



A Melhoria Contínua de Operações Logísticas num Armazém a Temperatura Controlada

Ana Filipa da Silva Oliveira

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto para obtenção do Grau de Mestre em Logística

Orientada por: Professora Doutora Isabel Cristina da Silva Lopes

Esta Dissertação inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri.

Porto, dezembro de 2022



A Melhoria Contínua de Operações Logísticas num Armazém a Temperatura Controlada

Ana Filipa da Silva Oliveira

Orientada por: Professora Doutora Isabel Cristina da Silva Lopes

Porto, dezembro de 2022

Resumo

A Cadeia de Abastecimento a temperatura controlada em Portugal encontra-se ao nível dos mercados mais desenvolvidos, que procura, através de inovações tecnológicas e soluções flexíveis, seguras e rastreáveis, dar resposta ao ritmo de crescimento que caracteriza o mercado da logística de frio. Assim sendo, com uma dinâmica de mercado em crescimento e cada vez mais exigente, é fundamental que as empresas do setor adotem estratégias que visem aumentar a eficiência das suas operações, promovam um aumento do nível de serviço prestado ao cliente e a diminuição dos seus custos operacionais.

A necessidade da diminuição dos custos operacionais não deve ter qualquer impacto na qualidade, sendo expectável que o foco se concentre na melhoria contínua das operações logísticas internas. As operações logísticas de Receção, Conferência, Arrumação, Preparação e *Picking* são as operações alvo de estudo na presente dissertação.

Considerando as necessidades e exigências particulares que caracterizam as operações neste setor, nomeadamente em matéria de Higiene e Segurança Alimentar, a dissertação fornece um estudo em torno das especificidades da Logística de Frio, Rastreabilidade, as Tecnologias da Informação e a sua Integração da Cadeia de Abastecimento, Operações de Armazém a temperatura controlada, Filosofia *Lean* e Metodologia *Kaizen*.

Nesta dissertação aplicou-se a metodologia investigação-ação na empresa STEF, líder europeu em serviços de logística e transporte sob temperatura controlada, na delegação da STEF Porto. Através da caracterização das operações logísticas em análise, foram identificadas dimensões com potencialidades de melhoria de eficiência e desenvolvido um conjunto de sugestões de melhoria. Foram construídos e aplicados dois modelos matemáticos com vista à minimização dos custos do operador logístico com a operação de *picking* e armazenagem onde foi possível obter uma poupança de cerca de 30,9% face ao cenário inicial.

Palavras-Chave: Logística de Frio; Operações de Armazém; Melhoria Contínua; Modelo Matemático

Abstract

The temperature-controlled supply chain in Portugal is on a par with the most developed markets, which seeks, through technological innovations and flexible, safe and traceable solutions, to respond to the pace of growth that characterizes the cold logistics market. Therefore, with a growing and increasingly demanding market dynamics, it is essential that companies in the sector adopt strategies aimed at increasing the efficiency of their operations, promoting an increase in the level of service provided to the customer and a decrease in their operating costs.

The need to decrease operational costs should not have any impact on quality, and it is expected that the focus will be on the continuous improvement of internal logistics operations. The operations of Reception, Conferencing, Storage, Preparation and Picking are target operations studied in this dissertation.

Considering the particular needs and demands that characterize the operations in this sector, namely regarding Food Hygiene and Safety, the dissertation provides a study around the specificities of Cold Logistics, Traceability, Information Technology and its Integration in the Supply Chain, Controlled Temperature Warehouse Operations, Lean Philosophy and Kaizen Methodology.

In this dissertation, the action-research methodology was applied to STEF company, European leader in temperature-controlled logistics and transport services, in the STEF Porto delegation. Through the characterization of the logistics operations under analysis, dimensions with potential for efficiency improvement were identified and a set of improvement suggestions were developed. Two mathematical models were built and applied in order to minimize the costs of the logistics operator with the operation of picking and storage where it was possible to obtain savings of about 30,9% compared to the initial scenario.

Keywords: Cold chain logistics; Warehouse operations; Continuous improvement; Mathematical model

Resumen

La cadena de suministro a temperatura controlada en Portugal está a la altura de los mercados más desarrollados, que buscan, a través de innovaciones tecnológicas y soluciones flexibles, seguras y trazables, responder al ritmo de crecimiento que caracteriza al mercado de la logística del frío. Por lo tanto, con una dinámica de mercado creciente y cada vez más exigente, es esencial que las empresas del sector adopten estrategias dirigidas a aumentar la eficiencia de sus operaciones, promoviendo un aumento del nivel de servicio prestado al cliente y una disminución de sus costes operativos.

La necesidad de reducir los costes de explotación no debería repercutir en la calidad, y se espera que la atención se centre en la mejora continua de las operaciones logísticas internas. Las operaciones logísticas de Recepción, Conferencia, Retirada, Preparación y Recogida son las operaciones objeto de estudio de esta tesis.

Teniendo en cuenta las necesidades y requisitos particulares que caracterizan las operaciones en este sector, a saber, en materia de Higiene y Seguridad Alimentaria, la tesis ofrece un estudio en torno a las especificidades de la Logística del Frío, la Trazabilidad, las Tecnologías de la Información y su Integración en la Cadena de Suministro, las Operaciones de Almacén a Temperatura Controlada, la Filosofía Lean y la Metodología Kaizen.

En esta tesis, la metodología de investigación-acción se aplicó a STEF, líder europeo en servicios de logística y transporte a temperatura controlada, en la delegación de STEF en Oporto. Mediante la caracterización de las operaciones logísticas analizadas, se identificaron dimensiones con potencial de mejora de la eficiencia y se elaboró un conjunto de sugerencias de mejora. Se construyeron y aplicaron dos modelos matemáticos para minimizar los costes del operador logístico con la operación de picking y almacenaje, en los que fue posible obtener un ahorro de alrededor del 30,9% en comparación con el escenario inicial.

Palabras Clave: Logística de la cadena de frío; Operaciones de almacén; Mejora continua; Modelo matemático

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Professora Isabel Cristina Lopes pela disponibilidade, partilha de conhecimentos e apoio prestado ao longo do desenvolvimento da dissertação.

Agradeço à STEF pela oportunidade de aprendizagem e desenvolvimento, assim como pela possibilidade de realizar este trabalho em contexto organizacional. A toda a equipa do departamento de Logística que me acompanhou e apoiou desde o primeiro dia, o meu muito obrigada.

Gostaria de agradecer, de forma especial, à minha família, pais, irmã, avó, amigos e namorado, por todo o apoio e compreensão ao longo deste caminho.

Lista de Abreviaturas e Acrónimos

AMPL	<i>A Mathematical Programming Language</i>
APNOR	Associação dos Institutos Superiores Politécnicos da Região Norte
ASAE	Autoridade de Segurança Alimentar e Económica
ASRS	<i>Automated Storage and Retrieval System</i>
CEP	Código de Empresa Portuguesa
CODIPOR	Associação Portuguesa de Identificação e Codificação de Produtos
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
EAN	<i>European Article Numbering</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
EFSA	Agência Europeia para a Segurança dos Alimentos
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEFO	<i>First -Expired-First-Out</i>
FIFO	<i>First -In-First-Out</i>
GTIN	<i>Global Trade Item Number</i>
HACCP	<i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MILP	<i>Mixed-integer Linear Programming</i>
PPIC	Movimento de <i>Picking</i>
PHOM	Movimento de saída de uma palete completa
PRES	Movimento que inclui baixar uma palete para o chão e posteriormente voltar a colocar em estante
RADAR	<i>Radio Detection and Ranging</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SSCC	<i>Serial Shipping Container Code</i>
TI	Tecnologias da Informação
UCC	<i>Uniform Code Council</i>
UM	<i>Unit of Measurement</i>
UPC	<i>Universal Product Code</i>
UPCC	<i>Uniform Product Code Council</i>
WIP	<i>Work in Process</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos.....	iv
Lista de Abreviaturas e Acrónimos	v
Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	ix
1. Introdução.....	2
1.1 Objetivos e Propósito da Investigação	2
1.2 Metodologia	2
1.3 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Fundamentação Teórica	6
2.1 Logística às Cadeias de Abastecimento atuais	6
2.2 Rastreabilidade	11
2.2.1 Codificação dos Códigos de Barras	11
2.2.2 EAN	12
2.3 Tecnologias da Informação e a sua Integração na Cadeia de Abastecimento	13
2.3.1 EDI – <i>Electronic Data Interchange</i>	15
2.3.2 RFID - <i>Radio Frequency identification</i>	16
2.3.3 WMS - <i>Warehouse Management System</i>	16
2.3.4 Leitores de Códigos de Barras por Radiofrequência	17
2.4 Logística de Frio /Cadeia de Frio	18
2.4.1 Cadeia de Frio e as Cadeias de Abastecimento Alimentares.....	19
2.4.2 Higiene e Segurança Alimentar	20
2.4.3 Armazéns a Temperatura Controlada.....	22
2.5 Operações de Armazéns a Temperatura Controlada	23
2.6 Lean.....	34
2.6.1 Princípios do Pensamento Lean	35
2.6.2 Tipos de Desperdício	36
2.7 Metodologia Kaizen.....	37
2.8 Ferramenta 5S	38
2.9 Gestão Visual	39
2.10 Standard Work – Trabalho Padronizado.....	39
3. Investigação - Ação.....	41
3.1 Apresentação da Empresa.....	41
3.2 STEF em Portugal.....	41
3.3 Caracterização do Operador Logístico	42
3.3.1 Mercado e Clientes	43
3.3.2 Certificações e Segurança Alimentar.....	43

3.3.3 Estrutura da STEF Porto	43
3.4 Departamento de Logística da STEF Porto	44
3.4.1 Sistemas de informação e comunicação no armazém	45
3.4.2 Caracterização das decisões operacionais do operador logístico.....	45
3.5 Operações do armazém a temperatura controlada	46
3.5.1 Receção da mercadoria para stock	47
3.5.2 Conferência da Mercadoria	48
3.5.3 Validação da entrada em stock em WMS	50
3.5.4 Arrumação da mercadoria no armazém – <i>Put-away</i>	51
3.5.5 Pedidos de Mercadoria – <i>Order-Picking</i>	52
3.6 Configuração exata da situação atual	54
3.7 Potencialidades e sugestões de melhoria.....	56
4. Estudo dos Movimentos em Armazém de um Cliente	60
4.1 Rastreabilidade e movimentos	60
4.2 Estudo dos Movimentos de saída de um cliente.....	61
4.2.1 Rotatividade dos Produtos	62
4.2.2 Análise das datas de validade.....	64
4.4 Estudo para a minimização dos custos com a operação de <i>picking</i> e armazenagem	66
4.5 Definição dos Modelos Matemáticos	70
4.5.1 Modelo 1 – Um tipo de movimento	72
4.5.2 Modelo 2 – Dois tipos de movimento	75
5. Apresentação e Discussão de Resultados	79
6. Conclusão.....	85
Bibliografia.....	87
Anexo I – Modelo de Partilha de Informação para Planeamento e Seguimento da Atividade	91

Índice de Figuras

Figura 1. Metodologia da Dissertação Adaptado de Dubé & Paré (2003).....	2
Figura 2. Trilogia Tempo de Resposta, Custo e Qualidade do Serviço Fonte: Carvalho, J. & Encantado, L (2006).....	7
Figura 3. Variável Agilidade; Variável Leveza e Variável Capacidade de Resposta Fonte: Carvalho, J., et al (2017).....	8
Figura 4. GS1 Standards Fonte: GS1 (2022).....	12
Figura 5. Estrutura Codificação GTIN – 13 Adaptado de GS1 Portugal (2022).....	13
Figura 6. Elementos da Cadeia de Frio Fonte: Kumar & Davim (2020).....	20
Figura 7. Fluxo das operações básicas de armazém Adaptado de Rouwenhorst et al, (2000) & Carvalho, J. et al (2017).....	23
Figura 8. Representação dos fluxos no interior de um armazém: Fluxo Direcionado e Fluxo Quebrado (U) Adaptado de Carvalho, J., et al (2017).....	24
Figura 9. Sistema de armazenagem convencional com acesso direto à palete Fonte: Macalux (2022).....	28
Figura 10. Estantes móveis num armazém a temperatura controlada Fonte: Macalux (2022)	28
Figura 11. Os 5 princípios Lean aplicados ao setor dos serviços Adaptado de Asnan et al (2015).....	36
Figura 12. Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) Fonte: Kaizen Institute (2022).....	38
Figura 13. Os 5 S's Fonte: Kaizen Institute (2022).....	38
Figura 14. Plataformas STEF Portugal	42
Figura 15. Estrutura STEF PORTO.....	43
Figura 16. Potencialidades.....	56
Figura 17. Produtos vs Tipos de Movimento.....	64
Figura 18. N° de movimentos por mês dos produtos com movimentos PRES.....	67
Figura 19. N° caixas movimentadas por mês dos produtos com movimentos PRES	68
Figura 20. N° movimentos por mês dos produtos com movimentos PPIC	69
Figura 21. N° caixas movimentadas por mês dos produtos com movimentos PPIC.....	69

Índice de Tabelas

Tabela 1. Higiene e Segurança Alimentar nas Operações Logísticas Adaptado de APED (s.d) & EUR-LEX (2022).....	21
Tabela 2. Resumo dos Métodos de Picking Adaptado de Carvalho, J., et al (2017)	32
Tabela 3. Decisões operacionais adotadas no armazém.....	46
Tabela 4. Número de medições de temperatura consoante o número de paletes rececionadas Fonte: Manual do Operador (STEF, 2021)	49
Tabela 5. Problemas Identificados.....	55
Tabela 6. Sugestões de Melhoria	57
Tabela 7. Descrição dos movimentos PRES, PHOM e PPIC	60
Tabela 8. Número de Movimentos e de caixas no ano de 2021 do Cliente em estudo	62
Tabela 9. Produtos associados a cada cenário de tipos de movimento	63
Tabela 10. Análise das datas de validade por tipo de movimento	65
Tabela 11. Número de movimentos e de caixas do conjunto de Produtos i	72
Tabela 12. Custos associados a cada tipo de movimento (PRES, PHOM e PPIC).....	73
Tabela 13. Número de movimentos e de caixas do conjunto de Produtos i – Modelo 2	75
Tabela 14. Valores do Custo total e poupança por valor de alfa α considerado – Modelo 1.....	79
Tabela 15. Resultados cenário de 2021 – Alfa α de 0.5 - Modelo 1	80
Tabela 16. Valores do Custo total e poupança por valor de alfa α considerado com restrição nova – Modelo 1	80
Tabela 17. Cenário obtido para um valor de alfa de 0.3 – Modelo 1.....	81
Tabela 18. Cenário obtido para qualquer valor de alfa α – Modelo 2	81
Tabela 19. Novo cenário da configuração dos Produtos em armazém.....	82
Tabela 20. Valor de poupança mínimo face ao cenário inicial de 2021	83

Capítulo I

1. Introdução

Neste capítulo introdutório pretende-se efetuar o enquadramento da dissertação, a apresentação dos objetivos e o propósito, bem como a metodologia de investigação adotada para o seu desenvolvimento. Em suma, será também apresentada a estrutura do documento.

A presente dissertação enquadra-se no trabalho de conclusão do Mestrado em Logística do Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto - ISCAP em parceria com a Associação dos Institutos Superiores Politécnicos da Região Norte - APNOR, para a obtenção do grau de Mestre.

1.1 Objetivos e Propósito da Investigação

O objetivo principal desta dissertação é a identificação de dimensões onde residem as potencialidades de melhoria de eficiência associadas às operações logísticas em estudo, sendo estas nomeadamente, a receção de mercadoria, conferência, armazenamento - *put away* e *picking*, em contexto administrativo e operacional, na STEF Porto.

Por outro lado, tendo em consideração que as operações de *picking* e de armazenamento agregam a maior concentração dos custos anuais das operações em armazém, através de dados relativos a movimentos de saída de produtos em armazém, pretende-se efetuar um estudo de modo a avaliar a possibilidade de alteração da configuração em armazenagem e consequente saída em preparação de alguns produtos, tal como o seu impacto em termos de custos para o operador logístico.

Assim sendo, encontram-se associados os seguintes objetivos:

- ❖ Fundamentação teórica e revisão da literatura como base ao estudo a realizar;
- ❖ Caracterização das operações de armazém do operador logístico em estudo;
- ❖ Caracterização das decisões operacionais adotadas no armazém;
- ❖ Identificação e recolha de informação relativa a problemas com potencialidade de melhoria;
- ❖ Construção e aplicação de modelos matemáticos aos dados obtidos do software WMS - *Warehouse Management System*;
- ❖ Apresentação de sugestões e dos resultados obtidos com vista à melhoria das operações logísticas;

1.2 Metodologia

A metodologia adotada para a realização da presente dissertação encontra-se disposta na figura 1.

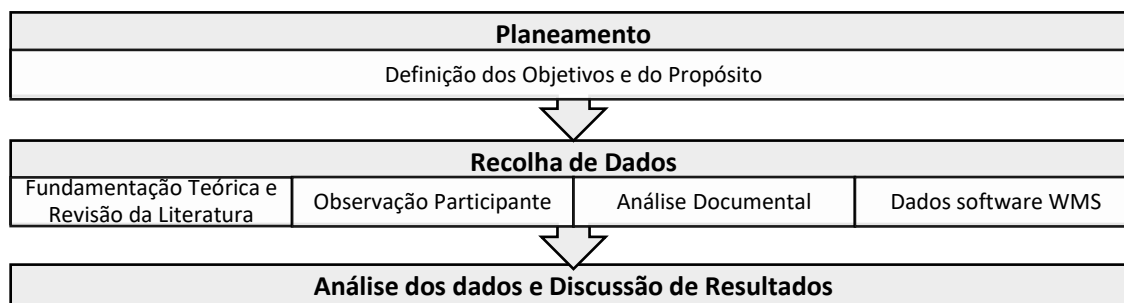


Figura 1. Metodologia da Dissertação | Adaptado de Dubé & Paré (2003)

A estratégia da investigação-ação adotada, segundo Dubé & Paré (2003), inclui três fases: o planeamento, a recolha de dados e a respetiva análise.

Relativamente à etapa da recolha de dados, a fundamentação teórica e revisão da literatura foi desenvolvida através da pesquisa de artigos científicos sobre os temas em análise, livros, sites de organizações oficiais, e também um levantamento das normas e regulamentos em matéria da Higiene e Segurança Alimentar. A observação participante foi assegurada em virtude do estágio profissional desenvolvido ao longo de nove meses no departamento de Logística da organização em estudo. A análise documental inclui manuais de boas práticas e de segurança alimentar desenvolvidos pela organização, assim como documentos inerentes às operações logísticas em análise.

Foram extraídos do software de gestão de armazéns utilizado pelo operador logístico, dados relativos aos movimentos de saída, durante o ano de 2021, de produtos armazenados em stock, de um dos clientes que usufrui dos serviços da STEF Porto. Estes dados encontram-se associados ao movimento de 228 referências de produto diferentes, em três tipos de movimentos definidos informaticamente e com concretização a nível operacional. As informações associadas a estes dados incluíam aspetos como a referência do produto, número da *Unit of Measurement* (UM) movimentada, lugar no armazém, data de entrada e do movimento de saída da mercadoria, quantidade movimentada em número de caixas, data de validade, o destinatário da mercadoria, entre outros.

Os dados extraídos permitiram a realização de uma análise dos movimentos e a construção dos modelos matemáticos. A metodologia inerente à construção dos modelos matemáticos teve por base o método de programação linear inteira mista – MILP, sendo que, para a obtenção dos resultados dos respetivos modelos procedeu-se à sua implementação em AMPL - *A Mathematical Programming Language* e a resolução foi possível com recurso ao solver Gurobi.

1.3 Estrutura da Dissertação

A dissertação encontra-se dividida em seis capítulos.

No primeiro capítulo são descritos os objetivos da dissertação, tal como o propósito da mesma. De seguida é apresentada a metodologia subjacente ao presente trabalho e a sua estrutura.

No segundo capítulo procede-se à realização da revisão da literatura e a fundamentação teórica necessária para compreender e enquadrar o estudo desenvolvido, incluindo os temas da Logística, Rastreabilidade, as Tecnologias de Informação e a sua integração nas Cadeias de Abastecimento, a Logística de Frio e as Cadeias de Abastecimento Alimentares, Higiene e Segurança Alimentar, Operações de armazéns a temperatura controlada, a Filosofia *Lean* e Metodologia *Kaizen*.

O terceiro capítulo diz respeito à Investigação-Ação, incluindo a apresentação da STEF, com uma descrição geral do contexto e funcionamento da empresa, com particular destaque no departamento de Logística alvo do estudo, da delegação do Porto. A caracterização das decisões operacionais

relativas às operações de armazém em análise, tal como as questões de Higiene e Segurança Alimentar são aspetos a analisar neste capítulo. Em suma, é apresentada uma configuração exata da situação atual das operações em estudo, a identificação das dimensões possíveis de melhoria e problemas, e as sugestões de melhoria definidas.

O quarto capítulo agrega a análise efetuada aos movimentos de saída de mercadoria específicos de um dos clientes que usufrui do serviço de armazenamento de stock. A análise recai em aspetos tais como a rotatividade dos produtos, datas de validade e o comportamento associado a cada um dos três tipos de movimentos em análise. Posteriormente, tendo em consideração a análise anteriormente feita, será realizado um estudo com vista à minimização dos custos do operador logístico com a operação de *picking* e armazenagem.

Em suma, o quinto capítulo inclui a apresentação e discussão dos resultados obtidos, e no sexto apresentam-se as principais conclusões da dissertação.

Capítulo II

2. Fundamentação Teórica

No presente capítulo, pretende-se efetuar uma fundamentação teórica com vista a clarificar e apresentar os conceitos mais importantes acerca dos temas subjacentes ao estudo e investigação, sendo estes nomeadamente, a Logística, as Tecnologias da Informação, a Logística de Frio, Cadeias de Abastecimento alimentar e a Higiene e Segurança Alimentar, Operações de Armazém, Filosofia *Lean* e por fim, a Metodologia *Kaizen*.

2.1 Logística às Cadeias de Abastecimento atuais

A Logística é uma vertente da gestão que se desenvolveu como uma área reconhecida nos negócios apenas nos últimos 40 anos. Acredita-se que este seu recente e lento reconhecimento se deve em parte ao facto de a área agregar um serviço multifacetado e amplamente intangível (Rushton et al, 2014).

Existem inúmeras definições para a área da logística, visto que as mesmas se alteram de acordo com a perspetiva e/ou áreas e instituições associadas que se está a ter em consideração.

De acordo com o Council of Supply Chain Management Professionals (2021), a Logística corresponde à parte da Cadeia de Abastecimento que é responsável pelo planeamento, a implementação e o controlo eficiente do fluxo de stock de bens e/ou serviços e informações, desde a sua origem até ao ponto de consumo, com o intuito de responder às necessidades/requisitos dos clientes.

Por sua vez, a gestão dos fluxos físicos e informacionais que ocorre, tem em vista dotar os produtos, os serviços e/ou as soluções oferecidas aos clientes, de características que possam gerar mais valor (Carvalho, J., et al 2017).

A Logística inclui também o *inbound* e *outbound* em termos de transporte, da gestão da frota, da armazenagem, materiais e manuseamento, de encomendas, inventários, desenho da rede logística, planeamento do abastecimento, da procura e a gestão dos prestadores de serviço. O *inbound* está associado à movimentação do fluxo de bens e/ou serviços e informações dos fornecedores para dentro da organização, enquanto que o *outbound* reflete a movimentação do fluxo de bens da organização para outra organização externa ou para os clientes finais (Waters, 2003).

Foi apenas nos anos setenta que se verificou um forte desenvolvimento nas tecnologias de informação, tendo este facto permitido uma maior ligação entre todos os intervenientes, nomeadamente entre fornecedores, empresa e clientes, e uma maior integração entre as diferentes atividades da empresa, tendo posteriormente contribuído para a implementação da Gestão Logística (Lewis & Talalayevsky, 1997 citado em Silva, 2014).

A perspetiva sistémica permitiu identificar a necessidade de incluir a logística nos planos estratégicos das organizações, em que, aliado à agregação de valor ao produto prestado pelas mesmas, passou também a destacar-se uma necessidade crescente de fornecer serviço ao cliente.

Este aspeto acabou por se revelar um fator chave para o desempenho das organizações, contribuindo para uma necessidade de reestruturação ao nível da contenção de custos e das atividades, de modo a incrementar as vantagens competitivas. Gestão de stocks e compras, a qualificação de fornecedores, as atividades de transporte e armazenagem, são alguns dos exemplos das atividades de foco para alcançar possíveis vantagens competitivas (Carvalho & Encantado, 2006).

Na Gestão Logística pretende-se obter a melhor conjugação possível da trilogia **tempo de resposta**, o **custo** e a **qualidade do serviço**, sendo que a dificuldade reside exatamente em garantir esta trilogia, visto que normalmente não é possível obter ganhos simultâneos nas três dimensões. Face a este cenário, as organizações necessitam de efetuar decisões de *trade-offs*, isto é, pequenas trocas e cedências entre as dimensões em causa, tentando atingir um equilíbrio.

Na figura 2 é possível verificar a trilogia implícita nas decisões logísticas das organizações.

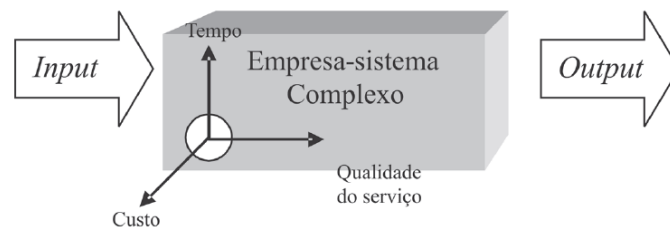


Figura 2. Trilogia Tempo de Resposta, Custo e Qualidade do Serviço | Fonte: Carvalho, J. & Encantado, L (2006)

A componente do tempo de resposta encontra-se diretamente relacionada com os clientes, visto que se prende à disponibilização do produto e/ou serviço no menor período de tempo possível. Por sua vez, no fator custo o foco cinge-se à componente financeira da organização, com o objetivo da minimização dos custos para a mesma. Por fim, a qualidade do serviço está relacionada com a organização, onde deve ser uma preocupação o controlo de recursos, as capacidades que a mesma tem para alcançar vantagens competitivas e consequentemente diferenciação no mercado e a fidelização de clientes.

Segundo Carvalho, J., et al (2017), surgem três variáveis resultado da conjugação da trilogia em análise, como é possível verificar na figura 3.

- ❖ Variável Agilidade (*Agility*): Resulta de uma conjugação favorável entre tempo de resposta e custo, o que permite que o sistema logístico, face a um estímulo externo, esteja preparado para reagir rapidamente e com eficiência;
- ❖ Variável Leveza (*Leanness*): Baseia-se numa boa conjugação entre custo e a qualidade do serviço, o que permite oferecer ao cliente um nível de serviço elevado, estando associado a um sistema eficiente e sem excedentes – *Lean*.
- ❖ Variável Capacidade de Resposta (*Responsiveness*): Consiste numa conjugação favorável do tempo e a qualidade do serviço, permite que o sistema logístico reaja rapidamente e com um elevado nível de serviço;

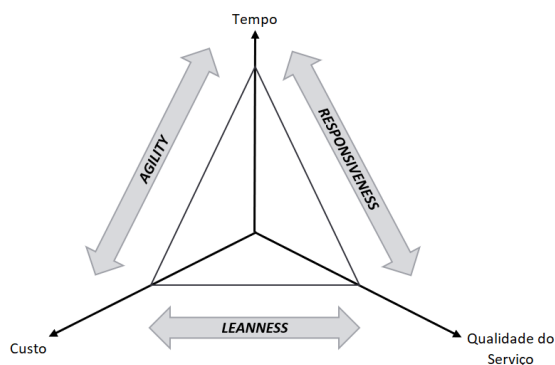


Figura 3. Variável Agilidade; Variável Leveza e Variável Capacidade de Resposta | Fonte: Carvalho, J., et al (2017)

Os benefícios da integração que se desenvolveu entre todos os intervenientes, devido ao desenvolvimento das tecnologias da informação, refletiram-se também na importância reconhecida à área logística e ao seu papel dentro das empresas. Este reconhecimento levou a que esta área se tornasse transversal a todos os níveis de planeamento de gestão, nomeadamente o operacional, tático e estratégico. Por sua vez, em termos estratégicos, segundo Waters (2003), a logística trata-se de um posicionamento de recursos relacionado com o tempo ou a gestão estratégica de toda a cadeia de abastecimento.

Uma cadeia de abastecimento consiste numa série de atividades e organizações pelas quais bens circulam desde os fornecedores iniciais até aos clientes finais. A sua existência prende-se com a necessidade de superar lacunas criadas quando os fornecedores se situam a uma distância considerável dos seus clientes, e conseqüentemente representando grandes desafios para a atuação em tempo útil, em termos de custos e para que seja possível proporcionar um nível de serviço elevado aos clientes (Waters, 2003).

Deste modo, a gestão estratégica de toda a cadeia de abastecimento deve recair na necessidade de a mesma ser cada vez mais competitiva, ao mesmo tempo que deve ser encarada e funcionar como um todo, de modo que seja possível criar mais valor para o consumidor e uma redução dos custos globais.

A logística permite às organizações que através da gestão de processos seja possível obter os produtos certos, no lugar certo, na hora certa, nas condições certas e ao custo certo (Rushton et al, 2014). O foco recai sobre o produto, os sistemas de informação utilizados ao longo da cadeia são bem definidos, e o objetivo é atingir uma elevada qualidade de serviço ao menor custo possível. (Diez, 2020)

De acordo com Waters (2003) & CSCMP (2021), a função logística inclui diversas atividades, nomeadamente:

- ❖ Aquisição ou compras – Gestão de Compras

- ❖ Planeamento do Abastecimento e Análise da Procura
- ❖ Transporte de entrada e Transporte de Saída
- ❖ Gestão de Transporte
- ❖ Gestão de Frota
- ❖ Receção
- ❖ *Cross-Docking*
- ❖ Gestão de armazéns
- ❖ Gestão e controlo de stocks
- ❖ *Picking*
- ❖ Gestão de Materiais e o seu manuseamento
- ❖ Gestão da Embalagem
- ❖ Gestão da distribuição física
- ❖ Previsão de Vendas
- ❖ Planeamento e Controlo da produção
- ❖ Gestão de encomendas
- ❖ Serviço ao Cliente
- ❖ Reciclagem, devoluções e a eliminação de resíduos - Logística Inversa
- ❖ Decisões de localização
- ❖ Gestão do fluxo de informação

Acrescendo a estas atividades supramencionadas, dependendo da organização e contexto, outras atividades e funções podem ser incluídas à área da logística. A forma como a área da Logística está definida em cada organização e contexto é bastante particular, o que acaba a refletir as inúmeras possibilidades existentes. No entanto, a tendência atual é que a mesma seja encarada como uma função integradora e coordenadora. De acordo com o CSCMP (2021), associado a este aspeto, a sua função tem em vista a melhoria das atividades da área e integrar a Logística com as outras funções das organizações, nomeadamente o marketing, vendas, a produção, a área financeira e as tecnologias de informação.

No estudo e investigação do presente trabalho, o foco irá recair nomeadamente no estudo das atividades logísticas de receção, conferência, armazenamento/acondicionamento e *picking*, associado à componente administrativa e operacional das mesmas.

Os dias de hoje têm-se caracterizado pela rapidez e o impacto significativo de mudanças a nível social, económico, tecnológico e ambiental, que associado também a um forte contexto de incerteza, cria a necessidade das empresas, agentes económicos e o próprio setor logístico, se adaptarem a essas mudanças para responder de forma eficiente na sua atuação. Desta forma pressupõe-se que a logística continue e evoluir para que possa acompanhar os novos modelos de negócio e de atuação que surjam.

Estas mudanças afetam necessariamente, e muitas vezes de forma direta, as Cadeias de Abastecimento, criando grandes desafios no que diz respeito à gestão de fluxos físicos, da transmissão da informação entre todos os elos da cadeia, com vista à procura da agilidade, da eficiência e a possibilidade de oferecer maior valor acrescentado ao consumidor.

Desde o final de 2019, que o mundo tem assistido a uma das maiores propagações virais na história da humanidade. O SARS-CoV-2, que origina a doença designada por COVID-19, foi identificado pela primeira vez em dezembro de 2019, na China, tendo, desde então, vindo a propagar-se por todo o mundo, causando milhões de mortes (DGS, 2021). A pandemia obrigou interrupção imediata, numa fase inicial, da mobilidade das pessoas, sistemas de transporte e de mercadorias.

A rotina das pessoas mudou radicalmente, o que se caracterizou essencialmente por um aumento da permanência em casa, resultado das restrições em termos de mobilidade. Por sua vez, a possibilidade de saída recaía para a satisfação das necessidades básicas ao frequentar superfícies comerciais e adquirir bens essenciais.

Numa fase inicial, e consequência da rapidez e imprevisibilidade com que a pandemia avançou, acabou por se verificar ruturas de stock de vários produtos nas superfícies comerciais, visto que a procura aumentou de forma desproporcional e sem estar de acordo com a capacidade de resposta existente num período pré-pandémico.

O crescimento significativo do comércio eletrónico foi um dos principais desafios do setor logístico em 2020, e se o recurso a este método de compra no pré-pandemia era associado a praticidade, no pós-pandemia é focado na necessidade.

O desenvolvimento das áreas da tecnologia da informação e o avanço dos padrões de digitalização nas cadeias de abastecimento foram o fator chave para os operadores se conseguirem adaptar às rápidas mudanças que surgiram com o novo contexto, e permitir assim oferecer uma resposta com resiliência aos consumidores. Por sua vez, os consumidores exigem rapidez, flexibilidade, rastreabilidade e uma gestão de devoluções e da logística inversa eficiente, sendo que, isto leva a que os operadores se sintam incentivados para aumentar continuamente a eficiência das operações e uma crescente otimização e automatização.

Assim sendo, é possível concluir que a transformação do setor da Logística está dependente de pilares fundamentais como a tecnologia e inovação, para deste modo garantir novas formas para desenvolver a cooperação entre os constituintes das Cadeias de Abastecimento, satisfazer as crescentes expectativas dos clientes e os novos desafios de segurança e higienização (Supply Chain Magazine, 2020).

Segundo a mesma fonte, a tecnologia e inovação continuam a ser os pilares fundamentais para a transformação do setor da Logística, com novas formas de capturar sinergias, e também de satisfazer as crescentes expectativas dos clientes e os novos desafios de segurança e higienização.

2.2 Rastreabilidade

O conceito de rastreabilidade é definido pela *International Organization for Standardization – ISO* (1994) como “a capacidade de rastrear a história, aplicação ou localização de uma entidade através de identificações gravadas.” (ISO (1994) citado em Olsen & Borit, 2013)

Moe (1998, citado em Olsen & Borit, 2013) acrescenta ainda que a rastreabilidade fornece a capacidade de acompanhar um conjunto de produtos (bens ou serviços), tal como o seu histórico por toda a parte da Cadeia de Abastecimento, complementando a definição do conceito presente na Lei Geral de Alimentos da UE (UE, 2002 citado em Olsen & Borit, 2013), “capacidade de rastrear e seguir um alimento, animal, produtor de alimentos ou substância destinada a ser, ou que se espera que seja incorporada a um alimento ou ração, através de todas as etapas de produção, processamento e distribuição”. Deste modo, pretende-se que a rastreabilidade e o histórico existente dos produtos seja utilizado com a finalidade de efetuar controlo de qualidade, com maior importância em questões de segurança alimentar.

A aplicação do conceito da rastreabilidade à área da logística assume uma grande importância e apresenta benefícios significativos, como o de possibilitar melhorias ao nível do planeamento, da gestão e do aumento da relação de cooperação existente entre os intervenientes de uma Cadeia de Abastecimento. Por outro lado, a aplicação deste conceito nas Cadeias de Abastecimento Alimentares possui como principais objetivos o fornecimento de informações concretas ao consumidor acerca do produto; garantir a qualidade do mesmo, que de acordo com o já anteriormente mencionado, funciona como um sistema de controlo de qualidade e por fim, permitir que em caso de alguma anomalia ou contaminação, justifique a retirada do produto do mercado.

Em suma, estando a rastreabilidade associada à codificação por código de barras, é também possível conhecer a localização exata em armazém de mercadoria/objetos/ativos, o que representa uma vantagem a nível operacional.

2.2.1 Codificação dos Códigos de Barras

Um código de barras consiste numa representação gráfica de dados, através de um conjunto de barras paralelas cujas diversas espessuras codificam determinados caracteres, podendo ser de carácter numérico ou alfanumérico. Este método de identificação automática é o mais utilizado em todo mundo, estando presente e aplicado nas diversas áreas de atividade.

A generalização que se verificou da aplicação desta tecnologia de identificação automática, deveu-se essencialmente a organizações que tiveram um papel de criar standards e garantir a sua utilização globalmente nas diversas áreas de atividade. Essas organizações incluem a UPCC - *Uniform Product Code Council*, organização dos Estados Unidos da América que codifica produtos através do sistema UPC- *Universal Product Code*, mais tarde dando origem à UCC – *Uniform Code Council*, e a organização na Europa que codifica produtos através do sistema da EAN - *European Article Numbering International*.

No ano de 2005 ocorreu a fusão do UCC e da EAN, tendo dado origem a uma nova organização, a GS1. Em Portugal, a CODIPOR – Associação Portuguesa de Identificação e Codificação de Produtos era a organização que representava o sistema EAN, no entanto, com a criação da GS1 a mesma passou a designar-se por GS1 Portugal CODIPOR.

O sistema GS1 é “um conjunto de standards globais para identificar, capturar e partilhar dados de negócio, isto é, informação sobre os ativos de uma cadeia de abastecimento, como produtos, serviços, pessoas, localizações, unidades logísticas e entre outros.” (GS1 Portugal, 2022)

É possível verificar os padrões definidos pelo sistema GS1 na figura 4.

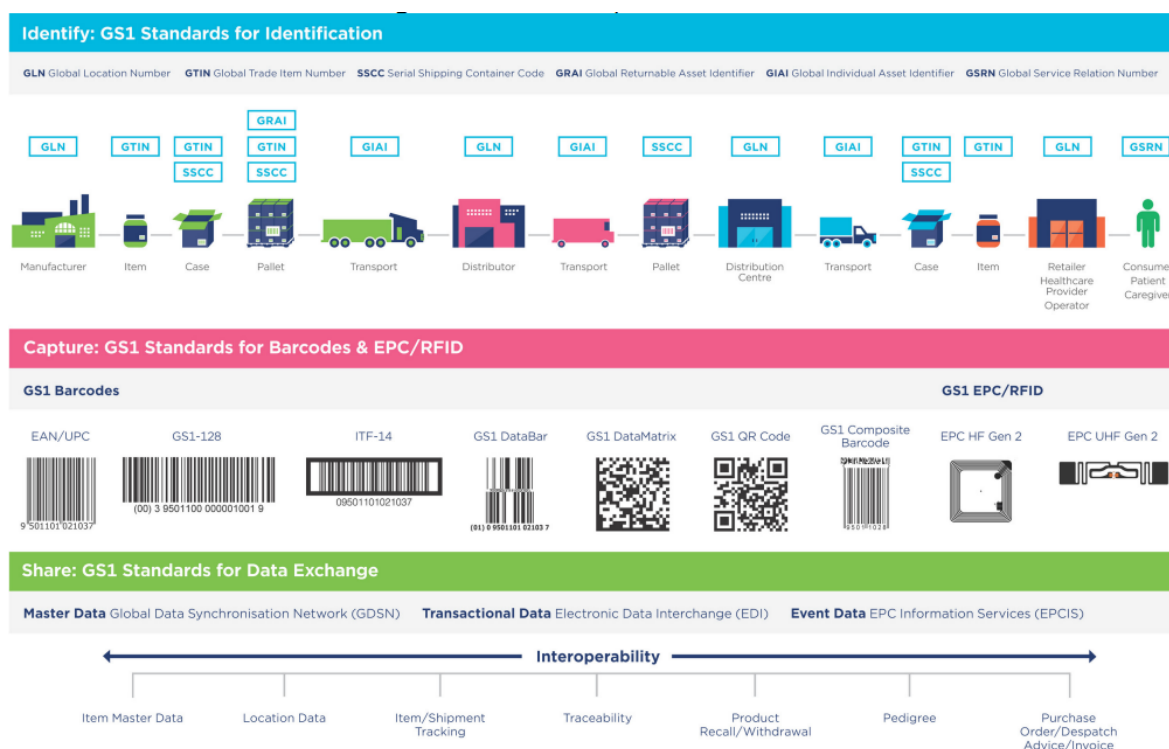


Figura 4. GS1 Standards | Fonte: GS1 (2022)

As chaves de identificação GS1 permitem às empresas aceder e partilhar informações de forma eficiente sobre produtos das Cadeias de Abastecimento que integram. Um exemplo de uma chave de identificação é o *Serial Shipping Container Code* – SSCC, composto por 18 dígitos, que é capaz de identificar de forma única uma unidade logística destinada a armazenamento ou transporte. As unidades logísticas mais comuns são nomeadamente a caixa, a paleta e o contentor.

2.2.2 EAN

Os exemplos de códigos de barras EAN mais utilizados são nomeadamente:

❖ EAN13

O código EAN -13 é uma codificação do Identificador-Chave GTIN -13, sendo utilizado para identificar unidades de consumo, concebidas para serem adquiridas pelo consumidor final exatamente desse modo.

A figura 5 apresenta a estrutura que um código GTIN -13 em Portugal possui. Os três caracteres Flag iniciais identificam o país de origem do produto, sendo que deste modo, Portugal é designado com o prefixo 560. Os quatro dígitos seguintes dizem respeito ao Código de Empresa Portuguesa – CEP. Os cinco dígitos seguintes correspondem ao código do produto em questão, e por fim, o último dígito corresponde ao dígito de controlo que tem como objetivo validar a consistência do código, aumentando assim a segurança e permitindo evitar adulterações.

Desta forma, o EAN-13 corresponde ao GTIN -13, mas sem possuir o dígito de controlo.

FLAG			CEP				Código de Produto Particular do Produtor					Dígito de Controlo
5	6	0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	C

Figura 5. Estrutura Codificação GTIN – 13 | Adaptado de GS1 Portugal (2022)

❖ EAN 14

O EAN-14 trata-se do código EAN -13 do produto, precedido de uma variante logística de um dígito, que difere consoante o nível de embalagem. O dígito utilizado situa-se no intervalo de 0 a 9, sendo este escolhido pelo fabricante de acordo com as suas necessidades.

❖ EAN 8

O código EAN-8, por sua vez, trata-se da versão reduzida do EAN -13 para pequenas unidades de consumo em que não há espaço suficiente para aplicação do EAN -13, nomeadamente medicamentos, cigarros, embalagens de pastilhas elásticas, entre outros.

❖ EAN-128

O EAN -128 trata-se de uma codificação que permite agregar e introduzir uma maior quantidade de informação e dados adicionais, nomeadamente datas de validade, lotes, descrição e códigos de produto, números de encomenda, quantidades, pesos, SSCC, entre outros.

Os operadores logísticos, através da prestação de serviços de logística e transporte, utilizam esta codificação nas etiquetas de expedição, visto que, desta forma é assegurada uma rastreabilidade bastante eficiente ao longo de toda a cadeia de valor.

2.3 Tecnologias da Informação e a sua Integração na Cadeia de Abastecimento

Atualmente, vive-se na “Era da Informação e do Digital”, resultado dos avanços tecnológicos decorrentes da terceira revolução industrial e da dinamização dos fluxos informacionais pelo mundo. A mesma já é considerada por muitos, sinónimo de uma era de excesso de informação, resultado do volume e da velocidade com que a mesma circula, bastante superior ao que é possível aplicar e

processar. No entanto, a especificidade mais notória e significativa recai na ampliação da capacidade de armazenamento, memorização de dados e informações dos sistemas, como também os avanços na capacidade de rastreabilidade.

Num mundo cada vez mais impactado pela globalização, o aumento do número de organizações, e a crescente competitividade e produtividade, desencadeia a necessidade das organizações se adaptarem e ajustarem de modo a garantir uma posição favorável e de referência no mercado, através do recurso das Tecnologias da Informação e Comunicação.

De acordo com Carvalho, J., et al (2017), a influência das Tecnologias da Informação - TI pode ser agrupada em três níveis distintos, no que respeita ao seu contributo para a estratégia das organizações. Ao nível económico, o uso das TI permite desenvolver a criação de produtos, criando impacto e possíveis alterações na economia de produção e nos mercados. No que respeita ao nível da empresa, as TI podem afetar as principais forças do ambiente competitivo, nomeadamente clientes, fornecedores, novos concorrentes, novos produtos/produtos substitutos e a rivalidade da indústria. Em suma, referente ao nível estratégico, o seu uso pode suportar a estratégia das organizações seja na liderança por diferenciação, pelo custo ou no foco de um determinado segmento de mercado.

Nos dias de hoje, as cadeias de abastecimento focam-se na necessidade de minimizar ou eliminar desperdícios. Para tal, é necessário que estejam articuladas entre si e que possuam informação em tempo real a garantir essa sustentação.

Os sistemas de informação permitem que a informação integre e circule ao longo da cadeia de abastecimento, sendo que, para que as organizações consigam obter as vantagens competitivas e desenvolver as estratégias de atuação que pretendem, estes sistemas devem ser capazes de dar resposta às suas necessidades e de garantir o suporte à decisão. Estes sistemas, alimentados de forma contínua, agregando um grande volume de dados de diversas origens, colocam as organizações em posição de necessidade de utilizar as TI para efetuar uma gestão, e transformar esses mesmos dados em informação necessária e em tempo útil.

De modo a garantir a interpretação e o tratamento dos dados eficientemente, desenvolveram-se tecnologias com impacto direto nas operações diárias das organizações, sendo alguns exemplos de tecnologias de informação e troca de dados o EDI - *Electronic Data Interchange*, RFID - *Radio Frequency Identification*, os Leitores de Códigos de Barras, e alguns sistemas de gestão de informação como o ERP - *Enterprise Resource Planning*, SCM - *Supply Chain Management* e o WMS - *Warehouse Management System*.

Estas tecnologias auxiliam os operadores logísticos e todos os integrantes da cadeia de abastecimento que façam uso das mesmas, a planear, organizar, dirigir e controlar os processos e a atividade, com possibilidade de efetuar monitorização de resultados e posterior comparação com

os objetivos pré-estabelecidos. Por outro lado, o aumento do controlo ao longo dos elos da Cadeia de Abastecimento é significativa, verificando-se uma comunicação mais eficaz, com menor perda de informação e com capacidade, por exemplo, de rastrear bens/ativos em tempo real. Todavia, é necessário ter em conta que a integração da tecnologia numa Cadeia de Abastecimento representa um investimento, por norma, bastante elevado, e que por esse motivo se trata de uma decisão difícil de efetuar, devendo ser bem ponderada tendo em conta as reais necessidades e a potencial expansão a obter.

A quarta revolução industrial caracteriza-se pela tendência à automatização total das fábricas, sendo que, segundo WEF (2022) esta também representa uma mudança fundamental na forma como vivemos e trabalhamos. Algumas tecnologias que caracterizam esta revolução são nomeadamente a biotecnologia, robótica, impressão 3D, Internet das coisas (IoT), inteligência artificial, blockchain e a realidade virtual e aumentada. A automatização verifica-se através de sistemas ciberfísicos e encontra-se associada às tecnologias mencionadas anteriormente. O princípio desta revolução é a possibilidade de as empresas criarem redes inteligentes, capazes de tomar decisões descentralizadas através da convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas.

Porém, o conceito de indústria e de sociedade 5.0 é uma realidade, sendo que este último foi apresentado pelo Conselho japonês de ciência e tecnologia e inovação já no ano de 2016 como *super smart society*. Autores esclarecem que a indústria 4.0 tem como foco a aplicação de tecnologias disruptivas enquanto que a indústria 5.0 está focada em permitir que a sociedade 5.0 se caracterize por aspetos qualitativos, do *lifestyle*, ambiente, cultura e desenvolvimento sustentável (Frederico, 2021).

Deste modo, para que o mundo se adeque às novas exigências e padrões da sociedade emergente, é expectável que ocorra uma aposta sustentável por parte dos países, governos e organizações no desenvolvimento de aspetos como a qualidade de vida, energias renováveis, *smart cities*, na economia circular e no desenvolvimento sustentável. Este aspeto confirma-se pelo meio de iniciativas emergentes através dos valores de sustentabilidade e compromisso social por parte das organizações incluindo e destacando as do setor logístico.

2.3.1 EDI – *Electronic Data Interchange*

A ferramenta de comunicação EDI - *Electronic Data Interchange* foi desenvolvida nos anos 70, e muito para além de agregar uma transferência eletrónica de dados, esta representa igualmente um método de relacionamento e de comunicação entre organizações. Este sistema facilita a troca eletrónica de informação, documentos, por via de computadores, que elimina em parte a necessidade do uso do papel, tendo sido este um dos principais objetivos numa fase inicial. Por sua vez, os dados são estruturados de modo a que a sua recolha seja efetuada de forma automática e corretamente, permitindo a sua execução sem ser necessário reintroduzir os dados manualmente e de forma sistemática.

A sua utilização encontra-se associada a transações repetitivas de dados entre organizações, clientes e fornecedores, como é o exemplo de encomendas, faturação, notificações de envio, aprovação de créditos, entre outras.

Tendo por base Carvalho & Encantado (2006), alguns dos benefícios com a utilização desta ferramenta são nomeadamente, a comunicação com mais rapidez, a minimização de erros, menos burocracia, aumento da fiabilidade e segurança, redução de custos associado à pouca intervenção humana e um aumento da produtividade e eficiência.

2.3.2 RFID - *Radio Frequency identification*

A origem da tecnologia RFID - *Radio Frequency Identification*, remonta à Segunda Guerra Mundial tendo-se iniciado pelos sistemas de deteção de objetos, nomeadamente através do sistema de RADAR- *Radio Detection and Ranging*. O sistema RADAR era usado para alertar da aproximação de aviões, porém, não era possível identificar se estes se tratavam de um avião aliado ou inimigo.

Os sistemas de identificação por radio frequência (RFID), tratam-se de uma tecnologia que se relaciona na totalidade com a codificação de produtos. Estes sistemas permitem identificar e localizar de forma automática, objetos, produtos, aparelhos, máquinas, paletes, pessoas, animais, entre outros exemplos, através da comunicação com os mesmos via ondas de rádio (Carvalho, J., et al, 2017).

Segundo o mesmo autor, os principais componentes deste sistema incluem uma etiqueta eletrónica, ou *microchip*, colocada no objeto, uma antena que comunica através da frequência de rádio com um recetor/transmissor, podendo o leitor ser fixo ou móvel. Deste modo, a frequência é transmitida via etiqueta eletrónica e permite que seja registada a passagem do objeto/produto pela sua zona de leitura. O leitor, por sua vez, converte as ondas de rádio transmitidas em informações digitais. Posteriormente, recorrendo a um *middleware*, este fará a interface entre as informações recolhidas e o sistema de gestão da organização, possibilitando a comunicação e a gestão de dados.

A presença e a aplicação desta tecnologia é uma realidade cada vez mais recorrente nas diversas áreas de atividade devido, essencialmente, ao elevado número de vantagens que a mesma apresenta. No que concerne à área da logística, esta tecnologia permite uma gestão mais eficiente da cadeia de abastecimento ao reduzir perdas de inventário, aumentando a rapidez nas operações e processos inerentes, e no fornecimento de informações mais precisas.

2.3.3 WMS - *Warehouse Management System*

O *Warehouse Management System* ou sistema de gestão de armazenagem é um sistema de apoio às operações logísticas operacionais e administrativas internas, através do rastreamento do fluxo de produtos. Este sistema é uma ferramenta essencial na gestão logística tendo em conta que o mesmo permite às organizações gerir os seus recursos e controlar as suas operações com eficiência, desde a receção da mercadoria até à sua expedição.

Normalmente, este sistema faz interface com o sistema principal utilizado pela organização, como pode ser o exemplo de um ERP - *Enterprise Resource Planning*, juntamente com sistemas de identificação por radiofrequência, dispositivos móveis, leitores de códigos de barras, impressoras de códigos de barras e dispositivos de etiquetagem (Rushton et al, 2014).

Segundo o mesmo autor, em organizações que contêm produtos alimentares, sendo o caso da organização em estudo, a utilização deste sistema de gestão assume elevada importância visto que permite efetuar o controlo das datas de validade.

A implementação de um WMS tem como finalidade a otimização das operações, possibilitando obter uma elevada performance logística e uma qualidade de serviço superior, com maior rapidez, a custos mais reduzidos, no entanto, torna-se possível de assegurar com maior certeza quando se trata de um sistema de gestão de armazém automatizado.

Nos sistemas de gestão manual, pela dependência que existe do *input* manual de dados em sistema, ou a leitura de códigos de barras, inevitavelmente não só há uma maior propensão para a existência de erro humano, como também a possível utilização de informação desatualizada.

Deste modo, apenas a obtenção de dados automaticamente e em tempo real garantem que o sistema é capaz de fornecer informações e dados precisos acerca das operações logísticas e do fluxo de produtos em armazém.

2.3.4 Leitores de Códigos de Barras por Radiofrequência

Os leitores por via de radiofrequência tratam-se de terminais, usualmente sem fios, que têm como finalidade a leitura de códigos de barras, ou de outros tipos de etiquetas, tais como as RFID ou as QR. Estes aparelhos são utilizados dentro dos armazéns e garantem a conexão das tarefas que se executam pelo operador, ao sistema de gestão de armazém, WMS ou outro software de armazém utilizado pela organização.

Estes leitores, também conhecidos como leitores/terminais de *picking*, através de ondas de radiofrequência, efetuam as trocas de informações essenciais para que as operações necessárias ao funcionamento de um armazém sejam efetuadas com maior eficiência.

Para que seja possível a utilização destes dispositivos, e obter a finalidade que se pretende com os mesmos, é imperativo que o terminal, não só esteja conectado ao sistema de gestão do armazém da organização, como também que toda a mercadoria no armazém esteja devidamente etiquetada/codificada.

A utilização destes leitores, traduz-se em benefícios significativos em termos de performance logística, nomeadamente, agilizar operações, levando a um aumento da produtividade, a diminuição

de erros e um aumento da exatidão, rastreabilidade em tempo real e a redução do *lead time* e custos.

Diversas operações logísticas podem ser auxiliadas, e conseqüentemente otimizadas com recurso a estes dispositivos. No próximo capítulo, tendo por base a investigação-ação do operador logístico em questão, será descrito com maior detalhe de que forma é que os leitores apoiam cada operação realizada.

2.4 Logística de Frio /Cadeia de Frio

A iniciativa mundial de proceder à vacinação em massa, de modo a combater a pandemia COVID-19, veio contribuir para o desenvolvimento do conceito da logística de frio e toda a operacionalização associada. A complexidade desta ação verifica-se em garantir os cuidados que são exigidos, essencialmente durante o transporte e o armazenamento das vacinas.

No entanto, esta complexidade encontrada no que respeita ao transporte e armazenamento, não difere quando o foco recai em produtos perecíveis que necessitam de recorrer à tecnologia de frio para que cheguem até ao seu ponto de consumo nas condições ideais de conservação.

Ao longo da cadeia de frio, aspetos como o tempo de resposta e uma coordenação não eficaz que não cumpra os requisitos necessários à manutenção da cadeia, podem colocar em causa a qualidade da mercadoria e possibilitar que esta se danifique. Existem várias perspetivas acerca do que a cadeia de frio efetivamente representa. Segundo Kumar & Davim, (2020), a própria cadeia de frio é uma ciência, visto que requer a compreensão de processos químicos e biológicos. Contudo, muitas vezes a mesma é apelidada de tecnologia, por requerer conhecimento dessas técnicas de modo a garantir as condições de temperatura necessárias à cadeia de abastecimento.

Por outro lado, pela mesma incluir diversas tarefas a serem realizadas, como preparação, armazenamento, o transporte e a monitorização dos produtos que são sensíveis à temperatura, esta pode ser considerada um processo (Brison & LeTallec 2017, citado em Kumar & Davim 2020).

De uma perspetiva geográfica, a cadeia de frio inclui aspetos a nível global, regional e local.

A nível global a cadeia de frio permite a distribuição de produtos farmacêuticos, biológicos e vacinas de uma única grande instalação para o mercado aberto em todo o mundo, respeitando a sensibilidade desta mercadoria à temperatura. Por sua vez, a nível regional pode envolver o fornecimento de serviços de armazenamento refrigerado ou laboratórios em que ocorre troca de componentes relacionados com produtos com sensibilidade a temperatura. Por fim, a nível local, incluem-se mercearias, restaurantes, consumidores finais de produtos perecíveis a que chegam os produtos quando a distribuição é realizada em tempo oportuno e com sucesso (Kumar & Davim 2020).

Por sua vez, Pereira et al (2010), refere que a cadeia do frio inclui todo o processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos, tendo como

foco o controlo e a manutenção das baixas temperaturas adequadas a cada bem. Sendo que, qualquer falha que ocorra nesta cadeia pode comprometer a qualidade dos produtos.

2.4.1 Cadeia de Frio e as Cadeias de Abastecimento Alimentares

Cadeias de Abastecimento de diferentes setores de atividades possuem características e desafios próprios, não obstante que grande parte se depara com o mesmo tipo de problemas, desafios e preocupações.

A logística de perecíveis é considerada uma das mais desafiantes do mercado, não só devido às particularidades e exigências inerentes à cadeia de frio, mas também a segurança alimentar que é necessária (Rangel Logistics Solutions, 2020), por conseguinte, garantir a sustentabilidade das cadeias de abastecimento alimentares trata-se de uma questão cada vez mais pertinente por parte dos consumidores, legisladores, produtores e fornecedores de alimentos.

O sistema alimentar, desde a segunda metade do século XIX, tem sido fortemente afetado devido ao fenómeno da globalização. Graças a este fenómeno, a distância relativa entre diferentes regiões do mundo tornou-se cada vez menor, no entanto, o verdadeiro desafio recai na capacidade de resposta efetiva, visto que, essa mesma distância pode prejudicar as operações de transporte envolvidas (Kumar & Davim, 2020).

As diversas tarefas relacionadas com a função logística, e anteriormente mencionadas, quando associadas à manipulação de produtos alimentares, quer sejam congelados ou refrigerados, requerem o máximo de controlo relativamente às temperaturas que apresentam até chegarem ao destinatário final ou consumidor. Esse controlo não deve ser negligenciado em nenhuma das etapas referidas visto que, o objetivo é a conservação dos produtos alimentares com as suas características iniciais. Para isso, é necessário que a cadeia de frio não seja quebrada e que não se verifiquem oscilações significativas de temperatura entre as mesmas.

2.4.1.1 Elementos da Cadeia de Frio

A tecnologia da cadeia de frio é um sistema da gestão da cadeia de abastecimento com temperatura controlada, sendo que, é possível observar na figura 6 a interação existente entre a tecnologia do processo de manter a refrigeração do produto durante toda a sua transação, isto é, desde o seu ponto de fabrico até ao ponto de consumo. Esta estreita interação representa os elementos da cadeia de frio (Kumar & Davim, 2020).

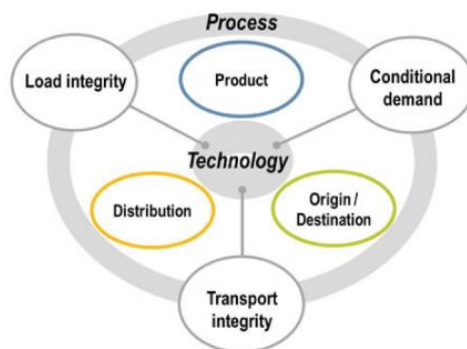


Figura 6. Elementos da Cadeia de Frio | Fonte: Kumar & Davim (2020)

Assim sendo, por forma a garantir a segurança alimentar desde o produtor dos bens até ao consumidor final, há um conjunto de mecanismos capazes de efetuar esse controlo e integridade, ao mesmo tempo que existem normas e regulamentos pelos quais os intervenientes na cadeia se devem regular e cumprir impreterivelmente. Através do recurso da rastreabilidade, aplicado a mecanismos de controlo de temperatura em armazéns e nos veículos que asseguram o transporte dos produtos/bens, com um sinal de alerta é possível detetar falhas existentes com exatidão na sua origem, e agir em conformidade.

2.4.2 Higiene e Segurança Alimentar

Um conjunto de entidades internacionais e nacionais cooperaram entre si, de modo a garantir que a legislação e regulamentação existente acerca da segurança alimentar é cumprida, e que a saúde e o bem-estar são asseguradas a toda a gente, em qualquer lugar do mundo.

Em Portugal, a Autoridade de Segurança Alimentar e Económica - ASAE é a responsável por assegurar a execução e garantir o cumprimento do controlo das regras gerais de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios definidas no **Regulamento (CE) nº 852/2004**, e das regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal presentes no **Regulamento (CE) nº 853/2004**. Conforme o **Decreto-Lei nº 223/2008**, esta autoridade é igualmente responsável por fiscalizar toda a cadeia alimentar desde a produção primária, indústria e retalho, incluindo o *e-commerce* (ASAE, 2022).

No que respeita a entidades internacionais, a Agência Europeia para a Segurança dos Alimentos – EFSA, é na União Europeia o organismo essencial na área da segurança alimentar, que produz e disponibiliza pareceres científicos, comunicando os riscos existentes e/ou emergentes associados à cadeia alimentar. Deste modo, a EFSA, por meio do *Advisory Forum*, coopera diretamente com as autoridades de segurança alimentar de cada um dos 28 Estados-Membros da EU, Portugal incluído, por meio da ASAE.

O conceito de segurança alimentar engloba a produção, transformação, armazenamento, distribuição e o fornecimento de alimentos que não prejudiquem a saúde dos consumidores.

Atendendo a que todos os intervenientes das cadeias de abastecimento alimentar têm a responsabilidade de assegurar que os alimentos que irão disponibilizar ao consumidor final, se encontram em condições seguras e que estão adequados ao consumo, há a necessidade de conhecerem toda a legislação aplicável e a sua posterior aplicação e cumprimento, com rigor.

O sistema HACCP - *Hazard Analysis Critical Control Point* (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo) trata-se de um sistema preventivo, aplicável a qualquer fase da cadeia alimentar, para controlo dos perigos potenciais nos alimentos que têm impacto no consumo, estabelecendo medidas para o seu controlo nas fases de produção que são críticas, de modo a permitir a segurança dos alimentos. Este sistema por sua vez serve de base para as normas existentes acerca de aspetos de higiene e segurança alimentar (ASAE, 2022).

Algumas das medidas de controlo que funcionam como pré-requisitos para a aplicação de um sistema HACCP incluem: instalações; equipamentos, utensílios e superfícies para contacto com os alimentos; receção e armazenamento; embalagem; transporte; gestão de resíduos; controlo de pragas; higienização; qualidade da água; manutenção da cadeia de frio; saúde e higiene de colaboradores; rastreabilidade e formação.

As principais normas que contribuem para a garantia e cumprimento da segurança alimentar são nomeadamente a ISO 22000, a certificação FSSC 22000 – Food Safety System, a BRC- Storage and Distribution (S&D), SQF - *Safe Food Quality* e a IFS Logistic.

Qualquer operação logística que envolva a receção, manuseamento, armazenamento, expedição e transporte de produtos alimentares, deve cumprir com as normas de higiene e segurança de acordo com a legislação vigente. Na tabela 1, é possível verificar os princípios e os procedimentos a efetuar em cada uma das operações/atividades logísticas, tendo por base as normas relacionadas com o tema.

Tabela 1. Higiene e Segurança Alimentar nas Operações Logísticas | Adaptado de APED (s.d) & EUR-LEX (2022)

Operação / Atividade	Requisitos	Regulamento
Geral	<ul style="list-style-type: none"> -Elaboração e implementação de Códigos de boas práticas de Higiene e Segurança Alimentar; -Implementação dos princípios HACCP; -Devem ser implementados Planos de Higienização que assegurem permanentemente a manutenção de níveis adequados de higiene e que minimizem o risco de contaminação; -Realização de auditorias das operações e inspeções; -Utilização dos EPI's necessários e adequados à realização do trabalho; 	Regulamento (CE) n.o 852/2004
Formação	<ul style="list-style-type: none"> -Os responsáveis devem fornecer/providenciar informações como: Instrução de Trabalho, Manuais de Boas Práticas e HACCP e formação para os colaboradores que manuseiam os géneros alimentícios; 	

	-Receber formação sobre as regras básicas de higiene e segurança alimentar e ser supervisionados durante o período de trabalho;	Regulamento (CE) n.o 854/2004
Receção e Conferência de mercadoria	-Controlo da temperatura da viatura; -Verificação do estado higiosanitário do interior da viatura; -Acondicionamento da mercadoria: Verificar a possível existência de outros produtos/substâncias que possam contaminar a mercadoria; - Controlo do Produto: <ul style="list-style-type: none"> o Medição da temperatura; o Verificação do estado geral da embalagem e paletização; o Verificação da rotulagem; -Aprovação ou rejeição da mercadoria; -Devolução ao fornecedor ou destruição da mercadoria rejeitada; -Arquivo dos documentos de acompanhamento da mercadoria e registos;	Regulamento (CE) N.º 1662/2006
Acondicionamento / Armazenamento	-Arrumação da mercadoria aprovada à receção no local e condições de armazenamento adequado no que diz respeito à temperatura necessária para garantir a conservação e preservação da mercadoria durante a sua estadia em armazém; -Permitir que a arrumação da mercadoria possibilita a saída segundo os princípios FEFO (primeiro a expirar, primeiro a sair) e FIFO (primeiro a entrar, primeiro a sair); -O local deve cumprir as normas de higiene necessárias, não podendo conter na proximidade produtos capazes de provocar qualquer tipo de contaminação. -Monitorização da temperatura;	
Preparação de Pedidos / Picking	-Higienização dos equipamentos e utensílios de trabalho;	
Expedição	-Saída dos produtos de acordo com os princípios FEFO e FIFO; -Avaliação da integridade da embalagem; -Controlo das condições de expedição do produto;	

2.4.3 Armazéns a Temperatura Controlada

Um armazém trata-se de um elemento da rede logística onde a mercadoria é armazenada temporariamente ou então de onde será posteriormente transferida para outro local na rede.

A mercadoria a ser armazenada pode se tratar de matéria prima, produtos acabados ou produtos semiacabados, a ser armazenados temporariamente ou a título semi-temporário, nesse lugar.

Enquanto parte integrante do sistema logístico, garante o meio de ligação entre o ponto de origem e o ponto de consumo, sendo que o mesmo deve também funcionar como ponto avançado/centralizado de stock, onde pode ser possível garantir funções de separação, rotulagem, embalagem, entre outras.

Os armazéns podem caracterizar-se de acordo com a sua função, os artigos que armazenam, o regime de propriedade, as técnicas utilizadas e o tipo de clientes.

Nesta dissertação, o armazém do operador logístico que servirá como mote, caracteriza-se pelas técnicas que utiliza, nomeadamente por estar dotado de equipamentos que permitem manter uma atmosfera de temperatura (frio positivo - refrigerado e negativo - congelado) – tratando-se de um armazém a temperatura controlada.

Como anteriormente mencionado, a exigência que se prende à cadeia de abastecimento alimentar leva a que todos os elos integrantes da cadeia de abastecimento, incluindo os operadores logísticos, colaborem em conjunto de modo a encontrar continuamente novos métodos e tecnologias emergentes que permitam garantir a conformidade da Cadeia de Frio, visto que se trata do seu maior e principal desafio.

2.5 Operações de Armazéns a Temperatura Controlada

De acordo com Rouwenhorst et al (2000), as principais operações de armazém podem organizar-se em quatro grupos de tarefas, tais como, a receção, a arrumação, o *picking* e a expedição.

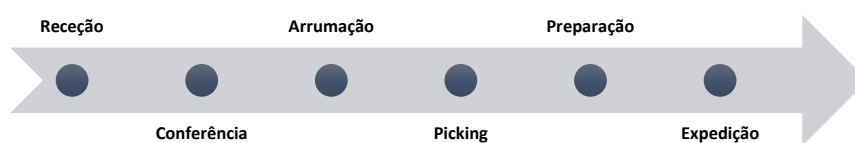


Figura 7. Fluxo das operações básicas de armazém | Adaptado de Rouwenhorst et al, (2000) & Carvalho, J. et al (2017)

A receção e a arrumação referem-se ao fluxo de entrada – *inbound* de mercadoria em armazém, que será rececionada, conferida e posteriormente armazenada. Por sua vez, o *picking*, a preparação e a expedição, são operações de fluxo de saída – *outbound*, isto é, o meio através do qual as organizações estabelecem contacto direto com o mercado e os consumidores.

Um vasto número de decisões e estratégias estão implícitas ao funcionamento de um armazém, e consequentemente refletem o a forma com que as operações se vão realizar e organizar. É fundamental que as operações realizadas sejam capazes de responder de forma eficiente à variação de procura, com uma capacidade de resposta ágil face às exigências do mercado e cumprindo os prazos definidos pelos clientes.

Na presente dissertação, o destaque será direcionado às decisões operacionais referentes a estratégias de receção, de armazenamento e os métodos de *picking* que o operador logístico a temperatura controlada em estudo, adota.

Layout de Armazém

A escolha do tipo de *layout* mais adequado a adotar num armazém deve ter em consideração diversos fatores, nomeadamente, o espaço disponível, o orçamento, características dos produtos e dos equipamentos a utilizar, as estratégias operacionais aplicadas e os requisitos específicos da cadeia de abastecimento na qual se insere.

Sucintamente, o *layout* corresponde à forma como as áreas e atividades de um armazém funcionam e se organizam. A importância deste tema encontra-se associado a questões como a otimização de espaço e dos recursos, a agilidade de movimentação, minimização da distância total percorrida pelos colaboradores, e a produtividade das operações (Rangel Logistics Solutions, 2022).

As tipologias de *layout* diferem consoante os critérios, no entanto, geralmente os *layouts* adotados são de acordo com o fluxo de materiais, ou seja, o percurso que os produtos fazem dentro do armazém, é o que irá compor o layout. De acordo com Carvalho, J., et al (2017), existem dois tipos de fluxos dos produtos, o direcionado e o quebrado ou em U. O primeiro verifica-se quando a zona de armazenagem se localiza entre a zona de receção e de expedição, e quando a zona de receção está no extremo oposto da zona de expedição. No que respeita ao fluxo quebrado ou em U, a zona de receção e de expedição situam-se na mesma zona (ver figura 8).

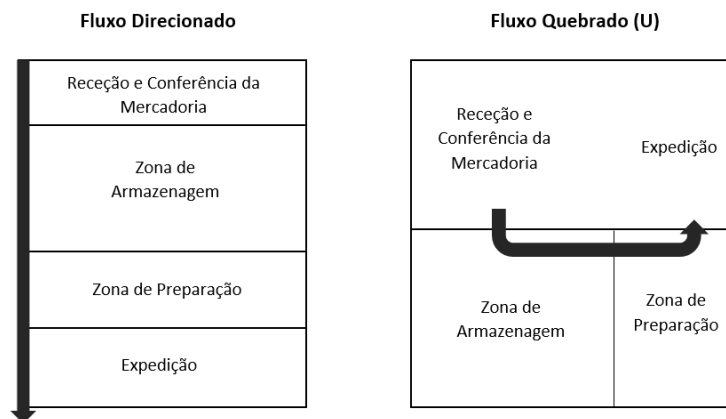


Figura 8. Representação dos fluxos no interior de um armazém: Fluxo Direcionado e Fluxo Quebrado (U) | Adaptado de Carvalho, J., et al (2017)

Ambos os modelos de *layout* mencionados apresentam vantagens e desvantagens associadas, não existindo, desta forma um consenso na seleção de qual o mais vantajoso relativamente ao outro. O que difere quanto ao desempenho que se verifica no armazém é que, com o fluxo direcionado irá verificar-se uma redução de congestionamento, uma vez que a zona de receção de mercadoria e da expedição se encontram em zonas distintas. Relativamente ao fluxo quebrado ou em U, verifica-se uma redução das distâncias médias percorridas nas operações de *order-picking* (Carvalho, J., et al, 2017).

Receção e conferência da mercadoria

A atividade de receção trata-se da primeira operação a realizar com a chegada de produtos acabados, bens ou matérias-primas a um armazém. Esta mercadoria, consoante a tipologia de armazém que se trata, a sua finalidade, entre outros aspetos anteriormente mencionados, pode ser rececionada através de um fornecedor externo e/ou de um transporte interno.

Por se tratar de uma operação inicial, e assim com implicações nas operações subsequentes, é fundamental que exista com antecedência um pré-aviso da chegada dessa mercadoria ao armazém, sendo relativamente comum que sejam definidas janelas horárias de 30 minutos entre descargas. Desta forma, irá permitir planear a receção e descarga, assim como coordenar de forma eficiente as outras operações a desenvolver (Bartholdi & Hackman, 2014).

Esta operação envolve o descarregamento físico da mercadoria do veículo que efetuou a entrega, e a respetiva conferência da mercadoria face aos pedidos de compra efetuados, às guias de transporte ou documentação referente ao armazenamento da mercadoria em armazém. Deste modo, é nesta atividade que se verificam as possíveis discrepâncias face ao que é esperado rececionar, e se efetua o controlo de qualidade de modo a analisar possíveis incidências no estado da mercadoria, por exemplo paletes partidas, caixas danificadas, etc. As discrepâncias podem ser referentes às referências recebidas, à quantidade, lotes, datas de validade, devendo deste modo ter em conta todos estes aspetos na conferência.

Como referido anteriormente no ponto 2.4.2, de modo a cumprir com a legislação e regulamentação vigente relativa à segurança alimentar, os operadores logísticos que atuam a temperatura controlada, devem efetuar medições de temperatura à mercadoria assim que a mesma é rececionada e solicitar o *ticket* de temperatura da viatura que efetuou a viagem até ao armazém.

Caso se verifique no momento de receção a recusa de mercadoria por danos, ou pela identificação de algum problema associado à temperatura do veículo da viagem e/ou do produto, é necessário que se coloque a mercadoria num local indicado para o efeito e o cliente seja informado para que posteriormente se tomem medidas.

Estas operações assumem uma componente administrativa e uma componente operacional que se complementam. A forma como se organizam, e são efetuadas as tarefas inerentes às componentes mencionadas diferem de acordo com o contexto da organização, as decisões operacionais realizadas, o cliente, entre outros.

De modo a que a mercadoria possa ser armazenada, permitindo garantir simultaneamente a sua rastreabilidade dentro do armazém, e posteriormente possibilitar a sua correta expedição, é necessário que a mesma seja devidamente identificada. A mercadoria é identificada por meio de etiquetas que são coladas na sua superfície, que por sua vez possuem um código de barras, permitindo deste modo que a carga seja reconhecida e identificada pelo sistema de gestão de armazéns (WMS), utilizado pela organização.

Finda a receção e a conferência, a mercadoria pode ser diretamente reencaminhada para a zona de expedição sem existir necessidade de armazenamento, isto é, operação de *cross-docking*, ou então, para a localização onde esta ficará armazenada no armazém – *put-away*.

De acordo com Bartholdi & Hackman (2014), estas atividades representam cerca de 10% dos custos operacionais de um centro logístico, sendo que, se acredita que com a utilização da tecnologia RFID possam ser ainda mais reduzidos.

Manipulação de Mercadoria

No seguimento da operação de receção, é possível que exista a necessidade de efetuar manipulação da mercadoria que está a entrar em armazém. Separação de produtos por lotes, retirar caixas danificadas, desembalar, embalar, e alterar a estiva de uma palete, são alguns dos exemplos de atividades que se encontram contemplados na manipulação.

Relacionado com o controlo de qualidade, pode ser crucial que, após a receção da mercadoria, se retire por exemplo, uma caixa por palete, uma caixa por cada lote ou outro, conforme indicações de cliente, fornecedor ou departamento de qualidade.

Em suma, a operação de manipulação pode ocorrer a qualquer momento que haja necessidade para tal, não sendo obrigatória. Esta operação ocorre com alguma frequência de modo a satisfazer as necessidades e exigências do destinatário final, sendo necessário alterar estivagens e/ou suportes, para que assim posteriormente seja expedida a mercadoria nas condições certas, evitando que a mesma seja devolvida.

Arrumação - *Put-Away*

O local onde a mercadoria será arrumada e armazenada em armazém é habitualmente distante do sítio onde foi efetuada a receção e conferência da mesma, o que pressupõe que haja alguns aspetos definidos a fim de facilitar este processo.

A arrumação consiste na verificação do lugar onde a mercadoria será colocada, na sua deslocação e na colocação física no local de armazenamento definido para o efeito. Dependendo da estratégia de armazenamento adotada pela organização, poderá existir um local predefinido para a referência do produto recebido, ou estar sujeito à disponibilidade de lugares vazios no momento da necessidade de arrumação.

Os aspetos a ter em conta para a predefinição do lugar, ou a ter em consideração no momento da decisão quando esta definição não existe, devem centrar-se no objetivo da eficiência, isto é, uma gestão de lugares de armazenamento que garanta tempo de operação e custos o mais reduzidos possível. Por sua vez, a disponibilidade dos lugares, o seu tamanho e limite de peso que é capaz de suportar, são alguns exemplos de informações que se revelam igualmente importantes a nível operacional e estratégico.

De modo a que rastreabilidade seja assegurada durante toda a permanência da mercadoria em armazém, é fundamental que se efetue um scan/registo do local onde a mesma foi armazenada.

Essa informação, ficará disponível em tempo real em WMS, e posteriormente será indispensável para a preparação de pedidos de clientes e expedição da mercadoria.

Esta operação representa cerca de 20% das despesas operacionais de um centro logístico, de acordo com Bartholdi & Hackman (2014).

Decisões Operacionais de Armazenamento

O método e estratégia de armazenamento implementado numa organização deve ser adequado e ajustado aos objetivos que possui, e à realidade operacional presente na mesma. Alguns exemplos de fatores a ter em consideração no planeamento destas decisões são:

- ❖ Elevada produtividade, a velocidade e o rigor das operações de *put-away* e *picking*;
- ❖ Utilização otimizada do espaço e das localizações de armazenamento, acessibilidade aos corredores e às paletes;
- ❖ Menor custo total da operação;
- ❖ Segurança dos colaboradores da organização;
- ❖ Facilitar na rastreabilidade e diminuir a probabilidade de perdas no inventário;

O grau de automatização que se encontra num armazém está diretamente relacionado com o sistema de armazenamento que tem instalado. Deste modo, de acordo com Carvalho, J., et al (2017), tendo em consideração este critério, os armazéns podem classificar-se como armazéns manuais ou armazéns automáticos. No entanto, é de ressaltar que é frequente encontrar instalações onde existe uma combinação de diferentes critérios e soluções de armazenagem, diferindo, por exemplo, para cada tipo de produto a armazenar.

No que respeita ao armazenamento de paletes, os métodos de armazenagem manuais incluem o armazenamento no chão (empilhamento), *Rack* convencional, *Drive-in* e *Drive-through*, *Flow Rack*, e *Rack Cantilever*, enquanto que associado a sistemas automáticos incluem-se as estruturas autoportantes, armazéns verticais automáticos, carrosséis verticais e horizontais, e sistemas de *pallet shuttle* automático (Macalux, 2022).

O acesso direto oferece grande agilidade no momento de gerir cada uma das paletes que se encontram em armazém, sendo que apenas as estantes convencionais estão aptas para se ter acesso direto a cada uma das paletes armazenadas (ver figura 9). Por sua vez, estas estantes convencionais podem ser estáticas, ou móveis quando colocadas em bases motorizadas.

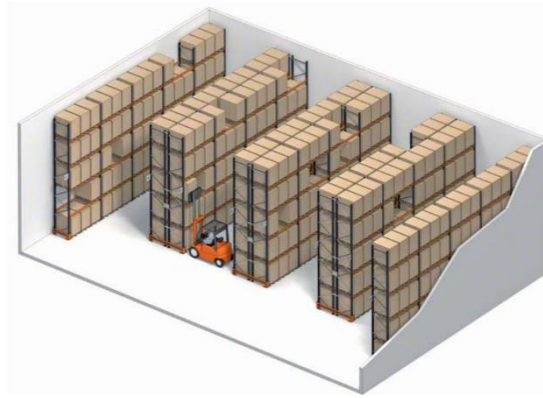


Figura 9. Sistema de armazenamento convencional com acesso direto à paleta | Fonte: Macalux (2022)

No que concerne às estantes convencionais estáticas, estas encontram-se dispostas em ambos os lados dos corredores de operação, e por isso, um corredor proporciona serviço a duas estantes. A largura definida para cada corredor deve ser a adequada para que os empilhadores ou equipamentos de movimentação se possam movimentar sem constrangimentos.

Por sua vez, as estantes móveis facilitam a compactação do espaço e podem funcionar através de um método manual pelo acionamento de um botão colocado no terminal das estantes, ou mediante um sistema de comando à distância. Este sistema de armazenagem é frequente em armazéns (ver figura 9), visto que, de acordo com a Macalux (2022), através desta modalidade é possível conseguir um aumento na capacidade de armazenamento entre 80% e 120% comparativamente às estantes convencionais estáticas.



Figura 10. Estantes móveis num armazém a temperatura controlada | Fonte: Macalux (2022)

Existem diversos métodos e técnicas de como alocar a mercadoria em armazém que serão descritos de seguida.

De acordo com Carvalho, J., et al (2017), a mercadoria rececionada em armazém pode ser armazenada de acordo com dois métodos: localização aleatória e a localização fixa.

Localização Aleatória

Segundo a política da localização aleatória, é atribuído a qualquer mercadoria que dê entrada em armazém, uma localização aleatória entre todos os lugares de armazenamento disponíveis naquele momento. Este método requer um menor espaço de armazenamento e possibilita uma elevada

utilização do espaço de armazenamento, no entanto, poderá levar a um aumento da distância percorrida pelos operadores ao efetuarem o armazenamento e/ou a preparação de encomendas. (Petersen & Aase, 2004)

Armazenagem na localização mais próxima (*closest open location storage*)

Este método corresponde a um caso particular da armazenagem por localização aleatória, que se distingue da mesma pelo facto de que nesta alternativa a decisão é do operador, e não do sistema de gestão de armazém (WMS) utilizado pela organização.

Sendo assim, o operador tem a liberdade para decidir a localização para a mercadoria, escolhendo a primeira posição de armazenamento desocupada que encontrar naquele momento. Este facto, faz com que, frequentemente, se verifique que os lugares de armazenamento mais próximos da zona de receção se encontram ocupados e os mais distantes, vazios (Koster, et al., 2007).

De modo a que seja assegurada a eficácia dos métodos associados à alocação do tipo aleatória e a garantir a integridade da informação do armazenamento, é conveniente que a organização possua um sistema de gestão de armazém que possibilite a localização exata e em tempo real de cada artigo que dê entrada no armazém.

Localização Fixa

No que concerne à localização fixa da mercadoria, pressupõe-se que existe um local previamente definido no armazém onde uma referência em específico será arrumada, sendo que, esse artigo é sempre arrumado no mesmo lugar e nenhum outro o poderá ocupar. No mesmo seguimento, existe também a possibilidade da localização fixa definida se referir, por exemplo, a uma família de produto ou a um determinado cliente.

Uma desvantagem associada a esta decisão operacional é a ineficiência da utilização do espaço, tendo em conta que deve ser calculado espaço suficiente para um nível máximo de inventário.

Armazenamento de acordo com a rotatividade

De acordo com Ramos (2010), a definição da localização fixa dos produtos pode ter por base a rotatividade, isto é, com o número de movimentos de entrada/saída, volume a ocupar, o peso, entre outros.

Na política de armazenamento baseada na rotatividade, os produtos que possuem maior rotatividade, isto é, um maior número de movimentos de saída, são armazenados nas posições com maior facilidade de acesso. Por maior facilidade de acesso entende-se, o que a nível operacional se verifica menor constrangimento, o que promove uma diminuição no tempo de preparação de pedidos (*picking*) e à menor distância percorrida para o efeito.

Localização Mista

Ramos (2010) inclui a política de localização mista, que consiste na existência de zonas fixas onde em cada uma, por sua vez, ocorre localização aleatória.

Armazenagem por classes (*class-based storage*)

Este método permite conjugar alguns dos métodos referidos anteriormente, visto que o objetivo do mesmo é a criação de classes nos quais os produtos são colocados de forma fixa, e posteriormente distribuídos de forma aleatória dentro da mesma classe.

O processo da definição das classes, habitualmente, é baseado na análise ABC que tem como base o princípio de Pareto ou regra 80/20. Esta análise é uma técnica simples que classifica os produtos em três grandes classes: A, B, C, consoante a sua maior ou menor contribuição na faturação total de uma organização, no entanto, não é necessário que o número de classes a definir esteja limitado apenas às três usuais (A, B, C).

Segundo Carvalho, J., et al (2017), as três classes de produtos distinguem-se da seguinte forma:

Classe A: compreende os produtos mais relevantes, isto é, os que contribuem com uma maior percentagem da faturação total (80%), mas representando uma pequena quantidade de produtos (20%).

Classe C: compreende os produtos menos relevantes, ou seja, os artigos que contribuem com uma menor percentagem da faturação total (5%), mas representam uma quantidade elevada de produtos (50%).

Classe B: compreende os produtos com relevância intermédia (30%) e que representam cerca de 15% da faturação total, e que por esse motivo, não pertencem nem à classe A nem à classe B.

Deste modo, pretende-se que a classe com maior rotatividade contenha apenas 20% dos produtos armazenados no armazém, mas que contribuem para 80% daquilo que são o volume de vendas.

Por outro lado, de acordo com Koster *et al.* (2007), as classes que possuem uma maior rotatividade devem encontrar-se mais próximas da zona de expedição.

Agrupamento por família

Esta estratégia de armazenamento tem por base possíveis relações entre os produtos em questão, seja devido à tipologia ou a características dos mesmos. Deste modo, produtos semelhantes ou relacionados, são colocados na mesma área de armazenamento. De acordo com Tompkins et al (2010), neste método de armazenagem, os produtos que são encomendados juntos devem também estes ser armazenados juntos.

Zona de Reserva e Zona de Picking

O método de *picking* a utilizar numa organização deve ser feita de forma alinhada com a estratégia de armazenamento adotada, tendo em conta que estas estão interligadas. Deste modo, segundo Bartholdi and Hackman (2014), deve abordar-se a possibilidade de separar o stock de um artigo em duas áreas: o stock para *picking - forward area* e para reserva - *reserve area*.

O cenário ideal é que as paletes correspondentes ao *stock* para reserva sejam colocadas nos níveis superiores das estantes onde é efetuado o *picking* dos artigos correspondentes. Desse modo, o

processo de reaprovisionamento em *picking* é facilitado e mais rápido visto que o stock de reserva se situa em cima, e não é necessário efetuar deslocações.

Picking

Esta operação consiste na recolha dos produtos armazenados, de modo a recolher o produto certo, na quantidade correta e nas devidas condições, garantindo que se satisfazem as necessidades dos clientes (Carvalho, J., et al, 2017).

Segundo Tompkins et al (2010), a operação de *picking* é considerada a mais importante e dispendiosa face às outras operações de armazém, representando cerca de 55% dos custos operacionais. Neste sentido, a sua otimização é uma forma importante das organizações reduzirem custos e consequentemente aumentarem o nível de serviço prestado.

Os custos operacionais nos sistemas manuais de *picking* refletem-se pelo custo da mão de obra, enquanto que, nos sistemas automatizados verifica-se no custo elevado de investimento que é necessário. A introdução de soluções que garantem o aumento da automação apresenta-se como uma solução para a redução dos custos de mão de obra, no entanto, devido a fatores como a instabilidade da procura, sazonalidade dos produtos, a variabilidade na forma e tamanho do SKU e o grande investimento que é necessário continuam a contribuir para a adoção dos sistemas manuais por parte das organizações (Petersen and Aase 2004).

Os pedidos de *picking* podem ser constituídos de três formas:

1. List-Pick: corresponde à atividade que se efetua quando o número de caixas solicitado no pedido é inferior à quantidade de caixas que compõem uma paleta completa. O operador de *picking* dirige-se aos locais de armazenagem em armazém identificados como zona de *List-Pick* para recolher a quantidade total exata de cada produto até concluir o pedido.
2. Pallet-Pick: é a atividade quando nos pedidos é solicitado apenas paletes completas.
3. List & Pallet-Pick: quando nos pedidos é solicitado em simultâneo paletes completas e quantidade de caixas inferior a uma paleta completa.

Processos de Picking

Segundo Carvalho et al (2017), existem quatro métodos para realizar *picking*: o ***picking by order***, ***picking by line***, ***zone picking*** e ***batch picking***.

No ***picking by order (picking discreto)***, o operador de *picking* deve recolher todos os itens de cada encomenda/pedido, de cada vez. Deste modo, este necessita de se deslocar a todas as localizações em armazém até que o pedido esteja concluído. Esta opção não tem em consideração se o artigo estará presente em pedidos posteriores, o que o torna o método menos eficiente devido aos possíveis tempos improdutivo, e ao excessivo tempo em deslocações. No entanto, por outro lado este método tem como vantagem a minimização dos erros de troca de produtos entre encomendas.

Por sua vez, no ***picking by line (picking por linha ou produto)***, define-se uma sequência de recolha dos produtos em armazém, para que o picker posteriormente recolha em cada localização mencionada a quantidade necessária para satisfazer o conjunto de pedidos. A rota é definida de modo a minimizar a distância total percorrida. Trata-se de um método com uma produtividade elevada, não obstante a propensão a erros nas preparações seja maior, devido à necessidade de separar os produtos por encomenda finda a recolha.

No ***zone picking (picking por zona)***, a área onde se realiza o *picking* encontra-se dividida em zonas que possuem artigos diferentes. A cada zona, encontra-se afeto um operador que recolhe produtos exclusivamente na zona a que pertence. Os produtos recolhidos em cada zona, mais tarde, serão consolidados de forma a completar cada pedido na sua totalidade e proceder ao embalamento. Este método é bastante semelhante ao *picking by order*, tendo a divisão por zonas como distinção. A propensão para erros é baixa e revela-se um método com maior produtividade relativamente ao *picking by order*, porém não se justifica em armazéns de pequena dimensão.

Por fim, no método ***batch picking (picking por lote)***, o operador faz o *picking* de vários pedidos em simultâneo baseado numa lista de lotes que contém a quantidade total de cada produto desse conjunto. Este método é idêntico ao *picking by line*, no entanto, só inclui um conjunto de pedidos e não a totalidade dos momentos, reduzindo assim a probabilidade de ocorrer erros na preparação.

Acrescenta-se aos restantes métodos, o ***picking automático***, que se encontra associado aos armazéns automáticos AS/RS (*automated storage/retrieval system*). Nestes armazéns, existem diferentes níveis de automatização associados às diversas operações. No que respeita ao *picking* automático, os robôs que são utilizados eliminam a necessidade de trabalho manual e garantem uma alta precisão da operação, no entanto, o elevado investimento necessário para este tipo de infraestruturas revela-se uma significativa desvantagem.

Na tabela 2, a título de resumo dos métodos anteriormente mencionados, encontram-se descritos as principais características e as vantagens e desvantagens dos mesmos.

Tabela 2. Resumo dos Métodos de Picking | Adaptado de Carvalho, J., et al (2017)

Processos de Picking	Características principais	Vantagens	Desvantagens
<i>Picking by order</i>	Um operador recolhe todos os produtos do pedido	Método de recolha simples	Excessivo tempo em deslocações
	Realiza um pedido de cada vez	Reduz a possibilidade de erros	Pouco produtivo
<i>Picking by line</i>	Existe uma rota definida para a recolha dos produtos	Rota definida minimiza a distância total a percorrer	Método com maior propensão a erros porque após a recolha é necessário separar os produtos por pedido
	Método indicado quando os pedidos contêm poucas linhas	Produtividade elevada	
<i>Zone picking</i>	<i>Picking</i> dividido por zonas	Produtividade mais elevada	Artigos de uma determinada encomenda encontram-se

	Cada operador é afeto a uma zona em específico	Propensão para erros é baixa	divididos e necessitam de ser agrupados antes da expedição
	Adequado quando existem vários sistemas de armazenagem no mesmo armazém	Redução do congestionamento nas zonas de <i>picking</i>	
<u>Batch Picking</u>	Operador recolhe numa só viagem a quantidade total de cada artigo	Diminuição da distância total a percorrer	Necessária bastante atenção na divisão dos produtos pelos pedidos para evitar erros
	Trabalho sobre várias encomendas em simultâneo, mas não a totalidade delas	Produtividade elevada	
	Método adequado para pequenas encomendas	Método com menos propensão para erros relativamente ao <i>Picking by line</i>	
<u>Picking Automático</u>	Associado a armazéns automáticos AS/RS	Aumento de produtividade e da eficiência	Elevado investimento
	Sistemas e equipamentos automáticos que realizam a operação de forma automática (uso de robôs)	Uso eficiente do espaço	
	Integrado num sistema WMS	Diminuição de erro humano	

Informação na operação de picking

Como já mencionado anteriormente, o recurso às TI e a sua crescente integração nas operações de armazém tem como principal objetivo a otimização das operações, e garantir que o nível de serviço prestado ao cliente é cada vez mais alto. Desta forma, a produtividade e a eficiência da operação de *picking*, à semelhança do que se verifica noutras operações e atividades de armazém, encontra-se relacionada com o nível de tecnologia existente na organização capaz de auxiliar na sua concretização.

Habitualmente, a forma mais comum e simples de efetuar a recolha dos produtos armazenados em armazém é com o auxílio de uma lista impressa que possui informação acerca dos produtos, quantidades a recolher e as respetivas localizações. Tratando-se de uma atividade maioritariamente exercida com recurso a mão-de-obra, os operadores do *picking*, sem a presença de nenhum método auxiliar, estão passíveis a cometer erros.

No *picking* manual, os dois erros mais comuns dizem respeito à recolha da quantidade e do produto errado. Este tipo de erros salientam a necessidade de um sistema de identificação preciso – identificação automática em tempo real, como é o exemplo de um sistema baseado em código de barras ou em identificação por radiofrequência - RFID (Tompkins et al., 2010). Segundo Battini et al. (2015), a conectividade online entre os operadores de *picking* e o armazém revela-se um fator crítico para obter um aumento da produtividade global, visto que permite garantir uma atualização permanente da informação de stock, monitorização em tempo real da operação, e assim ser possível reagir mais rapidamente se surgirem desvios.

Deste modo, a operação de *picking* pode ser realizada através de métodos com recurso a papel, métodos *paperless* (sem recurso a papel), ou através de uma combinação dos dois tipos de métodos.

Segue-se, a título de resumo, as técnicas mais comuns da operação de *picking*:

Técnica com recurso a papel:

- ❖ *Picking List*: o operador de *picking* utiliza este documento em papel que contém informações acerca do produto (a referência, quantidade a recolher, e a sua localização no armazém), podendo incluir também outras informações e orientações para o processamento daquele pedido (estiva, tipo de palete a utilizar, entre outros). Desta forma, o operador deve guiar-se pela informação disposta na lista de *picking* e dirigir-se às localizações mencionadas no mesmo para compor o pedido.

Técnicas *paperless* (sem recurso a papel):

- ❖ Leitores de código de barras ou em identificação por radiofrequência: o operador possui um terminal que indica a referência do produto, a quantidade a retirar e a localização em armazém, sendo o operador responsável por confirmar a quantidade retirada.
- ❖ *Voice picking*: os dispositivos de *picking* por voz estão ligados ao sistema de gestão de armazéns (WMS). O operador recebe as indicações de que necessita através dos auscultadores, sendo que, após executar, este necessita de fornecer *feedback* ao sistema que registrará as informações automaticamente.
- ❖ *Picking by light*: os dispositivos instalados vão iluminar a posição dos artigos a recolher e a respetiva quantidade.

Preparação e Expedição

As operações de preparação e de expedição são as últimas a ser realizadas dentro de um armazém, sendo que as mesmas se processam de modo a satisfazer e cumprir na totalidade os pedidos efetuados pelos clientes.

Na fase da preparação é fundamental que se efetue uma verificação de que a mercadoria anteriormente recolhida corresponde com o pedido em questão. De seguida, após confirmação, procede-se à filmagem da palete e à respetiva etiquetagem de expedição (Carvalho, J., et al, 2017)

Em suma, na fase da expedição efetua-se a consolidação da mercadoria preparada, face a seguir para o meio de transporte indicado e definido para o efeito, representando cerca de 15% dos custos operacionais num armazém.

2.6 Lean

Após a Segunda Guerra Mundial, a *Toyota* no Japão, criou e desenvolveu um sistema de produção conhecido como *Toyota Production System* (TPS). Womack & Jones (2003) introduziram o conceito "*Lean Manufacturing*" (produção Lean) traduzindo o TPS numa filosofia. Esta filosofia de gestão

implica o envolvimento de toda a organização, permitindo uma produção a menor custo, menores tempos de produção e com o objetivo de eliminar os desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor do produto, isto é, eliminar as atividades sem valor acrescentado através da melhoria contínua.

2.6.1 Princípios do Pensamento Lean

Com a evolução do sistema de produção Lean, Womack & Jones (2003) definem os cinco princípios fundamentais relativos a esta filosofia, sendo estes nomeadamente:

- ❖ **Value - Valor:** é necessário definir bem o valor do produto final tendo em conta a perceção do cliente, isto é, especificar o que na ótica do cliente externo ou interno, acrescenta e o que não acrescenta valor ao produto.
- ❖ **Value Stream - Cadeia de Valor:** permite enumerar as atividades que efetivamente acrescentam valor ao produto/serviço final, e desta forma, reduzir ou eliminar desperdícios na cadeia de valor.
- ❖ **Flow - Fluxo Contínuo:** melhorar o fluxo entre as operações criando um fluxo contínuo e organizado, isto é, eliminar ao longo da cadeia perdas de tempo, barreiras organizacionais e respetivos desperdícios que possam existir.
- ❖ **Pull System - Sistema Pull:** neste sistema, a produção de determinado produto ou a prestação de um serviço só se inicia quando o cliente solicita. Desta forma, encontra-se associado à filosofia JIT - *Just-in-time*, em que se produz exclusivamente a quantidade exata, no momento certo.
- ❖ **Perfeição:** tentar obter a perfeição através da melhoria contínua dos processos e da eliminação de desperdício. As organizações devem focar-se na implementação de ferramentas, métodos e técnicas capazes de aumentar a eficiência e produtividade.

Os cinco princípios anteriormente mencionados foram inicialmente desenvolvidos para a realidade do setor da produção, no entanto, esta filosofia é transversal e capaz de se adaptar a outros setores de indústria ou serviços (Asnan et al., 2015). Atendendo à organização de prestação de serviços de logística e transporte em estudo na presente dissertação, os princípios podem adaptar-se do seguinte modo de acordo com a figura 11.

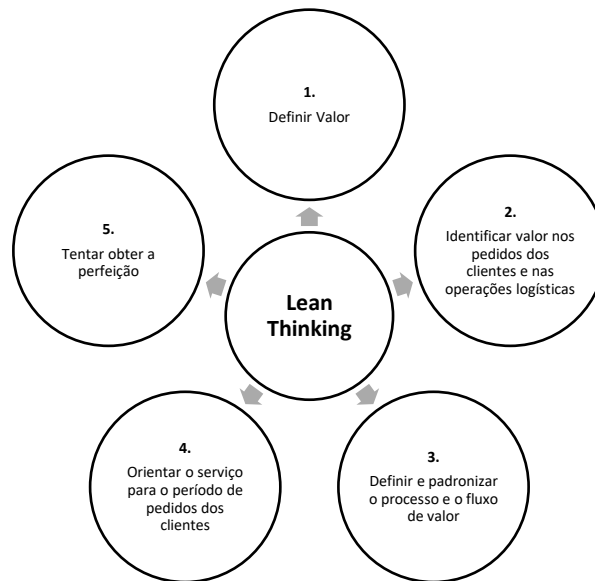


Figura 11. Os 5 princípios Lean aplicados ao setor dos serviços | Adaptado de Asnan et al (2015)

2.6.2 Tipos de Desperdício

Na filosofia Lean o desperdício corresponde a qualquer atividade que consuma recursos, mas que não se traduz em valor para o consumidor final. De acordo com Ohno (1988), há um conjunto de desperdícios associados a sete áreas principais de uma cadeia de valor onde é possível identificar atividades de *Muda* (termo desperdício em japonês). Por sua vez, o oitavo desperdício relativo às habilidades dos colaboradores só foi introduzido mais tarde na década de 1990.

- ❖ **Excesso de Produção:** diz respeito à produção para além do que é necessário, isto é, produzir em quantidade excessiva face ao que o cliente quer e quando não é necessário. Este é considerado o pior tipo de *Muda* visto que desencadeia os restantes tipos de desperdício.
- ❖ **Transporte e movimentações:** ocorre quando se move recursos humanos ou materiais entre processos, e a respetiva movimentação não agrega valor à cadeia de valor. Isto pode verificar-se, por exemplo, devido a uma má definição do layout resultando em deslocações excessivas e improdutivas.
- ❖ **Stocks:** corresponde ao excesso de produto acabado e/ou matéria prima em *WIP - work in process*, armazenado. Este excesso traduz-se no aumento da necessidade de espaço de armazenagem e acarreta custos desnecessários associados.
- ❖ **Trabalho desnecessário:** trata-se de qualquer atividade ou movimentação que se vai revelar desnecessária na produção de determinado produto ou na prestação de qualquer serviço.
- ❖ **Esperas:** diz respeito ao tempo que pessoas ou equipamentos estão parados, em espera. Alguns dos motivos que podem estar associados a este tipo de esperas podem se resumir a um mau planeamento da atividade; avarias e/ou manutenção dos equipamentos; má definição do layout, entre outros.

- ❖ **Defeitos:** corresponde a um produto, serviço ou atividade que não foi executada de forma devida e que por isso apresenta problemas de qualidade. Este desperdício poderá traduzir-se posteriormente em retrabalho, desperdício de recursos, insatisfação dos clientes, entre outros.
- ❖ **Excesso de processamento:** é o tipo de desperdício que reflete o trabalho que não agrega valor ou que traz um valor superior ao que é exigido do produto e/ou serviço. A utilização de equipamento sofisticado para a realização de tarefas mais básicas ou processos complexos, por exemplo várias etapas para realizar tarefas simples ou processos inadequados (ultrapassados). Este pode obter-se devido a instruções de trabalho pouco claras, falta de especificações por parte do cliente, entre outros.
- ❖ **Sub-Utilização dos Recursos Humanos:** desperdício decorrente do conhecimento intelectual e habilidades de colaboradores que não são bem aproveitadas, isto é, quando as organizações não são capazes de capitalizar o conhecimento e competências dos seus colaboradores.

Apesar destes oito desperdícios mencionados anteriormente sejam os mais comuns de se verificar nas organizações, associado ao princípio do pensamento Lean, a definição do valor contém a percepção do cliente, sendo este quem reconhece o valor e define as características e especificidades que conseqüentemente acrescentam valor ao produto/serviço.

De forma a que seja possível efetivar a redução destes desperdícios em contexto organizacional existem um conjunto de ferramentas de *Lean Manufacturing* capazes de auxiliar nesta tarefa destacam-se entre elas a metodologia *Kaizen*.

2.7 Metodologia Kaizen

O termo japonês *Kaizen* significa melhoria contínua e consiste numa metodologia que se caracteriza pelos esforços conjuntos de todos os colaboradores de uma organização, moldando a cultura e o pensamento de liderança em busca da melhoria contínua. A metodologia implica mudança constante, para melhor, e assume que as pessoas que realizam habitualmente determinada tarefa/função possuem o *know-how* necessário para identificar possíveis melhorias.

Assim sendo, segundo o seu fundador, Masaaki Imai, a implementação das práticas de melhoria contínua e mudança assentam em três pontos: todas as pessoas, todos os dias e todas as áreas. De modo a obter um bom resultado, é imprescindível que todas as pessoas estejam envolvidas no processo, coloquem em prática todos os dias a filosofia de forma a tornar-se uma rotina e, por fim, sendo esta metodologia transversal, que possa ser aplicada em qualquer setor ou processo.

As empresas que implementam esta metodologia como uma abordagem sistemática para a melhoria dos negócios têm apresentado resultados superiores de forma contínua (Kaizen Institute, 2022).

Uma das ferramentas mais utilizadas para auxiliar na resolução de problemas e possibilitar a busca pela melhoria contínua é o Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) ou Ciclo *Deming*. Este ciclo consiste numa sequência lógica de quatro etapas repetitivas para a melhoria contínua e aprendizagem das equipas (Kaizen Institute, 2022).

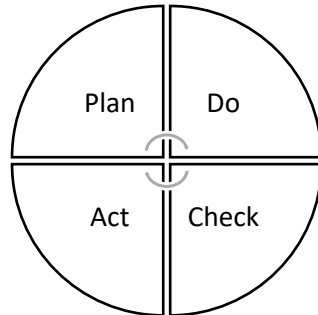


Figura 12. Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) | Fonte: Kaizen Institute (2022)

- ❖ **Plan** (Planear): fase onde se estabelecem os objetivos e os passos necessários para atingir os resultados tendo em conta os requisitos. Há a definição clara do plano a seguir.
- ❖ **Do** (Executar): fase onde se executa o plano elaborado na fase anterior.
- ❖ **Check** (Verificar): acompanhar e interpretar os resultados obtidos, verificando o seu impacto, e concluir se foram obtidos os resultados esperados no plano anteriormente definido.
- ❖ **Act** (Agir): aplicar possíveis ações corretivas e de melhoria de modo a eliminar os problemas e desvios verificados na fase de verificação.

2.8 Ferramenta 5S

Esta ferramenta é parte integrante da metodologia *Kaizen* e está centrada na organização do ambiente de trabalho, na limpeza, eficiência e segurança, de modo a reduzir o desperdício e a obter uma maior qualidade e produtividade associada às tarefas. Na prática, os 5S's tratam-se de acrónimos de cinco palavras de origem japonesa, representando as cinco etapas a adotar por uma organização, como é possível verificar na figura 13.

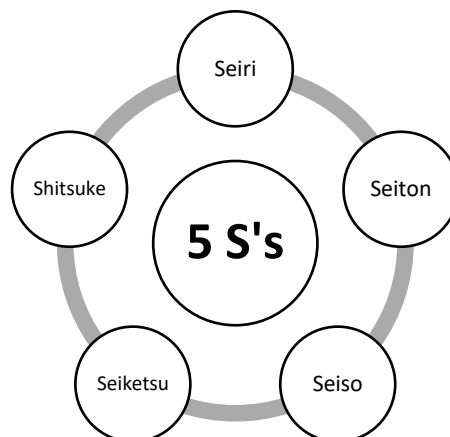


Figura 13. Os 5 S's | Fonte: Kaizen Institute (2022)

- ❖ **Seiri** (Triar e selecionar): nesta fase determina-se quais é que são os itens necessários a cada espaço de trabalho e remove-se os que são considerados desnecessários (inúteis), ou seja, é efetuada uma triagem e seleção. O objetivo é utilizar os recursos efetivamente necessários, mantendo o espaço de trabalho organizado e apelativo.
- ❖ **Seiton** (Organizar e ordenar): é realizada uma organização dos itens/equipamentos necessários e a respetiva identificação. Os itens são arrumados consoante a sua frequência de utilização.
- ❖ **Seiso** (Limpar e verificar): após a arrumação dos itens, procede-se à criação de planos de limpeza que devem garantir que o local de trabalho se mantém limpo, sendo que, todos são responsáveis por esta limpeza.
- ❖ **Seiketsu** (Normalizar para estabilizar): desenvolver procedimentos para que seja possível padronizar as tarefas com vista à diminuição de erros.
- ❖ **Shitsuke** (Manter e disciplinar): esta etapa sustenta a aplicação dos outros 4s's, visto que, só através da manutenção e da disciplina é que é possível manter as outras etapas e o caminho para a melhoria contínua.

2.9 Gestão Visual

Este método consiste na apresentação de um conjunto variado de informação no espaço de trabalho, que deve ser visível para todos, trazendo maior transparência e envolvimento nas tarefas (Kaizen Institute, 2022). Esta informação deve ser clara e simples contemplando indicadores/objetivos específicos de departamento, dados de performance, planeamento estratégico, códigos de conduta, entre outros. O mais relevante, é que estes dados façam sentido para quem os vê de modo a que os colaboradores se possam sentir responsáveis e capazes de influenciar essa informação.

A gestão visual é habitualmente utilizada em conjunto com a ferramenta 5S, facilitando na identificação e localização de cada item/equipamento no local de trabalho. A utilização deste método nos armazéns está presente, por exemplo, nas placas de identificação de localização de posições nas estantes e de locais específicos, como na identificação de corredores (Koskela, 2010).

2.10 Standard Work – Trabalho Padronizado

Este método consiste em garantir uma uniformização e padronização das tarefas necessárias a realizar de uma determinada atividade, definindo a forma de executar, a ordem de realizar cada tarefa, tal como os itens/equipamentos a utilizar para o efeito. A partir da definição desta combinação de instruções de trabalho, recursos humanos e equipamentos a utilizar, pretende-se manter a qualidade, eficiência e segurança nos processos (Team, 2002).

Algumas das principais vantagens associadas a este método são nomeadamente a diminuição do risco de acidentes, facilitar a aprendizagem das tarefas por parte de novos colaboradores, a diminuição de custos operacionais e auxiliar no aumento da produtividade.

Capítulo III

3. Investigação - Ação

Neste capítulo é feita a apresentação e a caracterização da organização sobre a qual recai a investigação-ação da presente dissertação – STEF.

Primeiramente será efetuada uma descrição geral do contexto e sistema de funcionamento da STEF, com particular destaque no departamento da Logística, por se tratar do âmbito do estudo.

De seguida, o foco irá recair na caracterização e na análise das decisões operacionais relativas às operações de armazém em análise, nomeadamente, a receção e conferência de mercadoria e o armazenamento e preparação de pedidos/*picking*, tendo em consideração as normas de higiene e segurança alimentar. Em suma, é apresentada uma configuração exata da situação atual das operações em estudo, a identificação das dimensões possíveis de melhoria e problemas, e as respetivas sugestões de melhoria definidas.

3.1 Apresentação da Empresa

O Grupo STEF é líder europeu no fornecimento de serviços de transporte e de logística sob temperatura controlada (-25°C até +15°C) para todos os produtos agroalimentares e termossensíveis. Algumas das soluções que a organização fornece aos seus clientes vão desde a armazenagem, *just-in-time*/fluxo tenso, serviços de valor acrescentado e de gestão financeira.

A STEF encontra-se sediada na cidade de Paris, tendo sido fundada no ano de 1920, o que lhe confere uma atuação centenária na área da logística e do transporte, e que se traduz num *know-how* único. O grupo une esforços para construir uma cadeia de abastecimento cada vez mais ágil e conectada, de modo a responder às evoluções dos padrões de consumo e à transformação dos canais de distribuição.

A organização coloca os compromissos sociais e ambientais que assume no centro da sua estratégia de negócio, pautando assim a sua atuação pela responsabilidade social e a sustentabilidade. Por sua vez, o modelo de negócio adotado é indissociável dos valores da organização, sendo estes nomeadamente o Entusiasmo, Respeito, Rigor e Performance.

Atualmente, o grupo está presente em nove países europeus, contando com o apoio de cerca de 19 000 colaboradores e cerca de 246 plataformas e armazéns, sendo que, no ano de 2021 se registou um volume de negócios de 3,5 milhões de euros.

3.2 STEF em Portugal

A história da STEF em Portugal inicia no ano de 1995 com a criação da SDF Portugal, em que, no ano seguinte com a incorporação da Frigidis, isto é, a filial do grupo Pescanova, consolidaram o seu crescimento. A partir desse momento, por forma a dar resposta ao aumento da atividade que se verificou, deu-se o arranque da construção de novas infraestruturas ao longo do país.

No ano de 2005, a STEF abriu a nova plataforma de Lisboa localizada na Póvoa de Santa Iria, tratando-se da nova sede da organização em Portugal. Atualmente possuem 6 plataformas no país

(figura 14), sediadas no Porto, Lisboa, Alverca, Algarve (Algoz) e Alenquer, tendo isso esta última a mais recente, no ano de 2021.

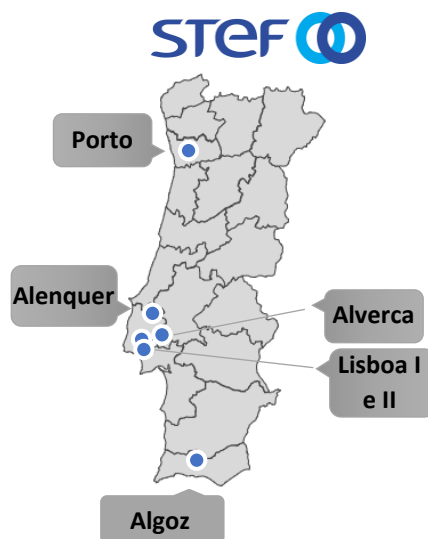


Figura 14. Plataformas STEF Portugal

A investigação- ação da presente dissertação foi desenvolvida na plataforma do Porto, que se situa na freguesia de Arcozelo, no concelho de Vila Nova de Gaia. A STEF Porto possui 27 cais de carga, aproximadamente uma área de armazenagem de 9387 m^2 e com capacidade para cerca de 17642 paletes.

3.3 Caracterização do Operador Logístico

A STEF, enquanto operador logístico de frio, dedica-se a três atividades:

- ❖ Prestação logística
- ❖ Serviços de transporte
- ❖ Sistemas de informação específicos para produtos alimentares

Por sua vez, as três vertentes de negócio mencionadas culminam num objetivo comum, isto é, efetuar a gestão de fluxos físicos e informacionais ao longo da cadeia de abastecimento alimentar.

A forma como o grupo se organiza está diretamente relacionada com as características dos produtos, e das respetivas exigências vigentes para a sua devida conservação até chegar ao consumidor final.

Deste modo, o transporte de produtos frescos, congelados e a temperatura ambiente é da responsabilidade da STEF *Transport*. Por sua vez, a atividade de transporte e de logística relacionado com o setor pesqueiro é da competência da STEF *Seafood*.

No que respeita à gestão dos fluxos dos produtos que se encontram em stock e dos fluxos tensos via sistemas de informação correspondentes, encontram-se associados à STEF *Information et Technologies*.

3.3.1 Mercado e Clientes

A STEF enquanto operador logístico de produtos a três temperaturas (ambiente, refrigerado e congelado), atua em todos os setores da indústria alimentar, nomeadamente, dos produtos congelados, carne, lácteos, gelados, bebidas, pastelaria, frutas e legumes, produtos não transformados, matérias-primas, entre outros.

No que respeita à carteira de clientes, ao longo dos anos de atividade, a STEF tem conseguido aumentar continuamente. Estes clientes agrupam-se sobretudo em três grupos, sendo estes:

- ❖ Indústria
- ❖ Retalho Alimentar
- ❖ Restauração

3.3.2 Certificações e Segurança Alimentar

De modo a garantir um bom nível na prestação de serviços e assegurar a segurança dos produtos alimentares em todas as fases que o operador logístico atua, foi necessário obter um conjunto de certificações, especificamente a Certificação ISO 22000, a Certificação BRC S&D, e a mais recente obtida no ano de 2021, a Certificação IFS *Logistic*.

3.3.3 Estrutura da STEF Porto

De modo a que a atividade fulcral da STEF ocorra de forma eficaz e eficiente, a delegação do Porto é constituída pelo departamento de Transportes, de Fluxos Internacionais, o de Cais, Logística e o de Serviço de Apoio ao Cliente (SAC). Estes departamentos, não obstante, que possuam objetivos e KPI's específicos, funcionam com relação direta com implicação de esforços conjuntos, como é possível de verificar no esquema da figura 15.

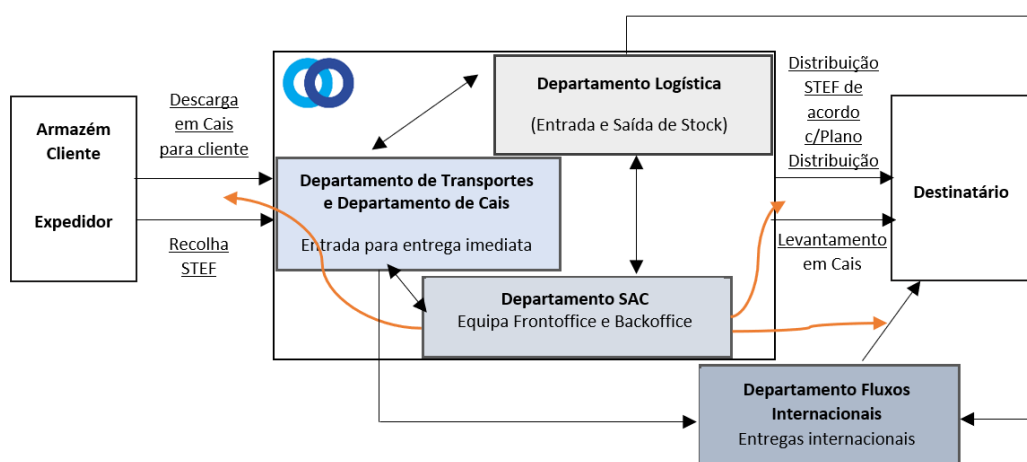


Figura 15. Estrutura STEF PORTO

O departamento de Transportes tem como principal objetivo garantir a movimentação dos fluxos físicos (produtos, paletes), no tempo certo, na quantidade requerida, nas condições adequadas de higiene e segurança, de modo a cumprir com o estipulado com o cliente. Este departamento divide

a sua atividade em duas grandes categorias de transporte, isto é, o transporte local e o transporte nacional.

Por sua vez, o departamento de Cais trabalha e possui a sua atividade diretamente relacionada com o departamento de Transportes. O Cais tem como principais funções descarregar e carregar mercadoria, garantindo a rastreabilidade em armazém constantemente, através da zonagem que vão efetuando via terminais de radiofrequência.

Os principais pontos de contacto e ligação do departamento de Transportes e do departamento de Cais com o departamento de Logística dizem respeito à chegada de mercadoria à STEF, para dar entrada em stock via recolhas efetuadas no cliente; ou após a solicitação de pedidos de mercadoria armazenada em stock, se efetue entrega nas instalações do cliente ou nouro destinatário pelos transportes STEF, e levantamentos de mercadoria em Cais.

No que concerne ao departamento de Serviço de Apoio ao Cliente (SAC), o seu foco recai essencialmente na garantia da gestão do fluxo informacional entre todos os intervenientes envolvidos e a conformidade da documentação inerente às atividades. Constituído por uma equipa de *frontoffice* e *backoffice*, o seu papel vai desde a criação de ordens de recolha em sistema específico do departamento, seguimento de encomendas e fornecimento de atualizações do estado de entrega de pedidos, como também efetuar a gestão de incidências, devoluções e reentregas.

O departamento dos Fluxos Internacionais, por sua vez, encarrega-se da gestão das entregas de pedidos internacionais, isto é, que se realizam fora de território português. Este departamento estabelece contacto com todos os outros, sempre que se tratam de pedidos desta natureza.

Em suma, o departamento de Logística encarrega-se de todas as atividades associadas à entrada de mercadoria que ficará armazenada em stock, à gestão de stock, aos movimentos de saída desta mercadoria através de pedidos de mercadoria e ainda alguns serviços de valor acrescentado.

3.4 Departamento de Logística da STEF Porto

O departamento de Logística da STEF Porto situa-se no rés-do chão e é constituído por uma componente de cariz administrativo e uma componente operacional que se complementam e operam como um todo.

A equipa administrativa é constituída por sete colaboradores e é liderada por um coordenador administrativo. No que respeita à equipa operacional, esta é constituída por cerca de 20 colaboradores distribuídos de acordo com as necessidades da operação, 3 chefes de equipa, sendo liderada por 2 coordenadores de operações. Por sua vez, os coordenadores da componente administrativa e operacional reportam diretamente à responsável do departamento.

A exigência e o desafio diário associado à atividade deste departamento, prende-se essencialmente pela imprevisibilidade com que as equipas se deparam, no que respeita à mão de obra disponível em cada dia, e a outro largo conjunto de fatores associados à carga de trabalho e às operações a desempenhar. O nível de serviço deste departamento encontra-se acima dos 98%, sendo que,

diariamente os esforços conjuntos são para maximizar este indicador e garantir que os fatores com impacto negativo no mesmo, são cada vez mais reduzidos.

3.4.1 Sistemas de informação e comunicação no armazém

O armazém da STEF Porto é dotado de um sistema de gestão de armazéns que suporta e auxilia na gestão das operações logísticas a nível operacional e administrativo, tratando-se de um WMS. Este sistema foi desenvolvido pela própria organização, isto é, pela STEF *Information et Technologies*, o que permitiu que o mesmo agregasse as características das operações e fossem tidas em consideração as necessidades do negócio, tornando-o assim num sistema exclusivo e personalizado.

Este sistema faz interface com a rede da organização, juntamente com os dispositivos móveis, leitores de códigos de barras, impressoras de códigos de barras e dispositivos de etiquetagem, permitindo desta forma rastrear os níveis de stock que o armazém detém, garantir uma gestão da receção de mercadorias para stock, preparação de pedidos (*picking*), expedição de mercadoria e localizar em tempo real, a mercadoria no armazém.

A tecnologia EDI encontra-se integrada no software WMS, estando associada a um portal do cliente. Cada cliente que usufrui dos serviços do departamento de logística, por sua vez, possui um dossier específico no software, e através do respetivo portal efetua transmissões de informação que incorporam em tempo real, ou muito aproximado, ao sistema da organização.

A informação que o cliente pode transmitir através do portal do cliente diz respeito a duas circunstâncias, nomeadamente, a transmissão de informação de aprovisionamentos de mercadoria para armazenar em stock e a saída de mercadoria de stock.

O dossier de cada cliente possui toda a informação associada ao cliente em questão, permitindo consultar o histórico relacionado com os seus processos, no que respeita a todas as entradas em stock, aos fornecedores, destinatários, produtos, mercadoria armazenada em armazém, todos os movimentos que as paletes de mercadoria tiveram, histórico de pedidos, entre outras informações.

3.4.2 Caracterização das decisões operacionais do operador logístico

O funcionamento do armazém do operador logístico segue um conjunto de características e particularidades que correspondem ao *output* de decisões estratégicas que foram pré-estabelecidas, de modo a garantir que a STEF é capaz de responder às necessidades e aos objetivos que enfrenta diariamente. Aliado à imprevisibilidade e volatilidade dos mercados, é exigido que para além a eficácia, exista flexibilidade e eficiência nas operações logísticas, de modo a que se possa obter a melhor conjugação possível da trilogia tempo de resposta, custo e qualidade do serviço prestado.

Na tabela 3 estão dispostas, a título de resumo, as decisões operacionais adotadas pelo operador logístico em estudo.

Tabela 3. Decisões operacionais adotadas no armazém

Decisões		Descrição
Layout	Fluxo Quebrado (U)	A zona de receção de mercadoria e a de expedição situam-se na mesma zona.
Sistema de Armazenagem	<i>Rack</i> convencional; <i>Rack drive-in</i> ; <i>Drive-through</i> ; Estantes móveis;	O sistema de armazenagem adotado varia consoante as câmaras, os clientes dispostos nessas câmaras, os produtos e respetiva rotatividade, peso, entre outros aspetos possíveis.
Método de Arrumação	Localização Mista: Localização aleatória e Localização fixa	Existe uma definição de localização fixa de armazenamento para uma câmara específica, de acordo com os clientes em questão. No entanto, dentro de cada uma delas, habitualmente a armazenagem é efetuada seguindo uma localização aleatória, nomeadamente na localização mais próxima (<i>closest open location storage</i>).
Método de Arrumação de Stock para picking	Zona de reserva e Zona de <i>Picking</i>	Verifica-se a separação do stock de um artigo em duas áreas: stock para <i>picking</i> e para reserva. Aos produtos que possuem lugar de <i>picking</i> , prioriza-se que o stock de reserva do produto se situe nas localizações acima.
Gestão de Stocks	FIFO e FEFO	O software WMS prioriza o método FIFO, seguindo-se da adoção do método FEFO no caso da mercadoria ter entrado no mesmo dia em armazém.
Preparação de Pedidos – Picking	<i>Picking by order</i>	O operador realiza um pedido de cada vez, devendo se deslocar a todas as localizações, e recolher todos os produtos até que o pedido esteja concluído.
Informação na operação picking	Técnicas com recurso a papel e Técnicas <i>paperless</i>	Para a preparação de pedidos, os operadores utilizam a técnica com recurso a papel (<i>Picking-List</i>) – Fichas de preparação e as listagens necessárias. A técnica <i>paperless</i> utilizada consiste num terminal com ligação ao sistema WMS do armazém que permite ler os códigos de barras e auxilia no processo de preparação de pedidos.

3.5 Operações do armazém a temperatura controlada

Como já anteriormente mencionado, as operações que se realizam no armazém do operador logístico em análise, possuem uma componente administrativa e operacional, dependentes, e que se complementam. Associado a cada operação, estão agregadas um conjunto de atividades, intervenientes, documentos de suporte, meios de movimentação, os dispositivos necessários e respetivos sistemas tecnológicos.

As operações no departamento de logística incluem nomeadamente a receção e conferência de mercadoria; a arrumação-*put-away*; preparação de pedidos e *picking*, como também serviços de valor acrescentado, isto é, etiquetagem e manipulações de mercadoria (alterações de estiva e/ou de suporte, meias paletes). No que respeita aos serviços de valor acrescentado, maioritariamente, estes são realizados por colaboradores externos à STEF, através de *outsourcing*. Estes serviços não são transversais a todos os clientes, sendo que incluem também o carregamento e descarregamento de contentores.

3.5.1 Receção da mercadoria para stock

A mercadoria para stock pode chegar às instalações da STEF através de transporte externo ou de transporte interno, via STEF. Enquanto que o primeiro é da responsabilidade do cliente, podendo ser uma entrega direta de matéria prima/produto das suas instalações, ou vindo de algum dos seus fornecedores, o segundo é solicitado pelo cliente como recolha, ao departamento de transportes. Por outro lado, também podem chegar às instalações da STEF devoluções de mercadoria resultantes de saídas de stock, e que por alguma incidência foram recusadas no destinatário.

Em qualquer destes cenários, o departamento necessita de ter conhecimento da chegada dessa mercadoria, de modo a que seja possível efetuar agendamento das descargas e efetuar a gestão do trabalho do departamento da forma mais eficiente possível e assim, conseguir evitar constrangimentos.

A receção da mercadoria para stock, da responsabilidade do departamento de logística, é a primeira operação que se desencadeia em armazém, sendo que, esta só é possível de iniciar existindo previamente a transmissão de aprovisionamento em sistema WMS. A parte inicial desta operação é de foco essencialmente administrativo, sendo imprescindível reunir um conjunto de atividades antes de avançar para o cariz operacional.

De modo a que o cliente consiga efetuar a transmissão de entradas de mercadoria para stock através do portal do cliente, pressupõe-se que todas as informações necessárias já estão inseridas no WMS, de forma detalhada. Na transmissão, o cliente deve comunicar a referência dos produtos que vão dar entrada nas instalações, as respetivas quantidades – número de paletes e/ou quantidade de caixas por palete, peso em quilos (kg) respetivo, lotes correspondentes e datas de validade, sendo as três últimas não obrigatórias, visto que podem não ser do seu conhecimento.

Este facto, implica que anteriormente à transmissão, seja necessário possuir no sistema de gestão de armazém os dados logísticos dos produtos, informação esta que deve ser fornecida à equipa administrativa via e-mail.

A cada transmissão de aprovisionamento de mercadoria, é gerado um código de referência externa e interna, que por sua vez permitirá identificar essa mesma movimentação de mercadoria e também garantir a rastreabilidade da mesma. A referência externa é editável por parte do cliente e da equipa administrativa, havendo possibilidade de definir o que for considerado mais adequado, no entanto, a referência interna é gerada automaticamente e sem possibilidade de alteração.

A STEF Porto possui 7 câmaras de armazenamento de mercadoria em stock, sendo 1 delas de refrigerado (+2°C/+4°C) e as restantes de congelado (-18°C/-20°C). Esta informação encontra-se definida à partida entre quais os clientes armazenam os seus produtos em cada uma delas, sendo do conhecimento tanto da equipa administrativa quanto da operacional.

Os fatores de controlo que o operador logístico se foca associados à segurança alimentar são relativos à temperatura, nomeadamente, do produto, das instalações e veículo, e à higiene das instalações, do veículo e pessoal de cada colaborador. No que respeita ao controlo de temperatura,

as instalações são compostas por um registador contínuo com monitorização diária pela STEF Portugal.

Uma entrada em stock é processada apenas quando se dá a chegada efetiva da mercadoria às instalações da STEF, isto é, quando o motorista responsável pelo seu transporte se dirige à receção logística e faculta o *ticket* de temperatura, o documento de transporte CMR e/ou o *packing-list* da mercadoria, aliado ao requisito de necessitar de existir a transmissão efetuada em sistema por parte do cliente.

No entanto, é preciso ter em atenção que quando é efetuada uma transmissão de mercadoria para stock, apenas contemplando o número de caixas a rececionar de determinada referência, o WMS através dos dados logísticos anteriormente fornecidos (nº de caixas por palete e nº de caixas por fiada), automaticamente cria o número de paletes associadas e esse valor, pode estar errado e não coincidir. Neste sentido, à criação do número de paletes associadas à respetiva entrada, é gerado para cada uma delas um código único (Nº UM) que a identificará e permitirá rastrear durante todo o período de tempo que a mesma se encontrar no armazém. Para além deste código único que permite identificar uma paleta em armazém, há também outras referências possíveis de associar ao Nº UM, isto é, uma referência de paleta cliente e o SSCC- número de série da paleta.

A equipa administrativa efetua a impressão da Ficha de Aprovisionamento da entrada em stock e as respetivas etiquetas térmicas de aprovisionamento, em que ambas possuem códigos de barras para leitura através do terminal da pistola.

De seguida, a operação é assumida pela componente operacional, que por sua vez, deve garantir a alocação da viatura a um cais de descarga e assegurar que tem a respetiva ficha de aprovisionamento e etiquetas.

3.5.2 Conferência da Mercadoria

Para proceder à descarga da mercadoria e a respetiva conferência, é necessário que o *ticket* de temperatura fornecido pelo motorista à equipa administrativa esteja dentro dos valores exigidos. É habitual que a operação de receção e de conferência seja da responsabilidade de apenas um operador, deste modo, primeiramente, o operador dirige-se ao cais de descarga, e após garantir que o veículo está completamente imobilizado procede à sua abertura. De seguida, este deve verificar o estado geral da caixa isotérmica e da mercadoria, garantindo que esta se encontra nas condições adequadas para iniciar a descarga. Se a carga estiver em condições adequadas, isto é, se não se encontrar tombada/danificada, nem de modo a que possa colocar a segurança do operador em risco, a descarga da mercadoria é efetuada.

Após a descarga da mercadoria, é necessário que o operador efetue a respetiva conferência com auxílio da Ficha de aprovisionamentos, coloque as etiquetas nas paletes correspondentes, e realize a leitura das mesmas com o terminal da pistola, cumprindo impreterivelmente com as regras operacionais relacionadas com a segurança alimentar.

O processo de leitura dos códigos de barras das paletes é efetuado com auxílio de um dispositivo móvel de leitura, que faz interface com o sistema WMS e atualiza a informação em tempo real. Este processo de leitura pode ser automatizado se cada unidade logística recebida – paletes, possuir um SSCC codificado num código de barras, e a transmissão efetuada de aprovisionamentos contemplar estes mesmos códigos. Neste cenário, a leitura dos códigos de barras através do terminal da pistola, reflete-se numa verificação concreta se a unidade logística x efetivamente foi rececionada, e garantir a sua rastreabilidade.

No entanto, o cenário mais comum, é que a mercadoria rececionada não esteja associada a um código SSCC vindo do cliente, e por isso, este é gerado apenas com o processamento da entrada de mercadoria, e associado ao código de barras extraído nas etiquetas térmicas e na Ficha de aprovisionamento. É este processo que permite que a paleta definida anteriormente fique associada efetivamente a uma carga específica, com todas as características associadas e assim também garantir a sua rastreabilidade durante toda a sua permanência no armazém a temperatura controlada.

Como anteriormente mencionado, de modo a cumprir com os regulamentos em vigor relativamente à segurança alimentar, e ao controlo da manutenção da cadeia de frio, cada operador do departamento possui um manual do operador que dispõe de toda a informação e regras operacionais relacionadas com a segurança alimentar, nomeadamente, o controlo de temperatura de produtos alimentares; o seu correto manuseamento, higienização das instalações e higiene pessoal. Mercadoria de fresco rececionada deve encontrar-se a uma temperatura entre os +2°C e os +8°C, dependendo do tipo de produto, enquanto que os congelados devem encontrar-se a uma temperatura entre -18°C e os -22°C.

A primeira etapa associada a este aspeto trata-se da medição da temperatura da mercadoria, sendo que, o número de medições de temperatura necessárias depende do número total de paletes rececionadas (ver tabela 4).

Tabela 4. Número de medições de temperatura consoante o número de paletes rececionadas |
Fonte: Manual do Operador (STEF, 2021)

Número de paletes rececionadas	Número de medições de temperatura
1 - 3	1
4 - 6	2
7 - 10	3
+ 11	4

A conferência da mercadoria é fundamental, nomeadamente para averiguar possíveis danos na mercadoria, no seu suporte e também para identificar quaisquer divergências de informação anteriormente fornecida. Neste processo de verificação o operador deve preencher a Ficha de aprovisionamento com todas as informações da mercadoria que não estejam disponíveis na mesma e/ou colocar todas as alterações que sejam detetadas nessa receção, como diferenças de

quantidades, produtos, número de lotes, entre todas. Por sua vez, a informação das leituras de temperatura efetuadas, são também estas colocadas nesta Ficha no lugar destinado para o efeito, como também informações acerca da limpeza do veículo em que a mercadoria chegou.

Quando se efetuam receções de mercadoria no armazém vinda de fornecedores, é frequente que seja solicitado pelos clientes que sejam retiradas caixas de amostras, para posteriormente enviar para as suas instalações. O mais comum é que seja solicitado que se retire uma caixa de cada lote do fornecedor ou então uma caixa por palete após efetuada a conferência.

De seguida, é necessário que o operador assinale a quantidade e de que palete foi retirada cada caixa para que essa informação seja atualizada no momento da validação da entrada. De salientar que a quantidade de caixas retirada de amostras corresponde a um pedido de mercadoria, e que administrativamente é necessário que se crie em sistema um pedido manual e da respetiva etiqueta de expedição para identificar a paleta.

Deste modo, qualquer situação em que se verifiquem danos na mercadoria e/ou suporte, divergências na temperatura, ou nos produtos/quantidades, deve ser reportado ao cliente para que o mesmo possa confirmar ou informar a forma como proceder ao cenário apresentado.

3.5.3 Validação da entrada em stock em WMS

Após a conferência por parte do operador, e de preencher a Ficha de aprovisionamentos com as possíveis diferenças encontradas e informações relevantes em falta, este deve dirigir-se ao escritório para fornecer *feedback* da receção que efetuou, e entregar a Ficha à equipa administrativa. No entanto, pode ser necessário o apoio da equipa administrativa em cenários de discrepância relativamente ao número de paletes transmitidas e rececionadas, visto que, se o número de paletes rececionadas for superior, será necessário criar novos suportes em sistema, efetuar a impressão das etiquetas, para que posteriormente sejam colocadas nas paletes respetivas.

Anteriormente à realização da receção da mercadoria, não é incomum não haver em sistema, por exemplo, informação acerca da data de validade da mercadoria ou os lotes, o que faz com que, no momento da conferência seja necessário recolher essa informação através de etiquetas vindas com as paletes rececionadas.

Desta forma, de seguida, é necessário iniciar o procedimento administrativo que consiste em colocar em sistema WMS toda a informação recolhida de aprovisionamento durante a etapa anterior, e assim ser possível proceder à sua validação. As diferenças identificadas na receção podem recair sobre alterações de lotes, quantidades de caixas, de paletes rececionadas e os produtos que efetivamente foram rececionados face à transmissão efetuada no portal. Sendo que, todos os produtos que são rececionados e que ficarão armazenados em stock, necessitam de ser identificados com uma data de validade em sistema.

Nesta etapa é fundamental, sempre que há necessidade, comunicar e confirmar divergências que ocorreram no momento da receção e conferência com o cliente, antes de proceder à validação do movimento de entrada em sistema.

É de realçar que, quanto menor for a informação disponível na transmissão efetuada pelo cliente, ou existindo a ausência de uma leitura via SSCC, a necessidade de informação a recolher é superior, tal como a informação a transpor para o sistema de gestão de armazéns. Este facto encontra-se também associado a uma maior predisposição à ocorrência de erro humano.

Após finalizar em sistema a validação do movimento de entrada de mercadoria para stock, é reimpresso automaticamente a folha de aprovisionamento com a informação atualizada dessa receção, contendo a indicação de que o movimento se encontra validado. De seguida, é agrupada toda a documentação relativa à receção (Ficha de aprovisionamento não validada + Ficha de aprovisionamento validada + documento de transporte CMR e/ou *Picking-List* + *Ticket* de temperatura) e realiza-se arquivo digital e físico.

3.5.4 Arrumação da mercadoria no armazém – *Put-away*

A movimentação e a respetiva arrumação da mercadoria que é recebida no armazém, pode ocorrer sem que o movimento de entrada da mesma se encontre já validado em sistema WMS, visto que, após a identificação das paletes com a respetiva etiqueta de aprovisionamento no momento da conferência, garante à partida a sua rastreabilidade. Este facto garante uma maior flexibilidade e fluidez no encadeamento das operações do armazém, evitando assim possíveis perturbações nas movimentações e tempo excessivo desperdiçado.

Como já anteriormente mencionado, cada cliente apenas tem atribuída uma câmara onde será armazenada a sua mercadoria, adequada à temperatura de frio que necessitam os seus produtos, porém, o lugar exato onde cada uma das paletes de mercadoria acabará por ser colocada, dependerá exclusivamente dos lugares vazios no momento da necessidade de armazenamento. Sendo que, em circunstâncias extraordinárias em que o nível de ocupação interfere na atribuição das câmaras já definidas para cada cliente, é possível fazer ajustes no momento e ocupar outra câmara.

A listagem dos lugares vazios que existem em cada uma das câmaras de armazenamento é possível de obter através do software WMS, tal como efetuar a respetiva extração, contudo, é frequente que os operadores não recorram a este método, salvo exceções. A decisão por parte do operador do local onde colocar as paletes anteriormente rececionadas irá recair sobre os lugares que o mesmo identificou como vazios ao entrar na respetiva câmara.

Deste modo, após a identificação dos lugares concretos onde colocará as paletes, o operador, com auxílio de equipamento de movimentação mecânica de carga, traz as paletes da zona de receção/conferência para o interior da câmara. A fim de que a rastreabilidade seja assegurada durante toda a permanência da mercadoria em armazém, o operador efetua um *scan*/registo do código de barras que se encontra na paleta e do respetivo local onde a mesma foi armazenada. Essa informação é atualizada e fica disponível automaticamente no software de gestão de armazéns.

3.4.5 Pedidos de Mercadoria – *Order-Picking*

Encontrando-se a mercadoria armazenada em stock, é expectável que a determinado momento surja a necessidade por parte dos clientes de estabelecer um destino para a mesma. A mercadoria armazenada, por sua vez, pode tratar-se de matéria-prima que necessita de ainda ser transformada para posteriormente ser comercializada, ou então de produto final a ser entregue num destinatário, alcançando o consumidor final.

Nesta circunstância, semelhante ao que se verifica na receção de mercadoria para stock, é necessário que os clientes efetuem a transmissão de pedidos de mercadoria via portal do cliente e que incluam a(s) referência(s) dos produtos, a quantidade a servir e a definição do destinatário. Se na transmissão efetuada o cliente não incluir informação de lote e/ou uma data de validade do produto a servir no pedido, o sistema automaticamente servirá em pedido as unidades de produto que entraram há mais tempo em stock. Isto significa que o software está programado para processar pedidos com base no sistema FIFO – *first-in-first-out*, produtos em que a data de receção foi há mais tempo.

Em situação de produtos que possuem a mesma data de entrada em stock, o WMS assume como segundo critério o sistema FEFO – *first-expired-first-out*, servindo produtos em que a sua data de validade é inferior.

Contudo, vale salientar que no sistema de gestão de armazéns, mesmo contemplando as configurações acerca dos métodos anteriormente referidos, é possível selecionar manualmente o pedido do cliente ou efetuar qualquer tipo de alteração necessária. No seguimento das configurações definidas, o WMS possui também informação pré-definida em termos de características dos suportes e/ou tipos de estiva, consoante o seu destinatário, nomeadamente, se este se tratar de uma central, de um entreposto ou loja.

Os produtos com validade expirada estão à partida bloqueados pelo sistema, ou seja, se o cliente efetuar um pedido de uma referência que possui quantidade com validade expirada, essa mesma quantidade surge como rutura. Apesar disso, ainda é possível servir estes produtos que se encontram fora do prazo da validade após confirmação do aviso, contudo, a única possibilidade de saírem de stock é com confirmação por parte do cliente, e com o intuito de ou regressarem às instalações deste, ou irem para destruição.

Os clientes recebem, conforme frequência definida, o relatório dos produtos que estão expirados ou prestes a expirar, possibilitando um controlo sobre a mercadoria que possuem armazenada e facilitar na sua gestão.

A preparação efetiva dos pedidos na STEF, habitualmente, realiza-se no dia útil anterior ao dia da entrega, no entanto, se se tratar por exemplo, de um pedido internacional, a preparação pode iniciar-se de dois a três dias úteis anteriores ao dia da entrega, de modo a que seja possível cumprir com o dia definido.

Os pedidos de mercadoria efetuados chegam ao WMS via EDI normalmente de forma quase instantânea, sendo também comum por parte de alguns clientes, a comunicação à equipa administrativa através do e-mail onde referem todos os pedidos já efetuados através do portal e possíveis instruções adicionais para os respetivos pedidos. Alguns exemplos destas instruções dizem respeito à utilização de uma paleta por produto ou referência, a possibilidade de sobrepor paletes ou identificação extra das paletes para além da etiqueta de expedição.

Os pedidos a processar no dia atual de atividade estão agrupados dentro de cada dossier do WMS, sendo que é necessário entrar no dossier específico de cada cliente para que seja possível processar os respetivos pedidos.

Ao processar um pedido de mercadoria é extraído de sistema as respetivas fichas de preparação e as etiquetas logísticas do tipo GS1-128. Estas fichas contêm códigos de barras, que através do picar pelo terminal da pistola, o processo de preparação se inicia. Nestas fichas de preparação de pedido podem seguir indicações complementares fornecidas pelo cliente para o modo de preparação.

Em virtude da panóplia existente de clientes na STEF, a preparação dos pedidos de mercadoria, podem incluir cenários com *List-Pick*, *Pallet-Pick* e a junção das duas preparações, *List & Pallet-Pick*. O método mais comum e também o que se verifica em maior volume, diz respeito às preparações de *Pallet-Pick*.

As fichas de preparação que são extraídas do sistema WMS no momento de processamento de um pedido diferem consoante os cenários de preparação associados. Um pedido que inclui somente *Pallet-Pick*, a ficha de preparação consiste na lista de paletes em saída direta de reserva e possui informações da localização de cada uma das paletes a servir, referência do produto, data de entrada e data de validade, lote, destinatário, peso líquido, quantidade de caixas presente em cada paleta e total de paletes a recolher. No que respeita aos pedidos que incluem apenas *List-Pick*, é extraído de sistema uma ficha de preparação com informação idêntica à mencionada anteriormente para os pedidos de *Pallet-Pick*, mas acrescentando a zona de preparação e possíveis indicações relativas ao suporte a utilizar e estiva. Num pedido de *List-Pick*, as caixas a recolher de determinado produto podem ser recolhidas em zona de *picking*, se este possuir lugar de *picking* no armazém, ou em zona de reserva, se a paleta se encontrar armazenada em altura numa estante. Deste modo, ao ser necessário efetuar *picking* em zona de reserva, para além da ficha de preparação extraída, é impressa automaticamente uma listagem das paletes a descer da estante para recolher a quantidade necessária. Por outro lado, quando num pedido a quantidade necessária a recolher em zona de *picking* não é a suficiente para servir o pedido na totalidade, ou este se encontra abaixo do nível mínimo (1 fiada de caixas), é impressa a listagem com a paleta a baixar para efetuar um reaprovisionamento desse buraco de *picking* no armazém. Relativo aos pedidos que incluem a junção de *Pallet-Pick* e *List-Pick*, as fichas de suporte para a preparação dos mesmos podem incluir as mencionadas anteriormente, conforme a situação.

Após o processamento de pedidos de mercadoria pela equipa administrativa, o seguimento da atividade é transferido para a componente operacional, que efetuará a preparação física dos

pedidos. A sua ordem de preparação no cais habitualmente tem em consideração aspetos como a prioridade, sendo que em algumas circunstâncias, o plano de distribuição do departamento de transportes também tem influências nas decisões operacionais.

O método para a preparação de pedidos adotado pelo operador logístico é o *picking-by-order*, ou seja, cada operador de *picking* realiza um pedido de cada vez e só quando este fica finalizado é que inicia um outro novo pedido. Para a satisfação dos pedidos, ocorrem movimentos em armazém associados às paletes que contêm o produto, que à conta da existência de rastreabilidade do sistema WMS é possível de os consultar.

Os operadores de *picking* vão efetuando a preparação dos pedidos com o apoio das fichas de preparação em papel e das listagens correspondentes. Recorrendo ao auxílio dos sistemas de movimentação necessários, através do código de barras disponível em cada ficha de preparação vão sendo efetuadas as picagens com o terminal da pistola. De seguida, o operador deve proceder à filmagem da paleta com película estirável transparente utilizando a máquina de *stretch* e identificar com a etiqueta de expedição. Consoante vão sendo finalizados os pedidos, os operadores colocam as paletes prontas na zona destinada ao efeito, para que posteriormente a equipa do departamento de Cais dê seguimento na operação de expedição.

O seguimento da mercadoria que é preparada, em dois cenários, é da responsabilidade do departamento de cais, isto é, pode tratar-se de um pedido com entrega nacional ou internacional ou uma recolha em cais (possuem a responsabilidade de carregar as viaturas com a mercadoria preparada). Porém, mesmo se tratando de um cenário esporádico, quando é um transporte externo da responsabilidade do cliente, é o departamento LOG que efetua a carga na viatura – cargas logísticas.

3.6 Configuração exata da situação atual

Tendo em consideração a informação disposta na tabela 1, em confronto com o *modus operandi* da organização descrito no ponto anterior, é possível concluir que o mesmo cumpre com os requisitos e indicações estabelecidos na legislação vigente respeitante à matéria de higiene e segurança alimentar.

Relativamente ao critério geral e de formação, a organização fornece a todos os colaboradores que ingressam, um manual de boas práticas com instruções de trabalho relativas à segurança e higiene alimentar, como também formação específica. Esta formação é dedicada aos colaboradores de todos os departamentos, incluindo motoristas subcontratados, não tendo um caráter único, sendo esta renovada consoante necessidade ou alterações/ajustes que sejam adotados.

Os planos de higienização são do conhecimento de todos os colaboradores e é esperado que todos tenham um papel ativo, mesmo que parte destas atividades sejam da responsabilidade da equipa subcontratada.

Por outro lado, é prática comum que para além das auditorias externas que se realizam periodicamente, sejam realizadas inspeções concretas às operações da organização, para supervisão e controlo por parte do departamento de higiene e segurança no trabalho.

A organização pretende garantir continuamente a melhoria das operações, qualidade do serviço prestado, manutenção da cadeia de frio e a rastreabilidade que é exigida e fundamental no contexto alimentar. No cais e nas câmaras é possível de identificar uma forte presença da filosofia lean essencialmente da técnica de Gestão visual, através de placardes com identificações de zona, de corredores, localizações de armazenamento, delimitações visuais para equipamentos, indicadores (KPI's) referentes à atividade do dia anterior, entre outros.

Foram identificados alguns problemas na componente administrativa e operacional relacionados com as operações em análise (tabela 5).

Tabela 5. Problemas Identificados

Operação	Problema	Descrição
Geral	Trabalho duplicado	Este facto verifica-se algumas vezes associado a trabalho maioritariamente administrativo, na componente administrativa. Nomeadamente através da solicitação de verificações no armazém a operadores logísticos diferentes, resposta ao mesmo e-mail contendo o mesmo conteúdo, criação de pedidos de mercadoria manuais em sistema, entre outros exemplos.
Receção de mercadoria para stock e Cargas logísticas	Falta de informação por parte da equipa LOG relativa às receções de mercadoria e às cargas logísticas a acontecer no dia/semana/mês.	Por vezes as equipas iniciam o dia sem ter conhecimento efetivo do número de receções e relativas a que cliente vai haver nesse dia.
	Número pendente de descargas elevado	Em determinados dias verifica-se um número elevado de veículos com mercadoria para stock, sem possibilidade que a equipa de operação consiga dar logo seguimento e proceda à descarga. Em algumas destas situações, há a chegada de veículos com mercadoria sem aviso prévio por parte do cliente.
Conferência da Mercadoria	Tempo elevado a realizar a atividade de conferência	Por vezes, a transmissão efetuada pelo cliente está incompleta (sem dados acerca do peso total, número de caixas, lote(s), entre outros) e pode levar a que não coincida com a mercadoria efetivamente rececionada. Este facto leva a que o sistema no processamento dessa receção assuma determinado número de paletes, peso, nº de caixas por palete que pode estar incorreto. Deste modo, os operadores podem necessitar do apoio da equipa administrativa para se efetuar alterações, nomeadamente acrescentar suportes (paletes), imprimir mais ou a totalidade das etiquetas e/ou reimprimir a Ficha de Aprovisionamentos. A conferência da mercadoria na operação pode refletir-se em maior dificuldade, se tornar mais demorada e suscetível a erros.
Validação da entrada em stock	Erros nos dados logísticos de alguns produtos no software WMS	Ocasionalmente são detetados erros nos dados logísticos de alguns produtos podendo posteriormente se refletir em erros de <i>picking</i> . Estes erros, normalmente associados à referência dos lotes, podem ter tido origem na componente operacional, ou então na administrativa, associados ao <i>input</i> de dados em WMS, anteriormente obtidos na conferência da mercadoria.

Receção de Mercadoria; Conferência; Preparação de Pedidos	Colaboradores com dificuldade em executar algumas tarefas	A panóplia de clientes distintos desencadeia uma diversidade de conhecimentos e necessidades específicas associados a cada cliente, levando a que formação relativa ao modo de efetuar as tarefas possa ser genérico. Por outro lado, alguns colaboradores usam o terminal de leitura de código de barras pela primeira vez.
---	---	--

Os problemas identificados possuem uma interligação com os tipos de desperdícios mais frequentes de se verificarem numa organização. No seguimento daquilo que o pensamento Lean representa e na premissa de que apenas as atividades pelas quais o cliente está disposto a pagar acrescentam valor numa organização, qualquer tipo de desperdício deve ser eliminado ou pelo menos reduzido. No entanto, os desperdícios podem representar e ter implicações diferentes consoante o ambiente e a realidade organizacional em que estes se verificam. Considerando a realidade do operador logístico enquanto prestador de serviços logísticos aos seus clientes, o foco recai na concretização das atividades logísticas a nível operacional pois são as que representam valor para o cliente.

A possibilidade de garantir a melhoria contínua e o aumento da eficiência recai na necessidade de identificar as atividades que representam qualquer tipo de desperdício na atividade fulcral e as tentar eliminar. Quando não é possível eliminar por completo essas atividades, devem ser desenvolvidas formas de minimizar o impacto que esse desperdício representa.

Deste modo, o trabalho duplicado representa a ocorrência de trabalho desnecessário, tal como a falta de orientações concretas e de informação podem desencadear situações de improdutividade, a ocorrência de erros, um excesso de movimentações, entre outras.

3.7 Potencialidades e sugestões de melhoria

Tendo por base a conjugação da análise teórica efetuada e a respetiva pesquisa empírica no departamento de Logística da STEF Porto, permitiu obter o *output* relativo às dimensões onde se verificam as potencialidades e um conjunto de sugestões de melhoria.

Na figura 16 é possível verificar as três dimensões identificadas onde residem as potencialidades de melhoria, tratando-se nomeadamente da gestão de tarefas e planeamento; formação e comunicação e partilha.

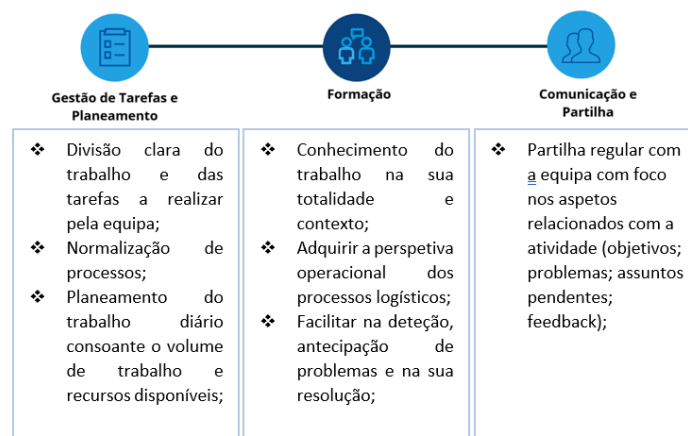


Figura 16. Potencialidades

A dimensão relativa à gestão de tarefas e planeamento foca-se na divisão clara do trabalho a realizar e na respetiva atribuição das tarefas por cada membro da equipa com vista a contribuir, por exemplo, para a eliminação do trabalho duplicado. A normalização dos processos e o planeamento do trabalho a realizar diariamente, consoante o volume de trabalho e dos recursos disponíveis, surgem como potencialidade para a melhoria da produtividade e um aumento da eficiência.

Por sua vez, a dimensão da formação agrega a potencialidade de deteção e antecipação de problemas tal como a sua resolução, através do investimento em formação para um aumento do conhecimento do contexto de trabalho e das tarefas inerentes. O conhecimento mútuo da perspetiva operacional e administrativa permitirá aos colaboradores um conhecimento mais amplo, capaz de facilitar o trabalho de todos.

Em suma, a comunicação e a partilha devem ser o elo de ligação entre todos os colaboradores com foco na partilha de conhecimentos, de informações fundamentais para a concretização do trabalho e a troca de *feedback* regular.

Deste modo, considerando os problemas identificados anteriormente na tabela 5, foi definido um conjunto de sugestões de melhoria (tabela 6), com a finalidade de os resolver, ou pelo menos atenuar os seus efeitos.

Tabela 6. Sugestões de Melhoria

Operação	Método	Descrição
Geral	Divisão detalhada do trabalho e das tarefas pelos elementos da equipa	Distribuição dos clientes de stock pelos elementos da equipa administrativa, contabilizando o(s) elemento(s) de substituição em caso de ausência do principal responsável. Distribuição detalhada e concreta das tarefas e responsabilidades de cada elemento. Reunião diária de equipa, preferencialmente ao início do dia de trabalho, para partilha de feedback do trabalho realizado, possíveis dificuldades/problemas e assuntos pendentes de resolução.
Receção de mercadoria para stock e Cargas Logísticas	Modelo de partilha de informação para planeamento e seguimento da atividade (Anexo I)	O ficheiro partilhado em Excel estará disponível através da rede, tendo como objetivo auxiliar no planeamento e seguimento da atividade. O preenchimento deste ficheiro seria da responsabilidade da equipa administrativa, assim que surgisse o aviso de receção de mercadoria ou da carga logística por parte do cliente. A informação a incluir no ficheiro seria: a tipologia (recolha no cliente, camião, contentor paletizado, contentor a granel ou uma carga logística); informação do cliente, fornecedor, quantidade de paletes/número de caixas. O agendamento das descargas/cargas poderá contemplar janelas horárias de cerca de 30-35 minutos.
	Planeamento e organização do trabalho com o auxílio do Modelo de partilha de informação para planeamento e seguimento da atividade	Os coordenadores de operações, idealmente, nas últimas horas do dia de trabalho, consultariam o Modelo para planeamento e seguimento da atividade de forma a planear e organizar o trabalho na componente operacional para o dia seguinte.

		Assim sendo, existiria a visão geral do trabalho implícito às operações de receção, conferência e armazenamento a ocorrer no dia seguinte, possibilitando o planeamento e organização do trabalho e dos recursos humanos consoante as necessidades. Associado a este contexto, as informações do planeamento e organização das receções de mercadoria e cargas logísticas, seriam partilhadas também com a equipa operacional – afixar a informação no cais.
Conferência da Mercadoria	<p>Realizar uma verificação e atualização, se necessário, tendo por base a documentação fornecida à receção (Packing-List e/ou CMR);</p> <p>Adequar o nº de colaboradores à receção em questão;</p>	<p>Antes de efetuar o processamento de uma entrada em stock, e a respetiva impressão da Ficha de aprovisionamento e etiquetas, realizar uma comparação com a documentação recebida (<i>Packing-List</i> e/ou CMR). Se existirem diferenças em termos de nº de paletes face à transmissão, e a possibilidade de acrescentar nova informação, deve ser efetuado, de modo a facilitar e tornar mais rápida e fluída a tarefa a nível operacional. Este facto pode garantir a aproximação da tarefa de conferência numa confirmação de dados/informações, e afastar do contexto de recolha destes aspetos.</p> <p>Os coordenadores de operações, de acordo com a mercadoria a rececionar, a quantidade de paletes, a informação disponível para a conferência e a necessidade de retirar caixas de amostras, podem decidir que há a necessidade e a possibilidade de a tarefa ser realizada por mais do que um operador, de modo que a mesma seja mais produtiva e eficiente.</p>
Validação da entrada em stock	Conferência via leitura de SSCC	<p>Alguns dos clientes de stock possuem o seu sistema operacional associado diretamente ao sistema de gestão de armazéns do operador logístico, o que faz com que a informação e movimentos efetuados seja transmitido de forma automática nos dois. Assim sendo, quando há uma receção de mercadoria, o sistema do cliente transmite automaticamente toda a informação da mercadoria a ser rececionada, o que faz com que a conferência se baseie na leitura dos SSCC presentes nas etiquetas das paletes do cliente e o sistema efetue a sua confirmação. Associado a cada SSCC corresponde uma referência de produto, lote específico, quantidade de caixas da paleta, peso líquido e bruto, estando esta informação presente em WMS sem necessidade de alteração.</p> <p>Idealmente, pretende-se que este método se possa alargar a mais clientes garantindo uma maior produtividade e diminuição da propensão a erro humano.</p>
Receção de Mercadoria; Conferência; Preparação de Pedidos	<i>Standard Work</i> – padronização do trabalho e das tarefas	Criação e partilha de guias de instruções de trabalho com imagens ilustrativas, dicas e etapas definidas, nomeadamente um guia para utilização do leitor de código de barras e de associada a cada uma das operações desenvolvidas pela equipa LOG. A sua aplicação e correspondente acompanhamento seria orientado pelos chefes de equipa e responsáveis de operações.

Capítulo IV

4. Estudo dos Movimentos em Armazém de um Cliente

Este capítulo tem como finalidade o estudo dos movimentos de saída de produtos, de um dos clientes que usufrui do serviço de armazenamento de mercadoria em stock, na delegação da STEF Porto. Posteriormente, no subcapítulo 4.5, pretende-se dar a conhecer os dois modelos matemáticos desenvolvidos para o estudo de uma possível diminuição dos custos inerentes à operação de *picking* e de armazenagem.

4.1 Rastreabilidade e movimentos

O sistema *warehouse management system* - WMS utilizado pelo operador logístico, agrega um alargado conjunto de movimentos com especificidades e objetivos distintos. No que concerne aos movimentos efetuados em sistema, de caixas e paletes que são armazenadas em armazém, há três tipos de movimentos que se destacam pela generalidade que abarcam. Os principais movimentos de saída de mercadoria, isto é, que ocorrem quando se verifica a preparação de pedidos de clientes, são designados nomeadamente por PRES, PHOM e PPIC.

Na tabela abaixo, a título de resumo, encontram-se descritos cada um dos movimentos anteriormente mencionados:

Tabela 7. Descrição dos movimentos PRES, PHOM e PPIC

Tipo de Movimento	Descrição
PRES	Corresponde ao movimento de baixar uma paleta para o chão, para que posteriormente seja retirada a quantidade de produto necessária para satisfazer determinado pedido/encomenda – <i>List-Pick</i> . Após retirar a quantidade necessária, a paleta volta a ser subida para o seu lugar de origem de armazenamento. Aos produtos que têm associados movimentos do tipo PRES, ou seja, em que o lugar de armazenamento definido é como lugar de reserva, não existe uma atribuição de lugar de <i>picking</i> – lugar no chão.
PHOM	É quando é retirada do lugar de armazenamento uma paleta direta, isto é, com a totalidade da quantidade de produto que a mesma possui no momento, para servir um pedido de mercadoria - <i>Pallet-Pick</i> . Esta quantidade pode ser a mesma com que a paleta entrou inicialmente em armazém, ou com a quantidade que restou após ser retirada alguma quantidade em <i>picking</i> para servir um outro pedido – através de movimentos do tipo PRES.
PPIC	Consiste na recolha dos produtos armazenados, de modo a recolher o produto certo, na quantidade correta, de acordo com o pedido em preparação - <i>List-Pick</i> . Produtos que têm associados movimentos do tipo PPIC possuem lugar de <i>picking</i> em armazém, isto é, existe lugar no chão do armazém para esses produtos.

Relativamente à compatibilidade e incompatibilidade dos tipos de movimentos mencionados, é possível se verificarem os seguintes cenários em armazém:

- ❖ Produto ter apenas associado movimentos do tipo PRES;
- ❖ Produto ter associado movimentos do tipo PRES + movimentos PHOM;
- ❖ Produto ter associado apenas movimentos PHOM;
- ❖ Produto ter apenas associado movimento do tipo PPIC;
- ❖ Produto ter associado movimentos PPIC + movimentos do tipo PHOM;

Face aos cenários apresentados, em termos de método de armazenamento, os movimentos do tipo PHOM e do tipo PRES encontram-se associados ao armazenamento de paletes em altura em estante, em zona de reserva. Por sua vez, os movimentos do tipo PPIC representam o lugar no chão do armazém, por baixo das estantes – buraco de *picking*, em zona de *picking*.

Deste modo, é possível afirmar que os movimentos do tipo PRES e do tipo PPIC são movimentos incompatíveis, e por isso não ocorrem em simultâneo para um produto em armazém. Os movimentos do tipo PRES ocorrem quando não existe buraco de *picking* para o produto em questão.

É de notar que, caso se verifique em sistema produtos que possuam os dois movimentos em simultâneo, PRES e PPIC, é provável que nesse período considerado se tenha efetuado alguma alteração na forma de armazenamento. Ou seja, um produto com lugar em estante, em zona de reserva pode ter passado a ter buraco de *picking*, ou o contrário.

4.2 Estudo dos Movimentos de saída de um cliente

De modo a realizar um estudo dos movimentos de saída, alusivo a produtos armazenados na STEF Porto, selecionou-se um dos clientes que usufrui dos serviços prestados pelo departamento de logística.

Cada cliente possui especificidades e algumas características singulares com os serviços contratados, sendo que, a escolha pelo cliente alvo da análise deveu-se ao facto deste mesmo possuir:

- ❖ Receções diárias de mercadoria para armazenar em stock (média de 33 paletes diariamente);
- ❖ Número elevado de produtos armazenados (mais de 200 referências diferentes);
- ❖ Preparações diárias de pedidos que incluem *List-Pick*, *Pallet-Pick* e a junção das duas preparações, *List & Pallet-Pick*.

A partir da extração dos dados do sistema de gestão de armazéns – WMS, foi realizada uma análise tendo por base os movimentos em armazém do tipo PRES, PHOM e PPIC do cliente selecionado para o estudo, decorrentes do ano de 2021.

Os movimentos são relativos a 228 referências de produtos diferentes, sendo este o número total de referências associadas às preparações dos pedidos deste cliente nesse ano. Na tabela 8 é possível verificar o resumo do número de movimentos por tipo, tal como o número de caixas total movimentadas e a respetiva média por movimento efetuado, no período considerado.

Tabela 8. Número de Movimentos e de caixas no ano de 2021 do Cliente em estudo

Tipo de Movimento	Número de Movimentos	Número de Caixas	Média Número de caixas movimentadas por movimento	Número Produtos associados
PRES	916	21989	242	91
PHOM	6311	589597	2993	197
PPIC	1298	31300	1159	27
Total:	8525	642886		

Considerando o número de dias úteis do ano de 2021 de 253 dias, é possível afirmar que diariamente, em média, foram efetuados cerca de 34 movimentos de saída de mercadoria deste cliente e foram movimentadas cerca de 2541 caixas.

O número de movimentos PRES, PHOM e PPIC, tal como o respetivo número de caixas movimentadas dispostos na tabela 8, encontram-se associados respetivamente a 91, 197 e 27 produtos.

O tipo de movimento PHOM, relativamente aos restantes tipos de movimentos, foi o que se verificou em maior quantidade (6311), correspondendo assim a cerca de 74% do número total dos movimentos efetuados no ano de 2021 deste cliente. Este facto permite concluir que é nessa proporção que a mercadoria sai de armazém, ou seja, através de pedidos que incluem a saída de paletes diretas - *Pallet-Pick*. Por outro lado, este tipo de movimento de saída agrega sempre o número de caixas total que a paleta possui, neste sentido é expectável que seja com este que se verifique também o maior número de movimentação de caixas (589597).

De seguida, por ordem crescente, verificaram-se maiores movimentos do tipo PPIC (1298) e do tipo PRES (916), representando respetivamente cerca de 15% e 11% dos movimentos totais efetuados nesse ano. Neste sentido, o número de caixas movimentadas acompanha a tendência, no entanto, a diferença deste número entre os dois cenários (9311 caixas) representa menos de 2% no número total de caixas movimentadas (642886). Deste modo, é possível afirmar que a preparação de pedidos em zona de *picking* foi superior relativamente à preparação em zona de reserva, no mesmo sentido que, quando confrontado com a média do número de caixas por movimento efetuado, a quantidade relativa aos movimentos PPIC é também mais significativa (1159) face ao de PRES (242).

4.2.1 Rotatividade dos Produtos

Foi realizado o tratamento dos dados recolhidos, consistindo no cálculo do número de movimentos de cada tipo (PRES, PHOM e PPIC), e da respetiva quantidade de caixas movimentadas associado a cada uma das 228 referências de produtos. De seguida, através das somas totais obtidas e das médias de cada um dos parâmetros, foi realizada uma análise da rotatividade dos produtos.

Considerando os dados disponíveis na tabela 8, no que respeita ao número total de movimentos efetuados em armazém e do número de caixas movimentadas, é possível afirmar que em média

cada referência de produto em análise, obteve 37 movimentos e foram movimentadas cerca de 2800 caixas.

Assim sendo, 62 produtos da análise tiveram durante o ano de 2021 mais do que o número médio de movimentos (37 movimentos), isto é, cerca de 27% dos produtos. Por sua vez, no que respeita aos produtos que tiveram 37 movimentos ou menos durante esse ano, estes representam mais do que a maioria com uma percentagem de cerca de 73%.

Analisando com detalhe os tipos de movimentos associados aos produtos que obtiveram mais de 37 movimentos anuais, conclui-se que normalmente estão associados a movimentos de saída de paletes diretas – PHOM (cerca de 68%) e cerca de 23% encontram-se associados a movimentos de PPIC. Em suma, apenas 8% se deveram a movimentos do tipo PRES.

Por outro lado, nos movimentos com menor rotatividade, normalmente estão associados a junção de movimentos do tipo PRES e PHOM, em que os do último tipo são em pequenas quantidades. Existem diversos produtos que possuem exclusivamente movimentos do tipo PHOM, mas em reduzida quantidade, o que explica a sua baixa rotatividade. No que respeita aos movimentos do tipo PPIC neste cenário, apenas 11 produtos (7%) possuem algum movimento deste tipo.

Relativamente ao número de caixas movimentadas, em geral encontra-se a tendência normal esperada, de que produtos que possuem uma maior rotatividade, ou seja, com maior número total de movimentos, também possuem uma maior quantidade de caixas movimentadas associadas.

A título de resumo, é possível verificar a quantidade de produtos (tabela 9), e a respetiva percentagem (figura 17), associados a cada um dos cenários dos movimentos de saída efetuados no ano de 2021.

Tabela 9. Produtos associados a cada cenário de tipos de movimento

Movimentos	Quantidade de Produtos
PRES	25
PRES + PHOM	54
PHOM	122
PPIC	6
PPIC + PHOM	9
PRES + PHOM + PPIC	12
Total:	228

Através dos dados dispostos na tabela acima, é possível verificar que 153 produtos possuem exclusivamente um tipo de movimento em armazém, enquanto que 63 deles possuem dois tipos e por fim, 12 produtos têm os três tipos de movimentos em análise.

Produtos vs Tipos de Movimento

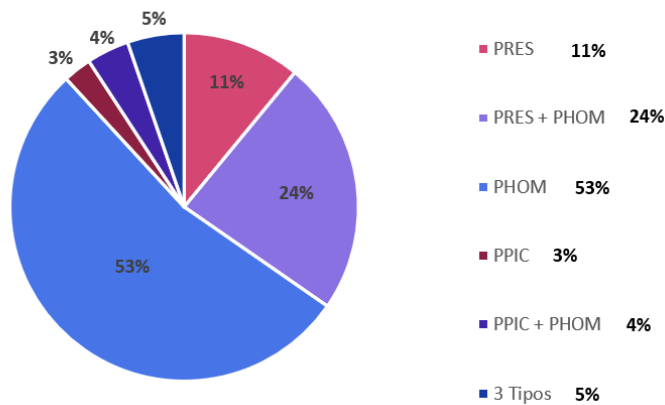


Figura 17. Produtos vs Tipos de Movimento

No que respeita aos 12 produtos que possuem os três tipos de movimentos (5%), como já anteriormente mencionado, este facto significa que ocorreu alguma alteração no seu método de armazenamento durante o período de tempo em análise.

4.2.2 Análise das datas de validade

As práticas de higiene e segurança alimentar são a prioridade na atuação do operador logístico em análise, sendo que este facto é visível desde o momento de que a mercadoria é rececionada em armazém, até ao momento que é entregue no seu destinatário final. A importância da informação relativa às datas de validade assume uma importância não só para que seja possível dar entrada da mercadoria em armazém, mas também pela existência de uma data de validade mínima definida por alguns dos destinatários. Posto isto, o não cumprimento desta exigência resultará em incidência, na respetiva devolução da mercadoria e consequentemente, em custos acrescidos.

O método FIFO – *first-in-first-out*, é o método pelo qual o WMS se rege e prioriza no processamento de pedidos de mercadoria, o que por si só facilita e pode ajudar a evitar que a mercadoria ultrapasse a data de validade e posteriormente resultar em desperdício para o cliente. No entanto, como já mencionado, o cliente pode e é frequente efetuar a transmissão, selecionando especificamente a mercadoria e a data de validade que pretende servir, tendo em consideração as exigências do destinatário.

Na tabela 10, encontra-se a análise efetuada relativa às datas de validade e dos dias necessários até a mercadoria ser movimentada no armazém, associado a cada um dos três tipos de movimentos.

Tabela 10. Análise das datas de validade por tipo de movimento

Movimentos PRES	Mínimo	Média	Mediana	Moda	Máximo	Desvio Padrão	Data de Validade Expirada
Dias de Validade da mercadoria ao entrar no armazém	180	523,27	544	545	549	58,11	0
Dias de Validade da mercadoria ao sair do armazém	-11	472,81	504	524	547	81,36	2
Nº Dias até a mercadoria ser movimentada	0	50,46	33	0	417	55,98	-
Movimentos PHOM							
Dias de Validade da mercadoria ao entrar no armazém	157	401,99	367	365	672	68,37	0
Dias de Validade da mercadoria ao sair do armazém	-9	473,37	516	534	856	81,94	1
Nº Dias até a mercadoria ser movimentada	0	17,04	6	1	212	27,52	-
Movimentos PPIC							
Dias de Validade da mercadoria ao entrar no armazém	33	522,76	544	545	955	85,05	0
Dias de Validade da mercadoria ao sair do armazém	0	469,06	503	532	547	87,36	0
Nº Dias até a mercadoria ser movimentada	0	53,69	36	14	546	57,85	-

Em média, associado a qualquer um dos movimentos, um produto dá entrada e saída de armazém com um número de dias de validade suficiente para cumprir com os requisitos de data de validade máxima e mínima definida pelos destinatários habituais do cliente. Considerando que em geral para a maioria dos destinatários (centrais, grossistas/hipermercados) se encontra estabelecido um número mínimo de 365 dias de validade e um máximo de 730 dias para rececionar a mercadoria, é possível afirmar que em média, para estes destinatários, a percentagem de aceitação da mercadoria expedida do armazém neste ano teria sido de 81%.

Enquanto requisito obrigatório, nenhum produto pode dar entrada em armazém com a data de validade caducada, e por esse motivo, em nenhum dos movimentos em análise houve associado qualquer produto com a data expirada (0). No entanto, associado aos movimentos PRES e PHOM, respetivamente 2 movimentos e 1 movimento, deram saída do armazém com a data de validade caducada, o que significa que estiveram em armazém tempo suficiente para esse facto se verificar. O número máximo de dias com a data de validade expirada que os produtos saíram de armazém

foram de 11 e o mínimo de 9 dias, sendo que, também como única alternativa, o destinatário desta mercadoria caducada foram as instalações do próprio cliente.

Relativamente ao tempo médio que uma palete permanece armazenada sem ocorrer qualquer tipo de movimento, este é superior quando associado aos movimentos PPIC (54), tendo sido também neste tipo de movimento, face aos outros dois, onde se verificou o número mais elevado de dias até ocorrer um movimento (546). Seguem-se os movimentos PRES e os movimentos do tipo PHOM com respetivamente, 50 e 17 como média do número de dias em armazém até o produto ser movimentado. Por outro lado, associado aos três tipos de movimentos, verificou-se a existência de movimento no dia em que a mercadoria foi rececionada no armazém, porém, apenas associado ao movimento PRES é que este cenário é o mais frequente de ocorrer (moda=0).

4.4 Estudo para a minimização dos custos com a operação de *picking* e armazenagem

As operações de *picking* e de armazenagem resultam na maior concentração dos custos anuais das operações de armazém, como anteriormente mencionado, correspondem respetivamente a 55% e 20% dos mesmos (Bartholdi & Hackman, 2014 & Tompkins et al, 2010). Deste modo, revela-se pertinente que o foco seja na melhoria contínua destas operações para que, conseqüentemente, possa resultar na redução dos custos associados às mesmas.

De acordo com informação obtida através da organização em estudo, o lugar no chão de armazém na zona de *picking*, comparativamente com um lugar de armazenamento em altura na estante, em zona de reserva, tem um custo 12 vezes superior. Assim sendo, para um cliente que possua um número elevado de referências de produtos e pouco volume de *picking*, à partida não compensa que existam lugares de *picking* para esses produtos no armazém, como é o caso do cliente em análise. No armazenamento de produtos congelados é mais económico a otimização dos m^3 do que os m^2 , no entanto, devido à estrutura existente na STEF Porto, é necessário optar por uma solução que representa ineficiência operacional, mas que otimiza a estrutura do armazém.

No que respeita à produtividade associada a *picking* em zona de reserva (movimentos PRES) e em *picking* efetuado em zona de *picking* (movimentos PPIC), esta é de respetivamente 150 caixas/hora e 200 caixas/hora.

Tendo em consideração estes dados, a otimização destas operações e a respetiva diminuição de custos associados, podem estar associados às seguintes hipóteses:

- ❖ O lugar no chão de armazém, em zona de *picking*, representa um maior custo para o operador logístico, por isso este deve ser otimizado;
- ❖ Um lugar de *picking* no chão do armazém é otimizado se associado ao produto existir um elevado número de movimentos (PPIC) e também um número de caixas considerável a sair em encomendas dos clientes;
- ❖ Caso seja solicitado *picking* de um número elevado de caixas e/ou ocorre um número elevado de movimentos PRES associados a um produto que tem o seu armazenamento em

zona de reserva, pode revelar-se mais eficiente e produtivo que esse produto passe a ter um lugar no chão do armazém em zona de *picking*;

Como anteriormente mencionado, os movimentos do tipo PRES e PPIC são movimentos incompatíveis, pelo que a informação em sistema da ocorrência destes dois em simultâneo, ou seja, o produto possuir em simultâneo os três tipos de movimentos, indica que ocorreu uma alteração na sua forma de armazenamento e forma de sair em preparações. Deste modo, dos 228 produtos, 12 destes possuem os três tipos, e por essa razão não vão ser considerados neste estudo. No seguimento das hipóteses mencionadas acima foram seleccionados os produtos passíveis de estudo consoante os objetivos pretendidos.

Movimentos PRES

Dos 91 produtos com movimentos do tipo PRES, foram seleccionados aqueles que, no ano em análise, tiveram valores iguais ou superiores a 20 movimentos anuais, isto é, 8 produtos. Sendo o número de caixas um aspeto fundamental deste tipo de movimento, dos 8 produtos seleccionados, o número mínimo de caixas movimentadas associado a um produto foi de 430. Deste modo, foi definido como mínimo as 430 caixas, fazendo acrescentar à análise os produtos que durante o ano 2021 tiveram um número superior a 430 caixas solicitadas em pedidos, ou seja, 3 produtos.

Na totalidade foram seleccionados 11 produtos, acerca dos quais se efectuou uma análise de sazonalidade, isto é, a evolução do número de movimentos ocorridos e o número de caixas movimentadas ao longo dos meses do ano de 2021.

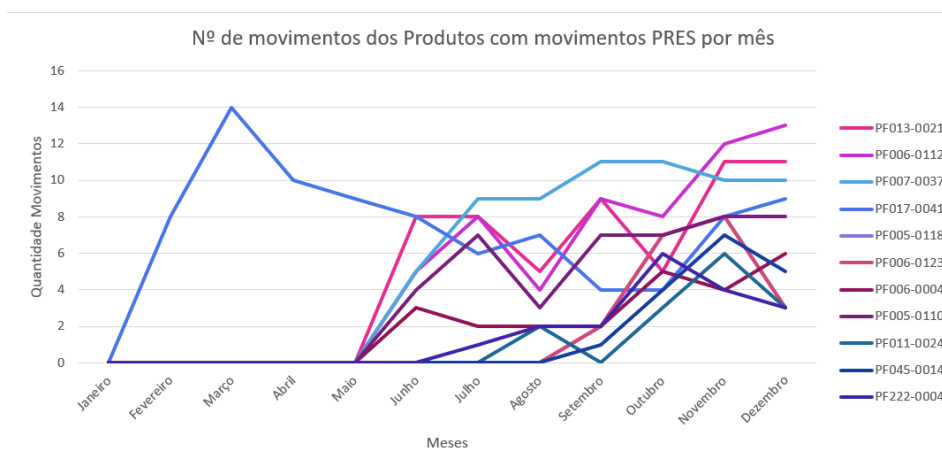


Figura 18. Nº de movimentos por mês dos produtos com movimentos PRES

De acordo com a Figura 18, é possível afirmar que não se verificam quaisquer movimentos PRES até ao mês de maio, para 10 dos produtos em análise. No entanto, há uma exceção para o produto **PF017-0041**, visto que começa a ocorrer movimentos deste tipo a partir do mês de fevereiro, tendo sido também este o mês em que o mesmo deu entrada em armazém. Este produto, face aos restantes em análise, é o que apresenta maior nº de movimentos deste tipo (87), apresentando também o número mais elevado de número de movimentos realizados num mês (14).

Em maioria, o número de movimentos PRES dos produtos aumenta, e sem grandes oscilações, à medida que o ano decorre, com exceção do que se verifica com os produtos **PF005-0118**, **PF011-0024**, **PF045-0014**, **PF222-0004**. Do penúltimo mês do ano para o último, houve uma diminuição do nº de movimentos dos produtos referenciados, no entanto, a mais significativa foi a que se verificou no produto **PF005-0118**, ou seja, uma redução de 8 movimentos para apenas 3.

No que respeita à quantidade de caixas movimentadas, é possível verificar na Figura 19 que as oscilações são mais significativas, não sendo possível estabelecer um padrão seguro de quando se verifica uma maior rotatividade dos produtos. O pico atingido do maior número de caixas movimentadas num mês (389) está também este associado ao produto que possui, não só maior número de caixas movimentadas anualmente (2232) como também, como já mencionado, o que possui maior número de movimentos PRES (87), o **PF017-0041**.

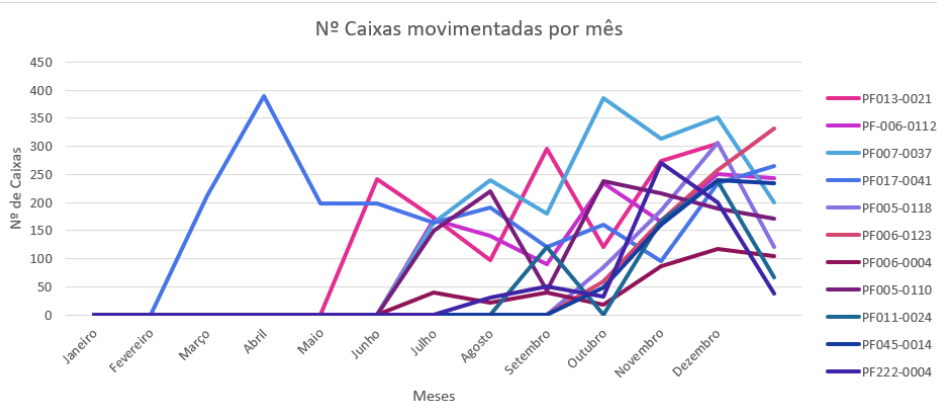


Figura 19. Nº caixas movimentadas por mês dos produtos com movimentos PRES

Nos 11 produtos em análise apenas o produto **PF006-0123** apresenta uma evolução de crescimento contínuo ao longo dos meses, tendo terminado o ano com 332 caixas movimentadas, ou seja, o terceiro valor mais alto de caixas movimentadas. Contrariamente ao cenário que é visível nos outros produtos, é comum que o comportamento que se verifica na passagem de mês para mês seja contrário ao que se verificou na passagem anterior, isto é, a quantidade no mês seguinte aumente, mas de seguida volte a baixar e posteriormente a subir.

Conclui-se que, de acordo com o comportamento demonstrado em termos da elevada rotatividade verificada do produto **PF017-0041**, pelo número de movimentos efetuados e número de caixas movimentadas no ano em análise, este possui maior probabilidade de garantir um aumento de produtividade se passar a ter lugar de *picking*. Por outro lado, o estudo contínuo do comportamento dos produtos com saída de armazém através dos movimentos do tipo PRES, iria garantir uma análise mais realista quanto a possíveis trocas a efetuar.

Movimentos PHOM

Tratando-se do movimento que engloba o armazenamento e a saída de armazém mais económica e produtiva para o operador logístico, afasta a análise de produtos que têm exclusivamente este método de saída de armazém, ou seja, cerca de 54% dos produtos deste cliente, 122 produtos.

A seleção dos produtos para análise que possuem tipos de movimentos PHOM, consistiu na junção dos critérios já estabelecidos, isto é, produtos que possuem buraco de *picking*, com movimentos PPIC reduzidos e em produtos com movimentos PRES elevados.

Movimentos PPIC

Apenas 6 produtos do cliente em análise, cerca de 3%, têm exclusivamente movimentos do tipo PPIC, sendo que, excluindo os 12 que possuem os três tipos de movimentos e somando os produtos com movimentos do tipo PHOM, totaliza 15 produtos. Foi efetuada uma análise à evolução mensal do número de movimentos e respetivo número de caixas movimentadas destes 15 produtos.

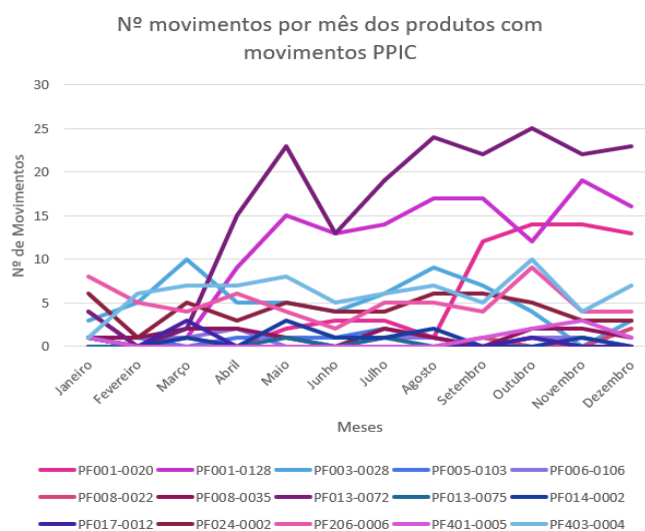


Figura 20. Nº movimentos por mês dos produtos com movimentos PPIC

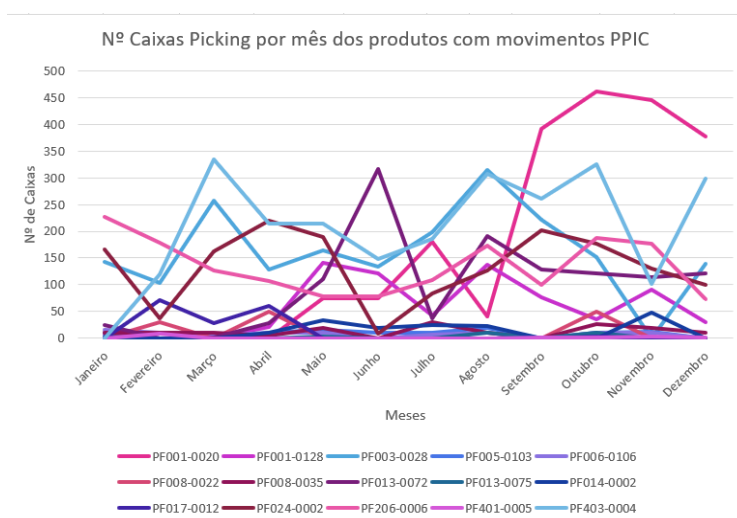


Figura 21. Nº caixas movimentadas por mês dos produtos com movimentos PPIC

De acordo com as Figuras 20 e 21, é possível afirmar que com a maioria dos produtos em análise se verificaram zero movimentos e conseqüentemente zero caixas movimentadas em pelo menos um dos meses do ano de 2021, com exceção de apenas três produtos, o **PF024-0002**, **PF206-0006** e o **PF403-0004**. Associado a estes três produtos encontram-se também valores superior a 50 movimentos anuais, e dos valores mais altos de caixas movimentadas nesse ano, superiores a 1600.

No mesmo sentido, excluindo da análise os produtos que representam uma otimização do lugar de *picking*, somam-se os restantes produtos que tiveram um número superior a 50 movimentos anuais e número de caixas movimentadas superiores a 200 unidades.

Deste modo, foram selecionados 8 produtos para o estudo, sendo que, os mesmos ao longo do ano não obtiveram nenhum movimento nem caixa movimentada, em pelo menos dois meses. Acrescendo a este aspeto, soma-se o facto de estes deterem um número de movimentos anuais inferior a 50, e um número de caixas movimentadas inferior a 200.

4.5 Definição dos Modelos Matemáticos

Foram desenvolvidos dois modelos de programação linear a título de estudo, para uma possível minimização dos custos com a operação de *picking* e armazenagem. Os respetivos modelos respeitam a análise efetuada anteriormente, o que faz com que apenas sejam considerados, para o presente estudo, os produtos em que se pode justificar uma alteração e com potencial de otimização. A diferença que existe entre os dois modelos é que, enquanto que o Modelo 1 se destina à aplicação dos produtos considerando apenas um tipo de movimento de saída, o Modelo 2 destina-se aos que possuem dois tipos de movimentos diferentes em simultâneo.

Descrição dos Modelos

O cliente em análise possui no armazém da STEF Porto produtos que possuem lugar no chão do armazém para *picking*, estando a restante quantidade de produto armazenado em altura em lugar de reserva, e ainda possui produtos em que as paletes estão armazenadas na sua totalidade em altura na estante.

Este primeiro modelo de programação linear é aplicado aos produtos com potencialidade de minimizar custos, ao efetuar trocas na forma como se encontram armazenados e saem em preparação, mas considerando exclusivamente um tipo de movimento em armazém.

Cada um dos 19 produtos em análise tem associado um número total de movimentos, podendo estar distribuídos por três tipos distintos: R, H, P, nomeadamente, do tipo PRES, PHOM ou PPIC. Destes 19 produtos selecionados para realizar o seguinte estudo, apenas quatro destes apresentaram exclusivamente um tipo de movimento de saída, assim sendo, no primeiro modelo serão considerados os movimentos predominantes de cada produto que possua mais do que um tipo de movimento, e no segundo modelo serão considerados apenas os produtos com dois tipos de movimento.

Relativo a cada tipo de movimento de saída de armazém (R, H, P), estão associados os respetivos custos fixos (CF) e custos variáveis (CV) dos mesmos, sendo que a sua atribuição e peso teve por base a informação fornecida pelo operador logístico. Os custos fixos (CF) são relacionados com o custo do espaço em euros (€), tendo sido considerado um custo médio anual de 120 € para o armazenamento de uma palete em estante em zona de reserva e, para uma paleta em zona de *picking*, um custo 12 vezes superior. No entanto, considerando que a quantidade média de uma paleta direta que sai em preparação deste cliente é de 94 caixas, e que em média o número de caixas associado a um movimento do tipo PRES (R) é de 24 caixas, isto significa que são necessárias, nestas condições, cerca de 4 vezes para desocupar na totalidade um lugar de uma paleta armazenada. Assim sendo, o custo fixo (CF) associado a um movimento do tipo PRES (R) é 4 vezes superior ao que se verifica para o movimento do tipo PHOM (H).

No que concerne ao custo variável (CV), este corresponde ao custo variável por movimento efetuado (€/hora), que inclui o custo por operador (€/hora) no valor de 9,65€/hora e o tempo em horas relativo a cada tipo de movimento. O tempo necessário para efetuar cada movimento foi calculado tendo em consideração os valores da produtividade número de caixas/hora.

Por sua vez, sendo o movimento PHOM (H) relativo ao movimento de saída de uma paleta direta sem necessidade de manuseamento de caixas, o cálculo da produtividade é obtido através do número de movimentos do tipo PHOM (H) que se efetuam por hora. O armazém, pressupondo as condicionantes operacionais que possui, é capaz de realizar em média cerca de 22 movimentos deste tipo. Considerando o valor do número médio de caixas que constituem os movimentos PHOM (H) deste cliente de 94 caixas, foi calculado um valor de produtividade correspondente em número de caixas/hora.

Uma limitação decorrente do sistema de WMS utilizado pelo operador logístico relativa à inexistência de sugestões de trocas de localização com base na sazonalidade faz com que seja necessária uma análise regular deste tema. Pretende-se assim obter a configuração de armazenamento e método de *picking* dos produtos a adotar que representa um menor custo total para o operador logístico.

Caso se verifique uma alteração do tipo de movimento de um produto, será definido um novo número de movimentos associados ao mesmo, conforme o novo tipo de movimento definido pelo modelo. Será considerado um valor de alfa (α) de modo a fixar um número máximo de trocas possíveis dos produtos em estudo. Vão ser considerados apenas os lugares ocupados pelos produtos em análise, assim sendo, existem oito lugares de *picking* e dezanove com lugar em reserva.

Antes de proceder à formulação dos modelos, é necessário referir os pressupostos considerados:

- ❖ Dos produtos com mais do que um tipo de movimento, foram ignorados os movimentos que estavam em menor número e assumido apenas o tipo de movimento predominante;
- ❖ Não existe liberdade para alterar a configuração atual do armazém;
- ❖ Não há a eliminação de lugares de reserva nem de *picking*, mas sim a possibilidade de efetuar uma troca na disposição dos produtos entre os mesmos;

- ❖ Os produtos com buraco de *picking* possuem a restante quantidade de produto em zona de reserva, em que conforme necessidade, o buraco é repostado;
- ❖ A dimensão e o peso de cada caixa a movimentar é idêntico e não interfere nos resultados;
- ❖ Todos os movimentos em armazém possuem um custo associado, mas não será considerado um custo específico para o movimento de troca de localização dos produtos porque se parte do princípio que o custo da troca é inferior ao retorno a obter com a mesma.

4.5.1 Modelo 1 – Um tipo de movimento

De seguida serão apresentados os parâmetros, as variáveis de decisão, a função objetivo e as respetivas restrições do Modelo 1.

Parâmetros

No que concerne aos parâmetros conhecidos, estes são nomeadamente:

$i \in N = \{1, \dots, n\}$ – Conjunto de produtos;

nt_i : número total de movimentos do produto i

n_i^R : Número de movimentos PRES (R) do produto i no ano de 2021

n_i^H : Número de movimentos PHOM (H) do produto i no ano de 2021

n_i^P : Número de movimentos PPIC (P) do produto i no ano de 2021

$n_i^R, n_i^H, n_i^P, nt_i : \geq 0 \quad \forall i \in N$

Os valores destes parâmetros que foram considerados para o conjunto de produtos analisado pode ser consultado na tabela 11:

Tabela 11. Número de movimentos e de caixas do conjunto de Produtos i

Produtos i	n_i^R	n_i^H	n_i^P	nt_i	Quantidade de caixas
PF005-0118	20	5	0	25	697 + 576
PF006-0123	20	6	0	26	816 + 604
PF006-0004	24	2	0	26	430 + 115
PF005-0110	44	6	0	50	1228 + 358
PF013-0021	57	3	0	60	1507 + 83
PF006-0112	59	0	0	59	1295
PF007-0037	65	1	0	66	1834 + 67
PF017-0041	87	42	0	129	2399 + 2863
PF011-0024	14	6	0	20	593 + 581
PF045-0014	17	6	0	23	682 + 720
PF222-0004	18	2	0	20	620 + 340
PF013-0075	0	0	3	3	23
PF008-0022	0	1	5	6	30 + 160
PF017-0012	0	7	5	12	512 + 163
PF401-0005	0	2	8	10	30 + 15
PF006-0106	0	1	9	10	23 + 87
PF014-0002	0	1	10	11	20 + 163
PF008-0035	0	0	15	15	151
PF005-0103	0	0	10	10	107

Os parâmetros referentes aos custos fixos (CF) com o espaço e aos custos variáveis (CV) são os seguintes e os valores considerados para esta análise encontram-se dispostos na tabela 12.

Custos Fixos do movimento R (PRES): C_F^R

Custos Fixos do movimento H (PHOM): C_F^H

Custos Fixos do movimento P (PPIC): C_F^P

Custos Variáveis do movimento R (PRES): C_V^R

Custos Variáveis do movimento H (PHOM): C_V^H

Custos Variáveis do movimento P (PPIC): C_V^P

Tabela 12. Custos associados a cada tipo de movimento (PRES, PHOM e PPIC)

Movimento	R	H	P
Custo Espaço CF (€)	$(120 \times 4) =$ 480	120	$(120 \times 12) =$ 1440
Custo Operador (€/H)	9,65	9,65	9,65
Prod (Cxs/H)	150	94 caixas \times 22 paletes = 2068	200
Tempo (H)	$=1/150 =$ 0,0067	$=1/2068 =$ 0,0005	$=1/200 =$ 0,005
Custo Variável por movimento efetuado – CV (€/por movimento)	$= 9,65 \times 1/150 =$ 0,0647	$= 9,65 \times 1/2068 =$ 0,0047	$= 9,65 \times 1/200 =$ 0,0483

Variáveis de Decisão

De modo a obter as configurações de preparação possíveis de adotar, encontram-se agregadas as seguintes variáveis de decisão:

❖ Variáveis Contínuas Não-negativas

x_i^R : Novo número de movimentos PRES (R) do produto i

x_i^H : Novo número de movimentos PHOM (H) do produto i

x_i^P : Novo número de movimentos PPIC (P) do produto i

$$x_i^R, x_i^H, x_i^P \geq 0 \quad \forall i \in N$$

❖ Variáveis Binárias

$$Y_i^R: \begin{cases} 1, & \text{se o produto } i \text{ tiver movimentos PRES (R)} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$Y_i^H: \begin{cases} 1, & \text{se o produto } i \text{ tiver movimentos PHOM (H)} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$Y_i^P: \begin{cases} 1, & \text{se o produto } i \text{ tiver movimentos PPIC (P)} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$Z_i: \begin{cases} 1, & \text{se ocorrer troca do tipo de movimento no produto } i \\ 0, & \text{caso não ocorra} \end{cases}$$

Função Objetivo

A função objetivo (1) do modelo a ser minimizada, que representa o valor dos custos totais operacionais e de armazenagem, é dada pela seguinte expressão:

$$\text{Minimizar } \sum_i C_F^R y_i^R + C_V^R x_i^R + C_F^H y_i^H + C_V^H x_i^H + C_F^P y_i^P + C_V^P x_i^P \quad (1)$$

O valor total dos custos é obtido através do somatório do custo fixo (CF) e do custo variável associado a cada tipo de movimento (PRES, PHOM e PPIC) e produto.

Restrições do Modelo 1

$$x_i^R + x_i^H + x_i^P = n_i^R + n_i^H + n_i^P \quad \forall i \in N \quad (2)$$

$$y_i^R + y_i^H + y_i^P = 1 \quad \forall i \in N \quad (3)$$

$$x_i^R \leq y_i^R \times nt_i \quad \forall i \in N \quad (4)$$

$$x_i^H \leq y_i^H \times nt_i \quad \forall i \in N \quad (5)$$

$$x_i^P \leq y_i^P \times nt_i \quad \forall i \in N \quad (6)$$

$$\sum_j \frac{n_i^j \times x_i^j}{nt_i^2} + z_i = 1 \quad \forall i \in N \quad (7)$$

$$j \in \{R, H, P\}$$

$$\sum_i Z_i \leq \alpha \times n \quad \forall i \in N \quad (8)$$

$$x_i^H \leq n_i^H \quad \forall i \in N \quad (9)$$

No que diz respeito às restrições definidas no Modelo 1, a restrição (2) garante que os números de movimentos totais do produto se mantêm e que apenas é possível trocar o tipo de movimento, enquanto que a restrição (3) assegura a existência de apenas um tipo de movimento associado a cada produto. Por sua vez, as restrições (4), (5) e (6) garantem que o número de possíveis novos movimentos de cada um dos tipos (R, H, P), não podem ser superiores ao número de movimentos

que esse produto i já detinha. Além disso, garantem a ligação entre as variáveis x e y , de forma a que se a solução ditar que para um produto não existem movimentos de um dado tipo ($y=0$) então o número de movimentos desse tipo para esse produto tem de ser nulo ($x=0$). A restrição (7) está definida de modo a que uma alteração no tipo de movimento do produto i só se verifica se o novo número de movimentos for de um tipo de movimento diferente ao que esse produto detinha (resultado da fração=0) e assim $z_i=1$. Foi definido um valor de alfa α para que exista um número máximo de produtos em que é possível ocorrer uma troca do tipo de movimento (8).

Em suma, com a aplicação do Modelo 1 e o confronto com os resultados obtidos, surgiu a necessidade de aplicar mais uma restrição (9), sendo que a mesma garante que exista um controlo na alteração de movimentos para o tipo H.

4.5.2 Modelo 2 – Dois tipos de movimento

Os pressupostos que foram considerados neste modelo são os mesmos que foram considerados no Modelo 1, com exceção de que neste, não foi considerado o tipo de movimento com maior número, mas sim os dois tipos de movimento que se encontram associados aos produtos.

Os parâmetros conhecidos são iguais aos apresentados no modelo anterior, no entanto, ao conjunto de produtos i foram excluídos da análise os quatro produtos que continham exclusivamente um tipo de movimento. Por outro lado, foram acrescentados parâmetros indicadores de capacidade referentes aos lugares em zona de reserva e aos lugares em zona de *picking*.

Assim sendo:

$i \in N = \{1, \dots, n\}$ – Conjunto de produtos;

Os valores dos parâmetros que foram considerados para o conjunto de produtos analisado pode ser consultado na tabela 13.

Tabela 13. Número de movimentos e de caixas do conjunto de Produtos i – Modelo 2

Produtos i	n_i^R	n_i^H	n_i^P	nt_i	Quantidade de caixas
PF005-0118	20	5	0	25	697 + 576
PF006-0123	20	6	0	26	816 + 604
PF006-0004	24	2	0	26	430 +115
PF005-0110	44	6	0	50	1228 + 358
PF013-0021	57	3	0	60	1507 + 83
PF007-0037	65	1	0	66	1834 + 67
PF017-0041	87	42	0	129	2399 +2863
PF011-0024	14	6	0	20	593 +581
PF045-0014	17	6	0	23	682 +720
PF222-0004	18	2	0	20	620 +340
PF008-0022	0	1	5	6	30 + 160
PF017-0012	0	7	5	12	512 + 163
PF401-0005	0	2	8	10	30 + 15
PF006-0106	0	1	9	10	23 + 87
PF014-0002	0	1	10	11	20+ 163

NP: número de lugares em zona de *picking* disponíveis para ocupar;

$$NP \geq 0$$

Os valores relativos aos custos fixos (CF) e aos custos variáveis (CV) considerados no Modelo 1 são iguais aos considerados neste modelo.

Variáveis de Decisão

As variáveis de decisão definidas para o Modelo 2 são nomeadamente:

❖ Variáveis Contínuas Não-negativas

x_i^R : Novo número de movimentos PRES (R) do produto i

x_i^H : Novo número de movimentos PHOM (H) do produto i

x_i^P : Novo número de movimentos PPIC (P) do produto i

$$x_i^R, x_i^H, x_i^P \geq 0 \quad \forall i \in N$$

❖ Variáveis Binárias

$$Y_i^R: \begin{cases} 1 & \text{se o produto i tiver movimentos PRES (R)} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$Y_i^H: \begin{cases} 1 & \text{se o produto i tiver movimentos PHOM (H)} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$Y_i^P: \begin{cases} 1 & \text{se o produto i tiver movimentos PPIC (P)} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Função Objetivo

A função objetivo que se pretende minimizar deste modelo é igual à do Modelo 1, anteriormente apresentado (1).

Restrições do Modelo 2

$$x_i^R + x_i^H + x_i^P = n_i^R + n_i^H + n_i^P \quad \forall i \in N \quad (10)$$

$$x_i^R \leq y_i^R \times nt_i \times (1 + \alpha) \quad \forall i \in N \quad (11)$$

$$x_i^H \leq y_i^H \times nt_i \times (1 + \alpha) \quad \forall i \in N \quad (12)$$

$$x_i^P \leq y_i^P \times nt_i \times (1 + \alpha) \quad \forall i \in N \quad (13)$$

$$x_i^R \geq y_i^R \times nt_i \times (1 - \alpha) \quad \forall i \in N \quad (14)$$

$$x_i^H \geq y_i^H \times nt_i \times (1 - \alpha) \quad \forall i \in N \quad (15)$$

$$x_i^P \geq y_i^P \times nt_i \times (1 - \alpha) \quad \forall i \in N \quad (16)$$

$$\sum_i y_i^P = NP \quad \forall i \in N \quad (17)$$

No que diz respeito às restrições definidas no Modelo 2, apenas a primeira (10) é igual à definida no Modelo 1 (2), isto é, esta garante que os números de movimentos totais do produto i se mantêm e que apenas é possível trocar o tipo de movimento. Relativamente às restrições (11), (12), (13) estas consideram um valor de alfa α e definem o número de movimentos máximos em que é possível oscilar o número de novos movimentos de cada tipo, do produto i . À semelhança das restrições referidas anteriormente, as (14), (15) e (16), por sua vez, consideram um valor de alfa α que define um número de movimentos mínimos em que é possível oscilar o número de novos movimentos de cada tipo, do produto i . Neste modelo também já foi aplicada a restrição (9) anteriormente definida no Modelo 1, que possibilita o controlo do número de movimentos do tipo PHOM (H).

Em suma, a restrição (17) trata-se da condição para obter uma possível otimização de custos, através da troca direta entre produtos. Assim sendo, ao ocorrer alguma troca de lugar de produtos com lugar de *picking*, outros produtos nessa mesma quantidade devem ser ocupados nestes lugares que ficariam livres.

Capítulo V

5. Apresentação e Discussão de Resultados

Os modelos anteriormente apresentados foram definidos em linguagem modular algébrica e posteriormente implementados no software AMPL IDE - *A Mathematical Programming Language*. Os dados relativos ao estudo de cada um dos modelos foram dispostos em dois ficheiros distintos, isto é, um ficheiro que contém a descrição do modelo e outro que contém os dados referentes à instância definida para este caso de estudo.

Os resultados foram obtidos de forma quase instantânea, com recurso a um pc equipado com um processador AMD PRO A10-8730B, de 8GB de RAM e um sistema operativo de 64 bits. Por sua vez, foi utilizada a versão 3.6.1 do software AMPL IDE e a versão 8.1.0 do *solver gurobi*.

Relativamente ao Modelo 1, como é possível de verificar na tabela 14, para $\alpha = 0$, isto é, considerando a configuração atual dos produtos no armazém e sem ocorrer qualquer troca, o custo total que o operador logístico obteve com o armazenamento e preparação de pedidos dos dezanove produtos em análise, no ano de 2021, foi de 15510,43 €. Tendo em consideração que o movimento do tipo PHOM (H) se trata do movimento que engloba o armazenamento e a saída de armazém mais económica e produtiva para o operador logístico, era expectável que à medida que o valor de α aumentasse, maior o número de produtos que alteram o tipo de movimento para PHOM e ocorresse uma diminuição do custo total, como se confirmou.

Tabela 14. Valores do Custo total e poupança por valor de alfa α considerado – Modelo 1

Valor de alfa α	Custo Total (€)	Poupança face ao cenário de 2021 (%)
0	15510,43	-
0.1	14189,77	8,5
0.2	11548,90	25,5
0.3	8908,16	42,6
0.4	6267,81	59,6
0.5	5538,69	64,3

Como anteriormente mencionado, a fim de otimizar a estrutura existente na STEF Porto pressupõe-se que as alterações a efetuar vão refletir-se exclusivamente em trocas diretas entre os produtos.

A solução da função objetivo para um valor de alfa α de 0.5, é de 5538,69 €, correspondendo assim ao valor mínimo dos custos totais que o operador logístico teria, em solução ótima, representando uma poupança de 64,3% face ao cenário com a configuração inicial. Porém, como é possível de verificar na tabela 15, nos resultados obtidos ocorreu uma troca em nove dos produtos, sendo que em sete destes estão relacionados com produtos que possuíam anteriormente buraco de *picking*.

Tabela 15. Resultados cenário de 2021 – Alfa α de 0.5 - Modelo 1

Produtos i	Cenário 2021	Novo cenário
PF005-0103	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PHOM)
PF006-0106	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PHOM)
PF007-0037	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PHOM)
PF008-0022	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PHOM)
PF008-0035	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PHOM)
PF017-0041	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PHOM)
PF013-0075	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PHOM)
PF401-0005	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PHOM)
PF014-0002	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PHOM)

A possível alteração de armazenamento para estes nove produtos corresponde ao lugar em zona de reserva, no entanto, os movimentos de saída associados aos mesmos não podem ser do tipo PHOM (H) mas sim do tipo PRES (R). O mesmo cenário se verifica nas alterações que se verificaram para os dois produtos que já se encontravam em zona de reserva (**PF007-0037** e **PF017-0041**), ou seja, produtos com movimentos do tipo PRES encontram-se associados a *picking* em zona de reserva, o que automaticamente implica que a única alteração possível em termos de preparação de pedidos esteja associada à criação de um buraco de *picking* para estes produtos, movimentos do tipo PPIC (P).

Desta forma, visto que o movimento de saída do tipo PHOM (H) é o mais produtivo e económico verificou-se a necessidade de acrescentar uma nova restrição (9), de modo a garantir que os resultados fazem sentido e impedir que o software altere qualquer produto para este tipo de movimento de saída. Assim sendo, é possível de verificar na tabela 16 os resultados obtidos após acrescentar a nova restrição.

Tabela 16. Valores do Custo total e poupança por valor de alfa α considerado com restrição nova – Modelo 1

Valor de alfa α	Custo Total (€)	Poupança face ao cenário de 2021 (%)
0	15510,43	-
0.1	14550,48	6,2
0.2	12630,69	18,6
0.3	10711,00	30,9
0.4	8791,41	43,3
0.5	8791,41	43,3

Face aos resultados obtidos anteriormente na tabela 14 sem a nova restrição, é possível concluir que neste cenário o valor da poupança relativamente ao cenário inicial é relativamente menor, e que este valor se estabiliza a partir de um valor de alfa α de 0.4, garantindo um valor de poupança máximo de 43,3%. Para um valor de alfa de α de 0.3, dos sete produtos considerados no Modelo 1, o software efetuou a troca dos cinco produtos com lugar de *picking* que representariam uma poupança mais significativa no custo total se trocassem para lugar de reserva (ver tabela 17).

Tabela 17. Cenário obtido para um valor de alfa de 0.3 – Modelo 1

Produtos i	Cenário 2021	Novo cenário
PF005-0103	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF006-0106	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF008-0022	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF013-0075	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF401-0005	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)

A transição destes cinco produtos para lugar de reserva representaria uma poupança de 30,9 % face ao cenário inicial da configuração dos produtos em armazém. Em termos práticos, de modo a ser possível efetuar as trocas diretas de localização dos produtos, necessitam de ser identificados cinco produtos que possuem localização em zona de reserva no cenário inicial, e que possibilitariam uma diminuição de custos com a criação de lugar de *picking* para os mesmos. Através da aplicação do Modelo 2 e dos respetivos resultados obtidos, será possível identificar estes produtos.

Os resultados obtidos através do Modelo 2 representam aquele que seria o cenário ideal para o operador logístico, visto que, o sistema assume o tipo de movimento mais benéfico a adotar consoante o produto *i* em análise. Para qualquer valor de alfa considerado neste Modelo, a solução da função objetivo é de 12026,53 €. Tendo em conta que neste modelo foi considerada uma restrição que enfatiza a necessidade da ocupação de todos os lugares, obrigatoriamente cinco dos produtos teriam de ocupar os lugares de *picking* que ficariam livres, de acordo com os resultados obtidos no Modelo 1 (tabela 17).

Na tabela 18 encontra-se o cenário obtido no Modelo 2 para os quinze produtos aplicados neste modelo. Foram definidos cinco produtos que detinham lugar em zona de reserva no cenário inicial para transitarem para um lugar de *picking*, no entanto, considerando que neste modelo se excluíram produtos que detinham exclusivamente um tipo de produto, é necessário reavaliar o produto que possuía exclusivamente movimentos do tipo PRES (**PF006-0112**).

Tabela 18. Cenário obtido para qualquer valor de alfa α – Modelo 2

Produtos i	Cenário 2021	Novo cenário
PF006-0004	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF005-0110	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF013-0021	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF007-0037	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF017-0041	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF005-0118	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF006-0123	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF011-0024	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF045-0014	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF222-0004	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF008-0022	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF017-0012	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF401-0005	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF006-0106	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF014-0002	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)

Tendo por base a análise efetuada no subcapítulo 4.4.1 aos tipos de movimentos, é possível afirmar que o produto **PF006-0112** possui 59 movimentos do tipo PRES e um volume de caixas correspondente a 1295 unidades, o que faz com que, este possua uma rotatividade superior face a alguns dos produtos selecionados. Deste modo, diante dos produtos selecionados para ocupar um lugar de *picking*, considera-se que o produto **PF006-0112** deve ocupar o lugar relativo ao produto **PF005-0118** visto que dos selecionados este é o que possui um menor número de movimentos PRES (20) e respetivo número de caixas movimentadas (697).

Nos resultados obtidos no Modelo 1, o produto **PF005-0103**, que possui exclusivamente movimentos do tipo PPIC (P) foi um dos selecionados pelo software como um dos produtos a alterar para um lugar em zona de reserva, no entanto, como o Modelo 2 não incluiu produtos com apenas um tipo de movimento, este não foi considerado, tendo sido selecionado um outro produto, o **PF014-0002**. Comparando estes dois produtos, ambos possuem o mesmo valor de número de movimentos PPIC (P), no entanto, o produto **PF014-0002** possui um maior número de caixas movimentadas (163) face às do outro produto em análise (107). Deste modo, tendo em conta que o lugar de *picking* será melhor aproveitado com o produto que possui maior rotatividade, prevalece o resultado obtido através do Modelo 1, o produto **PF005-0103** é que sofre uma alteração.

Em síntese, tendo por base os valores obtidos nos modelos matemáticos definidos e a análise dos movimentos efetuada ao longo da dissertação, obteve-se a seguinte configuração para os dezanove produtos em análise (ver tabela 19). Os casos dos produtos em que se propõe uma alteração associada ao modo como vão ser efetuados os pedidos de mercadoria (doze dos dezanove produtos em análise) encontram-se assinalados a outra cor.

Tabela 19. Novo cenário da configuração dos Produtos em armazém

Produtos i	Cenário 2021	Novo cenário
PF005-0118	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF006-0123	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF006-0004	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF005-0110	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF013-0021	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF006-0112	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF007-0037	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF017-0041	Zona de Reserva (PRES)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF011-0024	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF045-0014	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF222-0004	Zona de Reserva (PRES)	Zona de Reserva (PRES)
PF013-0075	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF008-0022	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF017-0012	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF401-0005	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF006-0106	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)
PF014-0002	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF008-0035	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)
PF005-0103	Lugar de <i>picking</i> (PPIC)	Zona de Reserva (PRES)

A nova configuração obtida para os dezanove produtos através da aplicação dos dois modelos desenvolvidos e da análise aprofundada dos movimentos de saída engloba as exigências pré-

existentes do estudo e as particularidades do cenário. O movimento PHOM (H) sendo o movimento mais produtivo e económico não possui qualquer interferência com a alteração no método de preparação de encomendas dos produtos visto que este tipo de movimento não deixa de ocorrer.

Por sua vez, o lugar de *picking* por incluir um custo fixo mais elevado face aos outros tipos de movimento, a sua otimização deve consistir em retirar este lugar no chão do armazém aos produtos que possuam um número reduzido de movimentos e quantidade de caixas servidas em pedidos de mercadoria. Assim sendo, produtos em que os operadores de armazém realizam *picking* em zona de reserva, ou seja, com movimentos do tipo PRES (R) e que possuem uma rotatividade superior, aliados a um número elevado de movimentos e de quantidade de caixas servidas em pedidos, são capazes de garantir uma otimização a um lugar de *picking*, justificando a ocorrência de troca.

Considerando o valor do custo total obtido mais elevado, associado ao modelo 1, que o operador logístico obteve considerando a configuração atual dos produtos no armazém e sem ocorrer qualquer troca foi de 15510,43€. De notar que apesar de neste cenário terem sido considerados apenas os movimentos predominantes de cada produto, estes corresponderam na sua totalidade a movimentos menos económicos, ou seja, do tipo PPIC (P) e PRES (R), apenas com a exceção do produto **PF017-0012**.

De acordo com a tabela 20, assumindo um alfa α de 0.3 em que garantia apenas a alteração de 5 produtos, o valor do custo total que o operador logístico obteria com o armazenamento e preparação de pedidos seria de 10711,00€, ou seja, 4 799€ de poupança. Assim sendo, o operador logístico obteria um valor mínimo de poupança de cerca de 30,9% face ao cenário de 2021.

Tabela 20. Valor de poupança mínimo face ao cenário inicial de 2021

Custo Total (€)	Valor da poupança face ao cenário de 2021 (€)	Poupança face ao cenário de 2021 (%)
15510,43 €	-	-
10711,0 €	4 799 €	30,9 %

Capítulo VI

6. Conclusão

Prevê-se um aumento do nível de atratividade e da rivalidade entre concorrentes associada ao setor da logística de frio visto que, de acordo com a consultora *Grand View Research*, as expectativas de crescimento para o setor da logística de frio atingem 14,8% entre o ano de 2021 e 2028 (iAlimentar, 2021). A entrada de novos operadores e investidores no mercado podem comprometer a atuação e constituir uma ameaça a organizações com instalações mais tradicionais e com um escasso investimento tecnológico.

Por outro lado, no contexto atual em que a energia elétrica enquanto principal recurso para a criação de frio sofre elevados aumentos impõe-se às organizações do setor que o foco se evidencie nos aspetos possíveis de controlar e convirjam para a redução de custos nas operações da sua logística interna e no respetivo aumento de eficiência.

A fundamentação teórica efetuada como base ao estudo e investigação realizado no operador logístico a temperatura controlada permitiu não só identificar o alinhamento com a componente operacional de cada uma das operações de armazém da organização estudadas, tal como o cumprimento rigoroso das normas de higiene e segurança alimentar inerentes ao setor de atividade.

Retomando ao início da presente dissertação e aos objetivos definidos, conclui-se que as dimensões onde residem potencial de melhoria de eficiência das operações logísticas em estudo são nomeadamente através da gestão de tarefas e planeamento, formação e a comunicação e partilha como base de trabalho entre os colaboradores da organização em estudo. No mesmo sentido foi apresentado um conjunto de sugestões de melhoria para dar resposta aos problemas identificados. Considerando apenas as componentes que são possíveis de controlar, de modo a garantir a melhoria contínua das operações logísticas do armazém a temperatura controlada, as ações devem passar pelo constante desenvolvimento das dimensões identificadas.

Posteriormente a uma descrição aprofundada do funcionamento do operador logístico, das respetivas operações logísticas e decisões operacionais aplicadas no contexto organizacional foi possível desenvolver dois modelos matemáticos com vista à minimização dos custos inerentes à operação de *picking* e armazenagem. Os resultados obtidos nos dois modelos permitiram a criação de uma nova configuração para os dezanove produtos em análise. Assim como mencionado anteriormente, a nova configuração considera que apenas existe a possibilidade de ocorrer uma troca na disposição dos produtos entre estes e não há a eliminação de lugares de reserva nem de *picking*.

A nova configuração contempla a alteração de doze dos dezanove produtos da análise, ou seja, seis dos produtos de armazém que detinham buraco de *picking* no cenário inicial e eram abrangidos por movimentos do tipo PPIC (P), passaram a ter as paletes com toda a mercadoria em lugar de reserva e com movimentos de saída do tipo PRES (R). No caso de produtos que inicialmente não detinham lugar de *picking*, toda a sua mercadoria encontrava-se armazenada em zona de reserva

e o *picking* era realizado em zona de reserva, o que com a alteração o *picking* destes produtos passa a realizar-se no lugar no chão de armazém destinado ao efeito.

A construção e aplicação dos modelos matemáticos no software AMPL tinham em vista o estudo para uma possível minimização dos custos do operador logístico com a operação de *picking* e armazenagem e respetiva otimização dos lugares ocupados pelos produtos onde foi possível obter uma poupança mínima para o operador logístico de cerca de 30,9% face ao cenário inicial.

Bibliografia

APED (s.d). *Código de Boas práticas da Distribuição Alimentar*. Disponível em: http://aped.pt/wp-content/uploads/2019/10/gbr_06_Codigo_Boas_Praticas_Distribuicao_Alimentar_APED.pdf

ASAE (2022). *Inspeção – Fiscalização. Plano de Inspeção e Fiscalização. Área Alimentar*. Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/inspecao-fiscalizacao/plano-de-inspecao-da-asae-pif/area-alimentar/controlo-oficial.aspx>

Asnan, R., Nordin, N., & Othman, S. N. (2015). *Managing Change on Lean Implementation in Service Sector. Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211, 313–319. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.040>

Bartholdi, J. J. and S. T. Hackman (2014). *Warehouse & Distribution Science: Release 0.96, Supply Chain and Logistics Institute*

Battini, D., et al. (2015). *A Comparative Analysis of Different Paperless Picking Systems*. *Industrial Management & Data Systems* 115(3): 483-503

Carvalho, J. & Encantado, L. (2006). *Logística e Negócio Eletrónico*. Porto: SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação

Carvalho, J., et al (2017) – *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa – Edições Sílabo, Lda

Council of Supply Chain Management Professionals (2021). *CSCMP. Supply Chain Management Definitions and Glossary*. Disponível em:

https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx

DGS. (2021). COVID-19. <https://covid19.min-saude.pt/>

Diez, R. (2020). *Logística humanitária no combate à Covid-19*. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/logística-humanitária-combate-à-covid-19-renan-rossi-diez/?originalSubdomain=pt>

Dubé, L., & Paré, G. (2003). *Rigor in Information Systems Positivist Case Research: Current Practices, Trends, and Recommendations*. *MIS Quarterly*, 27, 597- 636

EUR-Lex (2022). *Acesso ao direito da União Europeia*. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

Frederico, G.F. (2021). *From Supply Chain 4.0 to Supply Chain 5.0: Findings from a Systematic Literature Review and Research Directions*. *Logistics* 2021, 5, 49. <https://www.mdpi.com/2305-6290/5/3/49>

GS1 Portugal. (2022). *O nosso sistema de standards*. Disponível em: <https://gs1pt.org/o-nosso-sistema-de-standards/>

Humpel, M. & Schmidt, I. (2007). *Warehouse Management - Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*

IALimentar (2021). *Armazenamento de frio será mais inteligente, ecológico e crescerá a taxas de 14% ao ano*. Disponível em: <https://www.ialimentar.pt/Artigos/375713-Armazenamento-a-frio-sera-mais-inteligente-ecologico-e-crescera-a-taxas-de-14-por-ciento.html>

Kaizen Institute (2022). *O que é o Kaizen*. Disponível em: <https://pt.kaizen.com/o-que-e-kaizen>

Koster, René de; Le-Duc, Tho & Roodbergen, Kees Jan. (2007). *Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review*. European Journal of Operational Research. Volume 182, Issue 2, 2007, Pages 481-501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>

Kumar, K & Davim, J. (2020). *Supply Chain Intelligence – (Application and Optimization)*. [Management and Industrial Engineering]. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-46>

Mecalux. (2022). *Manual Técnico de Armazenagem*. Disponível em: <https://www.mecalux.pt/manual-de-armazenagem>

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System - beyond large-scale production*. Tokyo: Diamond, Inc.

Olsen, P., & Borit, M. (2013). *How to define traceability*. *Trends in Food Science & Technology*, 29(2), 142–150

Pereira, V., Doria, E., Júnior, B., Filho, L. & Júnior, V. (2010). *Avaliação de Temperaturas em Câmaras Frigoríficas de Transporte Urbano de Alimentos Refrigerados e Congelados*. *Ciência e tecnologia de alimentos*, 158-165

Petersen, Charles G. & Aase, Gerald. (2004). *A Comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking*. International Journal of Production Economics. Volume 92, Issue 1, 2004, Pages 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.006>

Ramos, Tânia. (2010). *Gestão da Armazenagem e dos Stocks na Gestão da Cadeia de Abastecimento*. In *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Sílabo

Rangel Logistics Solutions. (2020). *Logística de perecíveis: a importância da cadeia de frio*. Disponível em: <https://www.rangel.com/pt/blog/logistica-perciveis/>

Rangel Logistics Solutions. (2022). *Layout de armazém: qual a importância e o melhor modelo?* Disponível em: <https://www.rangel.com/pt/blog/layout-de-armazem-qual-importancia-melhor-modelo/>

Rouwenhorst, B., et al. (2000). *Warehouse Design and Control: Framework and Literature Review*. European Journal of Operational Research. Volume 122, Issue 3, 2000, Pages 515-533. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X)

Rushton, A; Croucher, P; Baker, P. (2014) - *The Handbook of Logistics and Distribution Management* - 5rd Edition. Kogan Page

Silva, R (2014). *Avaliação da Implantação do Conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento na Indústria da Construção em Portugal*. (Dissertação de Mestrado – Universidade de Lisboa)

Supply Chain Magazine. (2020). *Logística pós-pandemia: Que dinâmicas esperar de um setor em disrupção*. – Coutinho, P. Disponível em: <https://www.supplychainmagazine.pt/2020/09/07/logistica-pos-pandemia-que-dinamicas-esperar-de-um-setor-em-disrupcao/>

Team, P. P. D. (2002). *Standard work for the shop floor*. New York: Productivity Press

Tompkins, J. A., J. A. White, Y. A. Bozer, E. H. Frazelle, J. M. A. Tanchoco. (2010). *Facilities Planning. Fourth Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons

Waters, Donald (2003) - *Logistics - An Introduction to Supply Chain Management*. Palgrave Macmillan

World Economic Forum – WEF (2022). *Fourth Industrial Revolution*. Disponível em: <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000001RIhBEAW>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking*. New York: A Division of Simon & Shuster, Inc

Koskela, L. (2010). *Visual management in construction: Study report on brazilian cases*.

Anexos

Anexo I – Modelo de Partilha de Informação para Planeamento e Seguimento da Atividade

1	SET 2022	01 QUINTA-FEIRA	Fornecedor	Tipologia	Nº Paletes	02 SEXTA-FEIRA	Fornecedor	Tipologia	Nº Paletes	03 SÁBADO	Fornecedor	Tipologia	Nº Paletes	04 DOMINGO
4	08:00	Nome Do Cliente / Dossier		Recolhas										
5	08:30			Recolhas										
6	09:00			Comissão										
7	09:30			Comissão a Granel										
8	10:00			Comissão Paleteado										
9	10:30			Cargas Log/Moex										
10	11:00													
11	11:30													
12	12:00													
13	12:30													
14	14:00													
15	14:30													
16	15:00													
17	15:30													
18	16:00													
19	16:30													

Config Clientes JAN FEV MAR ABR MAI JUN JUL AGO SET OUT NOV DEZ