.), *AETA 2017—Recent Advances in Electrical Engineering and Related Sciences: Theory and Application* (Vol. 465, pp. 1068–1077). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69814-4_102
- Van Geest, M., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Smart Warehouses: Rationale, Challenges and Solution Directions. *Applied Sciences*, 12(1), 219. <https://doi.org/10.3390/app12010219>
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11, pp. 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>
- Yin, R. (2003). A Review of Case Study Research: Design and Methods. In *Applied Social Research Methods* (Vol. 5, p. 219).
- Yuvamitra, K., Lee, J., & Dong, K. (2017). Value Stream Mapping of Rope Manufacturing: A Case Study. *International Journal of Manufacturing Engineering*, 2017, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1155/2017/8674187>

Zimmermann, A. E., King, E. E., & Bose, D. D. (2024). Effectiveness and Utility of Flowcharts on Learning in a Classroom Setting: A Mixed-Methods Study. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 88(1), 100591. <https://doi.org/10.1016/j.ajpe.2023.100591>

ANEXOS

Anexo A - Exemplo de medição do VSM (Tempo de abertura e impressão das ECs)

Medição (por encomenda)	Valor (segundos)
#1	158
#2	167
#3	213
#4	167
#5	107
#6	163
#7	445
#8	160
#9	103
#10	123
#11	234
#12	150
#13	306
#14	166
#15	254
#16	112
#17	194
#18	174
#19	112
#20	247
#21	198
#22	108
#23	145
#24	137
#25	254
#26	190
#27	188
#28	328
#29	143
#30	149
#31	186
#32	295
#33	202
#34	154
Valor médio	189

Anexo B - Cálculo dos KPIs (Fase 2)

Dimensão	Nome do indicador	Fórmula	Valor	Unidade
Tempo	Tempo de ciclo de receção	$\frac{3712 \text{ segundos}}{36 \text{ paletes}}$	103	segundos/paleta
	Tempo de ciclo de armazenamento	$\frac{6179 \text{ segundos}}{30 \text{ paletes}}$	206	segundos/paleta
	Tempo de ciclo de <i>picking</i>	$\frac{13375 \text{ segundos}}{39 \text{ encomendas}}$	343	segundos/encomenda
	Tempo de ciclo de expedição	$\frac{3320 \text{ segundos}}{32 \text{ paletes}}$	104	segundos/paleta
	Prazo de espera de uma encomenda	$\frac{215 \text{ dias}}{63 \text{ encomendas}}$	3,4	dias/encomenda
Qualidade Do Serviço	Encomendas expedidas a tempo	$\frac{47 \text{ encomendas}}{63 \text{ encomendas}} \times 100$	74,6	%
	Encomendas expedidas na totalidade	$\frac{(63 - 5) \text{ encomendas}}{63 \text{ encomendas}} \times 100$	92,1	%
	Encomendas entregues no prazo e na totalidade	$0,746 \times 0,921$	68,7	%
	Precisão do stock	$100 - \frac{566 \text{ Kg}}{18840 \text{ Kg}} \times 100$	97,0	%
	Precisão de <i>picking</i>	$\frac{(48 - 4) \text{ encomendas}}{48 \text{ encomendas}} \times 100$	91,7	%
	Autonomia no <i>picking</i>	$\frac{(48 - 8) \text{ encomendas}}{48 \text{ encomendas}} \times 100$	83,3	%
Produtividade	Ocupação dos locais de armazenamento	$\frac{1150 \text{ racks}}{1375 \text{ racks}} \times 100$	83,6	%
	Rotatividade do stock	$\frac{51779}{116523}$	0,44	por mês

Anexo D - Exemplo Mapa de Encomendas

MAPA DE PREPARAÇÃO ENCOMENDAS

Página 1 de 2

N.º Encomenda: 2 872		Cliente: ██████████		Data: 22-08-2024				
Referência	Designação	Quantidade Pendente	Quantidade Embalagens	Usa Lotes?	Lote ?	Usa N.º Série	N.º Série	Observações
299.21151.20N	Ferrocid 4601	40,00	2,00	X				

N.º Encomenda: 2 916		Cliente: ██████████		Data: 26-08-2024				
Referência	Designação	Quantidade Pendente	Quantidade Embalagens	Usa Lotes?	Lote ?	Usa N.º Série	N.º Série	Observações
32.151086.32N	Aquaservice pH Minus	1 024,00	32,00	X				
32.189.30N	Hipoclorito de Sódio B25	1 500,00	60,00	X				

N.º Encomenda: 2 964		Cliente: ██████████		Data: 28-08-2024				
Referência	Designação	Quantidade Pendente	Quantidade Embalagens	Usa Lotes?	Lote ?	Usa N.º Série	N.º Série	Observações
32.189.30N	Hipoclorito de Sódio B25	75,00	3,00	X				

N.º Encomenda: 2 997		Cliente: ██████████		Data: 30-08-2024				
Referência	Designação	Quantidade Pendente	Quantidade Embalagens	Usa Lotes?	Lote ?	Usa N.º Série	N.º Série	Observações
32.189.30N	Hipoclorito de Sódio B25	250,00	10,00	X				

Anexo E - Tabela para análise ABC

RANK	Ref familia	%item ac	%vendas	% Vendas ac	Classe
1	11	0,48%	9,97%	9,97%	A
2	11	0,97%	8,65%	18,62%	A
3	6	1,45%	3,17%	21,80%	A
4	11	1,93%	3,15%	24,95%	A
5	11	2,42%	3,03%	27,98%	A
6	6	2,90%	2,79%	30,77%	A
7	11	3,38%	2,75%	33,52%	A
8	11	3,86%	2,73%	36,26%	A
9	11	4,35%	2,32%	38,58%	A
10	11	4,83%	2,26%	40,84%	A
11	11	5,31%	2,20%	43,04%	A
12	11	5,80%	2,09%	45,13%	A
13	11	6,28%	2,07%	47,20%	A
14	11	6,76%	1,92%	49,12%	A
15	6	7,25%	1,86%	50,98%	A
16	11	7,73%	1,72%	52,70%	A
17	11	8,21%	1,70%	54,40%	A
18	6	8,70%	1,66%	56,07%	A
19	11	9,18%	1,63%	57,69%	A
20	6	9,66%	1,60%	59,30%	A
21	11	10,14%	1,52%	60,81%	A
22	11	10,63%	1,45%	62,26%	A
23	11	11,11%	1,21%	63,47%	A
24	11	11,59%	1,20%	64,67%	A
25	11	12,08%	1,13%	65,80%	A
26	11	12,56%	1,03%	66,83%	A
27	11	13,04%	0,98%	67,81%	A
28	11	13,53%	0,90%	68,71%	A
29	11	14,01%	0,85%	69,56%	A
30	11	14,49%	0,82%	70,38%	A
31	11	14,98%	0,82%	71,20%	A
32	11	15,46%	0,80%	72,00%	A
33	11	15,94%	0,77%	72,77%	A
34	6	16,43%	0,76%	73,53%	A
35	6	16,91%	0,76%	74,28%	A
36	11	17,39%	0,75%	75,03%	A
37	12	17,87%	0,73%	75,77%	A
38	11	18,36%	0,71%	76,48%	A

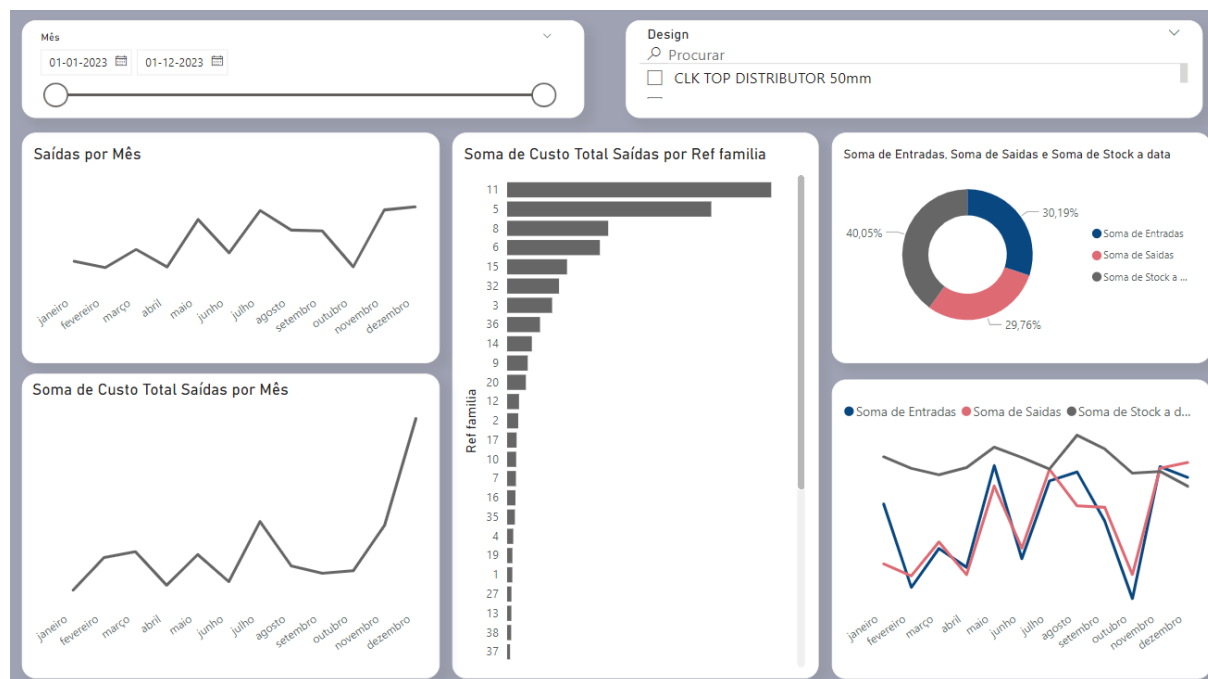
39	11	18,84%	0,67%	77,15%	A
40	11	19,32%	0,67%	77,81%	A
41	12	19,81%	0,63%	78,45%	A
42	6	20,29%	0,62%	79,07%	B
43	11	20,77%	0,62%	79,69%	B
44	6	21,26%	0,61%	80,30%	B
45	11	21,74%	0,61%	80,91%	B
46	11	22,22%	0,60%	81,51%	B
47	11	22,71%	0,54%	82,04%	B
48	11	23,19%	0,53%	82,57%	B
49	11	23,67%	0,53%	83,10%	B
50	11	24,15%	0,51%	83,61%	B
51	11	24,64%	0,50%	84,11%	B
52	11	25,12%	0,48%	84,59%	B
53	11	25,60%	0,43%	85,03%	B
54	6	26,09%	0,43%	85,46%	B
55	12	26,57%	0,43%	85,89%	B
56	11	27,05%	0,42%	86,30%	B
57	11	27,54%	0,41%	86,72%	B
58	11	28,02%	0,40%	87,12%	B
59	11	28,50%	0,39%	87,51%	B
60	12	28,99%	0,39%	87,89%	B
61	11	29,47%	0,38%	88,27%	B
62	6	29,95%	0,34%	88,61%	B
63	6	30,43%	0,33%	88,95%	B
64	11	30,92%	0,33%	89,27%	B
65	11	31,40%	0,33%	89,60%	B
66	12	31,88%	0,30%	89,90%	B
67	11	32,37%	0,29%	90,19%	B
68	11	32,85%	0,29%	90,48%	B
69	11	33,33%	0,29%	90,77%	B
70	11	33,82%	0,28%	91,06%	B
71	11	34,30%	0,27%	91,33%	B
72	11	34,78%	0,26%	91,59%	B
73	12	35,27%	0,25%	91,84%	B
74	11	35,75%	0,24%	92,09%	B
75	6	36,23%	0,23%	92,31%	B
76	11	36,71%	0,23%	92,54%	B
77	11	37,20%	0,21%	92,75%	B
78	11	37,68%	0,21%	92,96%	B
79	11	38,16%	0,21%	93,16%	B
80	11	38,65%	0,20%	93,37%	B
81	11	39,13%	0,20%	93,56%	B

82	11	39,61%	0,19%	93,76%	B
83	11	40,10%	0,19%	93,94%	B
84	11	40,58%	0,18%	94,12%	B
85	11	41,06%	0,18%	94,30%	B
86	11	41,55%	0,18%	94,47%	B
87	11	42,03%	0,17%	94,65%	B
88	11	42,51%	0,16%	94,80%	B
89	6	43,00%	0,16%	94,96%	B
90	6	43,48%	0,16%	95,12%	C
91	11	43,96%	0,15%	95,27%	C
92	11	44,44%	0,15%	95,43%	C
93	11	44,93%	0,14%	95,57%	C
94	12	45,41%	0,14%	95,71%	C
95	11	45,89%	0,14%	95,85%	C
96	12	46,38%	0,13%	95,97%	C
97	11	46,86%	0,12%	96,09%	C
98	12	47,34%	0,12%	96,21%	C
99	11	47,83%	0,12%	96,33%	C
100	11	48,31%	0,11%	96,44%	C
101	11	48,79%	0,11%	96,55%	C
102	11	49,28%	0,11%	96,66%	C
103	11	49,76%	0,11%	96,77%	C
104	11	50,24%	0,11%	96,88%	C
105	11	50,72%	0,10%	96,98%	C
106	11	51,21%	0,10%	97,08%	C
107	11	51,69%	0,09%	97,17%	C
108	11	52,17%	0,09%	97,26%	C
109	12	52,66%	0,09%	97,35%	C
110	11	53,14%	0,09%	97,44%	C
111	11	53,62%	0,09%	97,53%	C
112	11	54,11%	0,09%	97,62%	C
113	11	54,59%	0,08%	97,70%	C
114	12	55,07%	0,08%	97,78%	C
115	11	55,56%	0,08%	97,87%	C
116	6	56,04%	0,08%	97,95%	C
117	11	56,52%	0,08%	98,03%	C
118	11	57,00%	0,08%	98,10%	C
119	11	57,49%	0,07%	98,18%	C
120	11	57,97%	0,07%	98,25%	C
121	11	58,45%	0,07%	98,32%	C
122	11	58,94%	0,07%	98,38%	C
123	12	59,42%	0,07%	98,45%	C
124	11	59,90%	0,06%	98,51%	C

125	12	60,39%	0,06%	98,57%	C
126	11	60,87%	0,06%	98,63%	C
127	11	61,35%	0,06%	98,69%	C
128	11	61,84%	0,05%	98,74%	C
129	6	62,32%	0,05%	98,80%	C
130	11	62,80%	0,05%	98,85%	C
131	11	63,29%	0,05%	98,90%	C
132	12	63,77%	0,05%	98,95%	C
133	12	64,25%	0,05%	99,00%	C
134	12	64,73%	0,05%	99,05%	C
135	11	65,22%	0,05%	99,09%	C
136	11	65,70%	0,04%	99,14%	C
137	11	66,18%	0,04%	99,18%	C
138	6	66,67%	0,04%	99,21%	C
139	11	67,15%	0,03%	99,25%	C
140	6	67,63%	0,03%	99,28%	C
141	11	68,12%	0,03%	99,31%	C
142	11	68,60%	0,03%	99,34%	C
143	11	69,08%	0,03%	99,37%	C
144	11	69,57%	0,03%	99,40%	C
145	11	70,05%	0,03%	99,43%	C
146	11	70,53%	0,02%	99,45%	C
147	11	71,01%	0,02%	99,48%	C
148	11	71,50%	0,02%	99,50%	C
149	11	71,98%	0,02%	99,52%	C
150	12	72,46%	0,02%	99,54%	C
151	11	72,95%	0,02%	99,56%	C
152	11	73,43%	0,02%	99,58%	C
153	11	73,91%	0,02%	99,60%	C
154	11	74,40%	0,02%	99,62%	C
155	11	74,88%	0,02%	99,63%	C
156	11	75,36%	0,02%	99,65%	C
157	12	75,85%	0,02%	99,67%	C
158	6	76,33%	0,02%	99,68%	C
159	12	76,81%	0,01%	99,70%	C
160	11	77,29%	0,01%	99,71%	C
161	12	77,78%	0,01%	99,73%	C
162	11	78,26%	0,01%	99,74%	C
163	11	78,74%	0,01%	99,75%	C
164	11	79,23%	0,01%	99,77%	C
165	11	79,71%	0,01%	99,78%	C
166	11	80,19%	0,01%	99,79%	C
167	11	80,68%	0,01%	99,81%	C

168	11	81,16%	0,01%	99,82%	C
169	11	81,64%	0,01%	99,83%	C
170	11	82,13%	0,01%	99,85%	C
171	11	82,61%	0,01%	99,86%	C
172	11	83,09%	0,01%	99,87%	C
173	11	83,57%	0,01%	99,88%	C
174	11	84,06%	0,01%	99,89%	C
175	11	84,54%	0,01%	99,90%	C
176	11	85,02%	0,01%	99,90%	C
177	11	85,51%	0,01%	99,91%	C
178	11	85,99%	0,01%	99,92%	C
179	12	86,47%	0,01%	99,93%	C
180	11	86,96%	0,01%	99,93%	C
181	12	87,44%	0,01%	99,94%	C
182	11	87,92%	0,01%	99,95%	C
183	11	88,41%	0,01%	99,95%	C
184	12	88,89%	0,01%	99,96%	C
185	11	89,37%	0,01%	99,97%	C
186	12	89,86%	0,00%	99,97%	C
187	11	90,34%	0,00%	99,98%	C
188	12	90,82%	0,00%	99,98%	C
189	11	91,30%	0,00%	99,98%	C
190	6	91,79%	0,00%	99,98%	C
191	11	92,27%	0,00%	99,99%	C
192	6	92,75%	0,00%	99,99%	C
193	11	93,24%	0,00%	99,99%	C
194	12	93,72%	0,00%	99,99%	C
195	11	94,20%	0,00%	99,99%	C
196	11	94,69%	0,00%	100,00%	C
197	11	95,17%	0,00%	100,00%	C
198	11	95,65%	0,00%	100,00%	C
199	11	96,14%	0,00%	100,00%	C
200	11	96,62%	0,00%	100,00%	C
201	11	97,10%	0,00%	100,00%	C
202	11	97,58%	0,00%	100,00%	C
203	11	98,07%	0,00%	100,00%	C
204	11	98,55%	0,00%	100,00%	C
205	11	99,03%	0,00%	100,00%	C
206	11	99,52%	0,00%	100,00%	C
207	12	100,00%	0,00%	100,00%	C

Anexo F - Dashboard criado



Anexo G - Cálculo dos KPIs (Fase 6)

Dimensão	Nome do indicador	Fórmula	Valor	Unidade
Tempo	Tempo de ciclo de receção	$\frac{3712 \text{ segundos}}{36 \text{ paletes}}$	103	segundos/paleta
	Tempo de ciclo de armazenamento	$\frac{6179 \text{ segundos}}{30 \text{ paletes}}$	206	segundos/paleta
	Tempo de ciclo de <i>picking</i>	$\frac{8407 \text{ segundos}}{31 \text{ encomendas}}$	271	segundos/encomenda
	Tempo de ciclo de expedição	$\frac{3320 \text{ segundos}}{32 \text{ paletes}}$	104	segundos/paleta
	Prazo de espera de uma encomenda	$\frac{215 \text{ dias}}{63 \text{ encomendas}}$	3,4	dias/encomenda
Qualidade Do Serviço	Encomendas expedidas a tempo	$\frac{47 \text{ encomendas}}{63 \text{ encomendas}} \times 100$	74,6	%
	Encomendas expedidas na totalidade	$\frac{(63 - 5) \text{ encomendas}}{63 \text{ encomendas}} \times 100$	92,1	%
	Encomendas entregues no prazo e na totalidade	$0,746 \times 0,921$	68,7	%
	Precisão do stock	$100 - \frac{318 \text{ Kg}}{20120 \text{ Kg}} \times 100$	98,4	%
	Precisão de <i>picking</i>	$\frac{(39 - 2) \text{ encomendas}}{39 \text{ encomendas}} \times 100$	94,9	%
	Autonomia no <i>picking</i>	$\frac{(39 - 5) \text{ encomendas}}{39 \text{ encomendas}} \times 100$	87,1	%
Produtividade	Ocupação dos locais de armazenamento	$\frac{1116 \text{ racks}}{1375 \text{ racks}} \times 100$	81,2	%
	Rotatividade do stock	$\frac{51779}{116523}$	0,44	por mês



2024

Francisco Miguel Justino Marques

Desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua
aplicado num armazém de uma PME