



**CIÊNCIAS
EMPRESARIAIS**

ESCOLA SUPERIOR
POLITÉCNICO SETÚBAL

PEDRO MIGUEL
VENÂNCIO
SIMEÃO

**MITIGAÇÃO DE ERROS DE
QUANTIDADE EM PROCESSO DE
PICKING NO CONTEXTO DE
OPERADORES LOGÍSTICOS *3PL***

Relatório de projeto de investigação do Mestrado
em Logística e Gestão da Cadeia de
Abastecimento

ORIENTADORES

(Professor, José Martins)

(Professor, Virgílio Vaz)

outubro de 2025

PEDRO MIGUEL
VENÂNCIO
SIMEÃO

**MITIGAÇÃO DE ERROS DE
QUANTIDADE EM PROCESSO DE
PICKING NO CONTEXTO DE
OPERADORES LOGÍSTICOS 3PL**

JÚRI

Presidente: Professor Doutor Tiago Pinho

Orientador: Professor Virgílio Vaz

Vogal: Professor João Catarino

outubro de 2025

Agradecimentos

A realização deste projeto de mestrado representou um percurso de aprendizagem exigente, enriquecedor e profundamente marcante, que apenas foi possível graças ao apoio e colaboração de várias pessoas e entidades, a quem expresso o meu sincero reconhecimento.

Em primeiro lugar, dirijo um agradecimento especial à Adubos DEIBA, Lda., pela disponibilidade e colaboração prestadas durante todas as fases deste trabalho. A concretização deste projeto beneficiou da abertura, confiança e apoio de toda a equipa, cujo contributo foi determinante para a sua execução.

Aos meus orientadores, Professor José Martins e Professor Virgílio Vaz, manifesto o meu profundo agradecimento pela sua orientação rigorosa, disponibilidade constante, estímulo crítico e valiosos conselhos ao longo de todo o processo. A sua orientação foi essencial para o enquadramento científico e para o desenvolvimento sólido deste projeto.

Expresso também a minha gratidão ao meu colega da empresa, Francisco Rosa, pelo acompanhamento próximo, pela partilha de conhecimento e pela disponibilidade demonstrada, que muito contribuíram para o sucesso deste trabalho. Um agradecimento igualmente sentido à colega Dora Mendonça, pela entreaajuda, pelo apoio técnico e pela colaboração constante ao longo deste percurso profissional e académico.

Estendo ainda o meu agradecimento à coordenação e corpo docente do Mestrado em Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento, pelas aprendizagens transmitidas e pela dedicação demonstrada ao longo de todo o curso. As competências adquiridas foram fundamentais para a realização deste projeto e para o meu crescimento académico e profissional.

Por fim, uma palavra de especial gratidão à minha família, pelo incentivo permanente, paciência e apoio incondicional em todas as etapas deste percurso. A vossa presença e compreensão foram o alicerce que me permitiu alcançar este objetivo.

A todos vós, o meu mais sincero obrigado. Sem o vosso contributo, este projeto não teria sido possível

"A persistência é o caminho do êxito."

Charlie Chaplin

Resumo

O presente projeto tem como objetivo analisar e propor uma solução para a mitigação de erros de quantidade em processos de *picking* no contexto de um operador logístico *3PL* sediado em Portugal. A investigação decorreu num ambiente real de armazém, onde, apesar da utilização de um sistema de gestão de armazéns (*WMS*), foram registadas ocorrências recorrentes de divergências entre as quantidades expedidas e as quantidades efetivamente solicitadas.

O estudo seguiu uma abordagem mista, combinando análise documental, observação direta e entrevistas a operadores. Foi identificado que a ausência de um controlo físico de verificação das quantidades no momento da separação contribui significativamente para a ocorrência de erros.

A proposta de solução consiste na implementação de um sistema de verificação por peso, *picking by weight*, integrado no *WMS*, que permite confirmar automaticamente a quantidade separada antes da expedição, funcionando como um mecanismo *Poka-Yoke* digital. Os resultados esperados incluem a redução dos erros de *picking*, a melhoria do indicador *On Time In Full (OTIF)* e a diminuição de custos associados a retrabalho e não conformidades.

O projeto contribui para o reforço da qualidade operacional e para o aumento da fiabilidade do processo de expedição em operadores logísticos *3PL*.

Palavras-chave: 3PL, picking, poka-yoke, WMS

Abstract

This project aims to analyse and propose a solution to mitigate quantity errors in picking processes within a Portuguese third-party logistics (3PL) operator. The research was conducted in a real warehouse environment where, despite the use of a Warehouse Management System (WMS), recurring discrepancies were observed between shipped quantities and the quantities actually requested.

The study followed a mixed-method approach, combining document analysis, direct observation, and interviews with warehouse operators. It was identified that the absence of a physical control mechanism to verify quantities at the moment of picking significantly contributes to the occurrence of errors.

The proposed solution consists of implementing a weight verification system – *picking by weight* – integrated into the WMS, which automatically confirms the quantity picked before shipment, acting as a digital *Poka-Yoke* mechanism. The expected results include a reduction in picking errors, improvement of the On Time In Full (OTIF) indicator, and a decrease in costs associated with rework and nonconformities.

The project contributes to strengthening operational quality and increasing the reliability of the shipping process in 3PL logistics operations.

Keywords: 3PL, picking, poka-yoke, WMS

Siglas & Acrónimos

1PL – First Party Logistics

2PL – Second Party Logistics

3PL – Third Party Logistics

4PL – Fourth Party Logistics

5PL – Fifth Party Logistics

6PL – Sixth Party Logistics

ADR – Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route

APA – American Psychological Association

AQS – Avaliação da Qualidade de Serviço

B2B – Business to Business

CMR – Convention relative au Contrat de Transport International de Marchandises par Route

CPL – Coordenador de Processos Logísticos

CSCMP – Council of Supply Chain Management Professionals

CSL – Coordenador de Serviços de Logística

ERP – Enterprise Resource Planning

IBC – Intermediate Bulk Container

IoT – Internet of Things

KPI – Key Performance Indicator

MD – Mercadoria Deiba

MDD – Mercadoria Deiba Devolução

OCT – Order Cycle Time

OTIF – Order Time in Full

PDA – Personal Digital Assistant

Qn – Quantidade nominal

RFID – Radio Frequency Identification

ROI – Return on Investment

SCM – Supply Chain Management

SKU – Stock Keeping Unit

SLA – Service Level Agreements

TI – Tecnologias de Informação

TNE – Tolerâncias Negativas Europeias

TPS – Toyota Production System

USL – Unidade de Serviços Logísticos

VSM – Value Stream Mapping

WMS – Warehouse Management System

Glossário

5S – metodologia de origem japonesa para otimizar o ambiente de trabalho, baseada em cinco "senso" (palavras japonesas que começam com "S") para promover organização, limpeza e disciplina. Os cinco S são: *Seiri* (Senso de Utilização - separar o útil do inútil), *Seiton* (Senso de Ordenação - organizar o necessário), *Seiso* (Senso de Limpeza - limpar o local), *Seiketsu* (Senso de Asseio/Padronização – manter o padrão e a higiene) e *Shitsuke* (Senso de Autodisciplina - criar e manter o hábito).

Adblue - Solução Aquosa, composta por água desmineralizada (67,5%) e ureia (32,5%). Tem como objetivo reduzir, em até 90%, as emissões de gases poluentes - essencialmente óxido de nitrogénio - libertados através do processo de combustão.

Coatings – Produtos Químicos para revestimento ou cobertura aplicada à superfície de um objeto.

Core Business – Expressão utilizada habitualmente para definir aquele que é o negócio central de uma determinada empresa ou organização.

Inbound Handling – Processo de gestão das operações de entrada de mercadorias num armazém.

MUDA – em japonês significa "desperdício" ou "resíduo"

Order Cycle Time (OCT) - Tempo de Ciclo de Pedido, é um *KPI* que mede o tempo total, desde o momento em que o cliente confirma o pedido até a sua entrega ao destinatário.

On Time In Full (OTIF) – É um *KPI* que mede a eficiência das entregas de mercadorias. Pode ser traduzido como “No Prazo e Completo”. Um pedido deve ser entregue dentro do prazo acordado com o cliente e com a quantidade de produtos correta e sem falhas.

Outbound Handling – Processo de gestão das operações de saída de mercadorias num armazém.

Outsourcing – Contratação de uma parte externa à empresa para executar tarefas ou serviços que poderiam ser realizados internamente pelos próprios colaboradores da empresa.

Payback – método de avaliação de investimentos que mede o tempo necessário para recuperar o capital inicialmente investido, através dos fluxos de caixa gerados pelo projeto.

Picking – Processo de seleção e recolha de produtos no armazém para satisfazer uma encomenda de um cliente.

Put-away – Arrumar um objeto no seu lugar. É a arrumação da mercadoria no armazém.

Staging - área de transição de um armazém, normalmente sem estantaria, onde os produtos são temporariamente colocados antes de serem recebidos, expedidos, consolidados ou transferidos.

Slotting – É a forma estratégica de arrumação de mercadorias em todo o armazém, a fim de melhorar a eficiência e a produtividade de todas as tarefas.

Trade-off – Conceito bastante utilizado ao nível da Economia e que traduz o efeito de troca de um ativo económico por outro que um determinado agente económico está disposto a efetuar.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Siglas & Acrónimos	iv
Glossário.....	vi
Índice	viii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas	xiv
Introdução	1
1 Enquadramento teórico	3
1.1 Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	3
1.1.1 Processos de decisão na <i>SCM</i> : estratégico, tático e operacional.....	3
1.1.2 Integração e visibilidade na cadeia de abastecimento.....	4
1.1.3 Indicadores-chave da cadeia de abastecimento.....	5
1.2 Gestão Logística.....	5
1.2.1 Definição e papel da logística na <i>SCM</i>	5
1.2.2 História da Logística.....	6
1.2.3 Logística como função de criação de valor.....	7
1.2.4 Custos logísticos e impacto na competitividade	8
1.3 Operadores Logísticos <i>3PL</i>	8
1.3.1 Conceito e Enquadramento dos Operadores Logísticos.....	8
1.3.2 Evolução Histórica dos Operadores Logísticos	9

1.3.3	Tipologia e Níveis de Maturidade	9
1.3.4	O Papel dos <i>3PL</i> em Setores Regulados	10
1.3.5	Benefícios e Desafios da Externalização Logística.....	10
1.3.6	Tendências e Perspetivas Futuras dos <i>3PL</i>	10
1.3.7	Síntese e Considerações Finais	11
1.4	Gestão de Armazém	11
1.4.1	Funções e atividades de um armazém	12
1.4.2	Processos <i>inbound</i> e <i>outbound</i>	13
1.4.3	<i>Layout</i> e organização do armazém	13
1.4.4	Fluxos de materiais e sua otimização.....	15
1.4.5	Estratégias de localização de armazenagem	15
1.4.6	<i>Picking</i>	16
1.4.6.1	Estratégias de <i>picking</i>	16
1.4.6.2	Tecnologias aplicadas ao <i>picking</i>	17
1.5	Tecnologias de Informação	17
1.5.1	Papel das Tecnologias de Informação na <i>SCM</i> e na Logística.....	18
1.5.2	<i>ERP – Enterprise Resource Planning</i>	19
1.5.3	<i>WMS – Warehouse Management System</i>	19
1.5.3.1	Funcionalidades Essenciais	19
1.5.3.2	Impacto do <i>WMS</i> na Redução de Erros e na Eficiência.....	20
1.5.3.3	Integração do <i>WMS</i> com <i>IoT</i> , <i>RFID</i> , Balanças e <i>Data Analytics</i>	21
1.6	<i>Lean Logistics</i>	21
1.6.1	Princípios do <i>Lean</i> aplicados à logística.....	22

1.6.2	<i>Poka-Yoke</i> : conceito, origem e aplicação.....	22
1.6.3	<i>Jidoka</i> e <i>Gemba</i> no contexto <i>Lean</i>	23
1.7	Gestão da Qualidade	24
1.7.1	Ferramentas da Qualidade.....	24
1.7.2	O Diagrama de <i>Ishikawa</i> e a análise de causas	25
2	Objetivos e Metodologia	26
2.1	Tipo e natureza da investigação	26
2.2	Abordagem metodológica	27
2.3	Fontes e recolha de dados.....	27
2.4	Técnicas e ferramentas de análise.....	28
2.5	Limitações metodológicas.....	28
3	Apresentação da Empresa	29
3.1	Descrição Geral	29
3.2	Evolução Histórica	29
3.3	Missão, Visão e Valores.....	30
3.4	Estrutura Organizacional.....	30
4	Diagnóstico da Situação Atual	31
4.1	Enquadramento geral e caracterização operacional	31
4.2	Descrição dos fluxos operacionais	34
4.2.1	Fluxo <i>inbound</i> – Receção e armazenagem (<i>Put-away</i>)	34
4.2.2	Fluxo <i>outbound</i> – <i>Picking</i> e expedição	36
4.3	Processo de <i>Picking</i> (<i>as-is</i> – situação atual e limitações)	37
4.3.1	Descrição geral do processo atual	38

4.3.1.1	Diversidade de Acondicionamentos e Tipos de Embalagem	39
4.3.2	Recursos e sistemas utilizados	39
4.3.3	Identificação de limitações operacionais e análise <i>Lean</i>	40
4.3.3.1	Análise de causas	41
4.3.3.2	Identificação de desperdícios (<i>MUDA</i>) – Enfoque <i>Lean</i>	42
4.3.4	Análise quantitativa e qualitativa	43
4.3.4.1	Análise das incidências por erro de quantidade em <i>picking</i>	45
4.3.5	Impactos e implicações	46
4.3.6	Síntese crítica e ligação à melhoria	47
5	Proposta de Melhoria: <i>Picking by Weight</i> Integrado no <i>WMS Eye Peak</i>	48
5.1	Introdução.....	48
5.2	Enquadramento da solução proposta.....	48
5.3	Desenho do modelo proposto	50
5.3.1	Estrutura e componentes do sistema	50
5.3.2	Fluxo de processo “ <i>To-Be</i> ”	51
5.3.3	Benefícios operacionais do modelo.....	51
5.3.4	Considerações técnicas e requisitos de implementação	52
5.3.5	Definição das Tolerâncias e Aplicação da Tabela AQS/TNE.....	52
5.3.6	Solução tecnológica proposta – <i>RAVAS iForks-32</i>	55
5.3.7	Viabilidade técnica e operacional	56
5.3.8	Benefícios esperados e indicadores de melhoria	57
5.3.8.1	Caso de estudo <i>RAVAS</i> – Kuehne + Nagel.....	57
5.3.8.2	Benefícios esperados para a USL da DEIBA.....	58

5.3.8.3 Retorno do Investimento (<i>ROI</i>) e <i>Payback</i>	58
5.3.8.4 Conclusão do impacto esperado	59
Conclusão e Investigação Futura	60
Referências Bibliográficas	62
Apêndice A – Entrevistas estruturadas aos operadores	70
Apêndice B – Fluxograma de Processos	76
Apêndice C – Etiqueta Unidade Agregadora(UA) e Unidade Expedição(UE)	77
Apêndice D – Tipologia de Acondicionamentos.....	78
Apêndice E – Diagrama de Ishikawa	79
Apêndice F – Registo e análise de incidências por erro de quantidade	80
Apêndice G – Definição das Tolerâncias e Aplicação da Tabela AQS/TNE.....	83
Anexo A – Estrutura Organizacional DEIBA	85
Anexo B – Mapa das Instalações da DEIBA.....	86
Anexo C – RAVAS iForks-32.....	87

Índice de Figuras

Figura 1 - Trinómio das Dimensões da Logística.....	7
Figura 2 - Logistics Trend Radar 6.0	11
Figura 3 - Fluxograma de Processos <i>Inbound</i> e <i>Outbound</i>	13
Figura 4 - <i>Layout</i> U e I.....	14
Figura 5 - Análise ABC, <i>Layout</i>	14
Figura 6 - Exemplo de Etiqueta de Localização.....	35
Figura 7 - Diagrama de <i>Ishikawa</i>	42
Figura 8 – Exemplo gráfico de validação automática por peso	54

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Evolução da Logística em cinco Eras	7
Tabela 2 - Estrutura típica de custos logísticos	8
Tabela 3 - % Tempo de <i>Picking</i>	16
Tabela 4 - Comparação de Estratégias de <i>Picking</i>	17
Tabela 5 - Função e Grupos Lógicos de Produtos para Agricultura e Fitofarmacêuticos	35
Tabela 6 - Incompatibilidade para Produtos da Indústria	36
Tabela 7 – Indicadores de desempenho operacional	44
Tabela 8 - Benefícios esperados para a USL	58

Introdução

No contexto competitivo atual da logística, os operadores *3PL* enfrentam uma crescente pressão para garantir elevados níveis de qualidade, rastreabilidade e eficiência nos seus processos. Entre as operações mais críticas encontra-se o *picking*, cuja precisão tem impacto direto na satisfação do cliente e na performance global da cadeia de abastecimento.

Na organização em estudo, foi identificado um número relevante de erros de quantidade no processo de separação de mercadorias, resultando em retrabalho, custos adicionais e eventuais ruturas na cadeia de abastecimento. Apesar da utilização de um sistema de gestão de armazéns (*WMS*) robusto, a ausência de validação quantitativa automática no momento do *picking* permite que pequenas falhas humanas resultem em divergências significativas.

O aumento da complexidade dos fluxos logísticos e a crescente diversidade de produtos e embalagens tornam o processo de *picking* particularmente suscetível a falhas humanas. Em operadores logísticos *3PL*, onde coexistem múltiplos clientes, sistemas e requisitos específicos, a variabilidade operacional é elevada, o que potencia erros de separação, sobretudo em contextos de elevada pressão temporal e sazonalidade. Estes erros, ainda que de pequena magnitude individual, acumulam impactos significativos ao longo do tempo, traduzindo-se em custos diretos, perdas de produtividade e deterioração de indicadores de desempenho como o *On Time In Full (OTIF)*.

Neste contexto, a aplicação de princípios de melhoria contínua e de prevenção de erros (*Poka-Yoke*) assume particular relevância. A introdução de mecanismos de verificação automática – como a pesagem integrada no processo de *picking* – representa uma evolução natural na digitalização das operações logísticas, permitindo detetar e corrigir anomalias em tempo real. Assim, este projeto enquadra-se no esforço de transformação digital e de otimização de processos, procurando aliar tecnologia, fiabilidade e eficiência ao serviço prestado pelos operadores logísticos *3PL*.

Os objetivos deste estudo encontram-se detalhados no Capítulo 2.

Deste diagnóstico emergiu o problema de investigação:

Como pode um operador logístico 3PL mitigar os erros de quantidade no processo de picking através da integração de tecnologias de verificação automática?

Com base neste problema, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- Q1 – Em que medida a verificação por peso contribui para reduzir os erros de quantidade em operações de *picking*?
- Q2 – Quais os impactos operacionais e económicos da sua implementação num ambiente *3PL*?

A metodologia adotada combina abordagem qualitativa e quantitativa, incluindo observação direta, entrevistas com operadores e análise de registos históricos de erros, ano 2024. O projeto estrutura-se da seguinte forma:

- **Capítulo 1** – Enquadramento Teórico: inclui a revisão de literatura sobre gestão da cadeia de abastecimento, logística, operadores *3PL*, gestão de armazéns, tecnologias de informação, *Lean Logistics* e gestão da qualidade, fornecendo a base conceptual para o estudo.
- **Capítulo 2** – Objetivos e Metodologia: descreve os objetivos, o tipo de investigação, a abordagem metodológica adotada, as fontes e técnicas de recolha e análise de dados, bem como as limitações e delimitações do estudo.
- **Capítulo 3** – Apresentação da Empresa: caracteriza a organização em estudo, apresentando a sua história, missão, visão, estrutura e enquadramento operacional.
- **Capítulo 4** – Diagnóstico da Situação Atual: analisa detalhadamente os processos logísticos, com enfoque no processo de *picking*, identificando causas, desperdícios e impactos dos erros de quantidade.
- **Capítulo 5** – Proposta de Melhoria: *Picking by Weight* Integrado no *WMS Eye Peak*: apresenta a solução proposta, o modelo funcional, os requisitos técnicos e a avaliação económica do investimento.

1 Enquadramento teórico

1.1 Gestão da Cadeia de Abastecimento

A gestão da cadeia de abastecimento (*Supply Chain Management – SCM*) constitui um dos pilares fundamentais da logística moderna e da competitividade empresarial. O conceito evoluiu ao longo das últimas décadas, acompanhando as transformações dos mercados e a crescente complexidade dos fluxos de bens, informação e capital.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP* (2025), a *SCM* é definida como a gestão integrada dos fluxos de produtos, serviços, informação e capital, desde os fornecedores de matérias-primas até ao cliente final, com o objetivo de criar valor para todos os intervenientes da cadeia. Esta perspetiva destaca a importância da coordenação e da colaboração entre parceiros, indo além das fronteiras organizacionais.

Na visão de Chopra & Meindl (2016), a cadeia de abastecimento compreende todas as fases envolvidas, direta ou indiretamente, no cumprimento de um pedido do cliente: fornecedores, fabricantes, distribuidores, operadores logísticos, retalhistas e clientes. O principal objetivo da *SCM* é maximizar o valor global gerado, ou seja, a diferença entre o valor que o produto final representa para o cliente e o custo total da cadeia de abastecimento.

Por sua vez, Lambert et al. (1998) reforçam que a *SCM* deve ser entendida como a integração de processos-chave de negócio, que vão desde o relacionamento com fornecedores até ao serviço ao cliente, sendo esta integração crítica para a criação de vantagens competitivas sustentáveis.

1.1.1 Processos de decisão na *SCM*: estratégico, tático e operacional

A literatura distingue três níveis de decisão fundamentais na gestão da cadeia de abastecimento: estratégico, tático e operacional (Vidal & Goetschalckx, 1997). Estes níveis apresentam horizontes temporais distintos, diferentes graus de incerteza e impacto, mas estão intrinsecamente interligados, assegurando a coerência global da gestão da cadeia (Chopra, 2019).

- **Nível estratégico** – corresponde às decisões de longo prazo, tipicamente associadas ao desenho da rede logística e ao posicionamento competitivo da organização. Incluem a localização de fábricas e armazéns, a escolha de fornecedores estratégicos, a definição dos canais de distribuição e a decisão de externalizar ou internalizar determinadas atividades (ex.: recurso a operadores logísticos *3PL*). Estas decisões são tomadas com baixa frequência, mas envolvem elevados níveis de investimento e

de incerteza, dado que determinam a configuração da cadeia no futuro e a capacidade de resposta às dinâmicas do mercado.

- **Nível tático** – situa-se no horizonte de médio prazo (normalmente até 12 meses) e visa otimizar a utilização dos recursos definidos no nível estratégico. Inclui a definição de políticas de inventário, estratégias de transporte, planeamento de produção e de capacidade, organização de *layouts* de armazém e sistemas de informação (ex.: *Warehouse Management Systems – WMS*). Trata-se de um nível em que a incerteza é menor, mas ainda relevante, e onde se procuram soluções flexíveis que maximizem o alinhamento entre objetivos organizacionais e restrições operacionais.
- **Nível operacional** – abrange as decisões de curto prazo, relacionadas com a execução diária das atividades da cadeia. Neste nível incluem-se o planeamento da produção em detalhe, a gestão de rotas de transporte, o agendamento de encomendas, a execução de processos de *picking* e expedição e o acompanhamento de indicadores de desempenho. O foco principal reside na rentabilização dos recursos disponíveis e na minimização de custos operacionais, assegurando simultaneamente elevados níveis de serviço e a satisfação do cliente.

Esta divisão é particularmente relevante no presente estudo, uma vez que a problemática em análise – erros de quantidade no processo de *picking* – ocorre ao nível operacional, mas a sua mitigação requer decisões e alinhamentos ao nível tático (introdução de mecanismos de controlo por peso e integração no *WMS*) e estratégico (investimento em tecnologia e cultura de qualidade).

1.1.2 Integração e visibilidade na cadeia de abastecimento

A crescente globalização e digitalização das cadeias de abastecimento têm reforçado a necessidade de integração e visibilidade *end-to-end*. Segundo Mentzer et al. (2001), uma cadeia integrada é aquela em que os processos e os fluxos de informação são partilhados entre os diferentes parceiros, permitindo uma coordenação mais eficiente e a eliminação de redundâncias.

Ferramentas tecnológicas, como os *Enterprise Resource Planning (ERP)* e os *Warehouse Management Systems (WMS)*, desempenham um papel essencial neste contexto, ao permitirem uma monitorização em tempo real e a rastreabilidade das operações (Wei et al., 2023). Mais recentemente, tecnologias emergentes como *RFID*, *IoT* e sensores de pesagem acrescentam novas dimensões de controlo e visibilidade, contribuindo para reduzir falhas humanas e aumentar a precisão operacional (Alsudani et al., 2023).

1.1.3 Indicadores-chave da cadeia de abastecimento

A avaliação do desempenho da *SCM* assenta em indicadores de qualidade e de eficiência. Entre os mais utilizados destacam-se:

- **Order Cycle Time (OCT)** – mede o tempo total necessário entre a colocação da encomenda pelo cliente e a entrega final.
- **On Time In Full (OTIF)** – indicador central de fiabilidade, que mede a percentagem de encomendas entregues no prazo e em conformidade com a quantidade e qualidade contratadas.
- **Perfect Order** – métrica composta que avalia a percentagem de encomendas entregues sem erros em todos os parâmetros: quantidade, prazo, documentação e condição do produto (Chopra & Meindl, 2016).

No contexto dos operadores logísticos *3PL*, estes indicadores assumem particular relevância, uma vez que os contratos de prestação de serviços são muitas vezes regulados por *Service Level Agreements (SLA)* que penalizam falhas de desempenho. Neste sentido, a mitigação de erros de quantidade no *picking* contribui diretamente para a melhoria dos *KPIs* de fiabilidade e, consequentemente, para a competitividade da organização.

1.2 Gestão Logística

1.2.1 Definição e papel da logística na *SCM*

A logística é tradicionalmente considerada a função que garante a disponibilidade de bens e serviços no local certo, no tempo certo e nas condições adequadas, ao menor custo possível. Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals CSCMP (2025)*, logística é a parte da gestão da cadeia de abastecimento responsável por planear, implementar e controlar de forma eficiente e eficaz os fluxos diretos e inversos de bens, serviços e informação, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, de modo a satisfazer os requisitos dos clientes.

Autores de referência reforçam esta perspetiva. Bowersox et al. (2019) destacam a logística como função crítica da *SCM*, salientando os “*7R’s*” – produto certo, quantidade certa, condição certa, lugar certo, tempo certo, cliente certo e custo certo. Para Christopher (2016), a logística deve ser entendida como a ponte entre os mercados de aprovisionamento e os mercados de consumo, assegurando a eficiência dos fluxos físicos e de informação. Já Ballou (2004) sublinha a importância da logística como área estratégica que influencia diretamente a competitividade das empresas. Neste enquadramento, a logística assume-se não apenas como suporte operacional da *SCM*, mas como elemento central na criação de valor,

integrando atividades como transporte, gestão de stocks, armazenagem, processamento de encomendas, embalagem e serviço ao cliente (Lambert et al., 1998).

1.2.2 História da Logística

A origem do termo “logística” remonta ao grego *logos* (razão, fundamento) e ao latim *locare* (colocar), tendo também raízes no francês *loger* (alojar) (Sutherland, 2008). A aplicação prática do conceito é ancestral, encontrando-se registos de práticas logísticas no Antigo Egito, aquando da construção das Grandes Pirâmides, onde sistemas de transporte rudimentares permitiram o movimento de blocos maciços de pedra desde pedreiras até ao local de utilização (Klemm & Klemm, 2010).

Durante séculos, a logística foi sobretudo associada ao contexto militar. Luttwak (1974) descreve-a como a ciência de movimentar e abastecer tropas, englobando atividades de transporte, armazenamento e distribuição de materiais e equipamentos. A relevância da logística militar foi particularmente notória na Segunda Guerra Mundial, em que a necessidade de movimentar grandes contingentes de tropas e recursos impulsionou o desenvolvimento logístico a uma escala sem precedentes.

A transição da logística para o contexto empresarial intensificou-se no século XX. Stock & Lambert (2001) destacam como, em 1901, John Crowell, presidente da *Trinity College*, analisou custos e fatores que afetavam a distribuição de produtos agrícolas no Relatório da Comissão Industrial de Distribuição de Produtos Agrícolas, identificando assim as bases da logística moderna.

Nos anos seguintes, a logística passou a ser vista como uma função essencial na integração de cadeias de abastecimento e no atendimento das necessidades dos clientes. Carvalho et al. (2012) destacam que a evolução da logística acompanha a transformação da economia, assumindo hoje a forma de *Smart Logistics* ou Logística 4.0, orientada para a integração digital e soluções sustentáveis, em resposta às mudanças do mercado e às exigências ambientais (Winkelhaus & Grosse, 2020).

Conforme ilustrado na Tabela 1, esta evolução evidência como a logística deixou de ser apenas uma função operacional para se tornar um fator diferenciador, capaz de criar valor competitivo e sustentável para empresas e clientes (Waters & Rinsler, 2015).

Tabela 1 - Evolução da Logística em cinco Eras

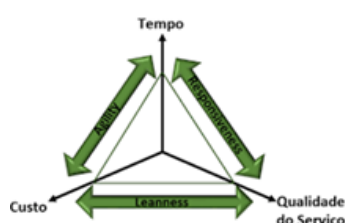
Era	Principal Influência	Principais Características
Era 1: Quinta para o mercado (1916–1940)	Agricultura	Transporte agrícola; motor a vapor.
Era 2: Funções segmentadas (1940–início dos anos 60)	Militar	Transportes <i>inbound</i> e <i>outbound</i> ; inventário em stock; distribuição física; combustão.
Era 3: Funções integradas (anos 60–início dos 70)	Indústria	Custos totais; coordenação entre sistemas; integração logística.
Era 4: Foco no cliente (início dos anos 70–meados dos 80)	Ciência Empresarial	Atenção ao cliente; custo de posse de inventário; produtividade.
Era 5: Logística como diferenciador (meados dos anos 80–presente)	Tecnologias de Informação e Gestão	Cadeia de abastecimento; globalização; logística inversa; logística ambiental.

Fonte: Baseado em Logistics evolution: a comparison of military and commercial logistics thought (Rutner et al., 2012)

1.2.3 Logística como função de criação de valor

A logística deve ser vista como um contributo direto para a proposta de valor ao cliente. Carvalho et al. (2012) sintetizam esta ideia no chamado Trinómio da Logística – tempo, custo e qualidade de serviço – que representa as dimensões críticas da competitividade logística. A redução do tempo de entrega, a otimização de custos e a garantia da qualidade e fiabilidade do serviço são elementos que, em conjunto, determinam a perceção de valor pelo cliente final.

Figura 1 - Trinómio das Dimensões da Logística



Fonte: Reproduzido de Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento (Carvalho et al., 2010)

Além disso, a logística contribui para a criação de valor através da resposta ágil às flutuações de procura, da eficiência operacional e da flexibilidade na adaptação a diferentes mercados e clientes. De acordo com Christopher (2016), a capacidade de resposta rápida (*responsiveness*) é um fator distintivo, especialmente em cadeias caracterizadas por elevada variabilidade da procura.

Outro contributo essencial da logística para a criação de valor é a integração informacional. Sistemas como *ERP* e *WMS*, ao permitirem maior visibilidade e rastreabilidade dos fluxos,

potenciam não só a redução de erros, mas também a melhoria da tomada de decisão (Stock & Lambert, 2001).

1.2.4 Custos logísticos e impacto na competitividade

A logística, além de função geradora de valor, é também uma área intensiva em custos. Estudos apontam que o peso dos custos logísticos pode variar entre 10% e 15% do volume de negócios das empresas, dependendo do setor (Ballou, 2004). Estes custos incluem transporte, armazenagem, gestão de stocks, processamento de encomendas e embalagem.

Tabela 2 - Estrutura típica de custos logísticos

Componente	% Médio no Custo Logístico Total
Transporte	40% – 50%
Armazenagem	20% – 25%
Inventário (capital + obsolescência)	20% – 25%
Processamento & Administração	5% – 10%

Fonte: Adaptado de *Logistics Cost and Service 2015* (Davids, 2016)

A gestão eficiente destes custos é essencial para a competitividade. Segundo Gunasekaran & Ngai (2004), a logística deve ser encarada como fonte de vantagem competitiva sustentável, não apenas pela redução de custos, mas pela sua contribuição para a diferenciação no serviço prestado. A relação custo/serviço é, assim, um dos principais *trade-offs* da gestão logística: maximizar o nível de serviço ao menor custo possível.

Neste sentido, indicadores como o custo logístico total (% do volume de negócios), a produtividade do armazém ou a eficiência do transporte são fundamentais para avaliar o desempenho logístico e apoiar a tomada de decisão (Rutner et al., 2012).

1.3 Operadores Logísticos 3PL

1.3.1 Conceito e Enquadramento dos Operadores Logísticos

A crescente complexidade das cadeias de abastecimento, associada à globalização, à diversificação dos mercados e à evolução tecnológica, levou as organizações a repensarem a forma como estruturam e gerem as suas operações logísticas. Neste contexto, emergiu o conceito de *Third-Party Logistics (3PL)*, que se refere à externalização de atividades logísticas a empresas especializadas, com o objetivo de aumentar a eficiência, reduzir custos e permitir que as organizações se concentrem no seu *core business*. De acordo com Christopher (2016)

e Lambert et al. (1998), os operadores logísticos assumem-se como parceiros estratégicos que, para além de executarem atividades como transporte, armazenagem e gestão de stocks, oferecem serviços de valor acrescentado e garantem a integração com os sistemas de informação do cliente, assegurando maior visibilidade e rastreabilidade ao longo da cadeia de abastecimento.

1.3.2 Evolução Histórica dos Operadores Logísticos

A evolução histórica dos operadores logísticos permite compreender a transformação do setor. Nos anos 1950, o papel das empresas externas limitava-se essencialmente ao transporte e à armazenagem, com serviços de carácter transaccional e pouco valor estratégico. A década de 1980 marcou uma mudança significativa, com o crescimento do comércio internacional e da globalização, que exigiram respostas mais sofisticadas para a gestão de fluxos e inventários. Foi nesta fase que os *3PL* começaram a expandir a sua atuação, oferecendo soluções integradas de distribuição e de gestão de armazéns (Hertz & Alfredsson, 2003). Na década de 1990, a generalização da filosofia *lean* e a difusão dos sistemas de informação conduziram a um reforço do papel destes operadores, que passaram a assumir responsabilidades na coordenação de processos logísticos mais complexos e no suporte à tomada de decisão (Langley & Capgemini, 2015). Atualmente, os *3PL* consolidaram-se como atores estratégicos da *supply chain*, desempenhando funções críticas na inovação, na adaptação às exigências dos mercados e na sustentabilidade, sendo considerados verdadeiros parceiros de negócio (Zacharia et al., 2011; Winkelhaus & Grosse, 2020).

1.3.3 Tipologia e Níveis de Maturidade

A literatura distingue ainda diferentes níveis de maturidade e abrangência no papel dos operadores logísticos. Os *3PL* caracterizam-se pela execução de atividades operacionais, como transporte, armazenagem e serviços de valor acrescentado, geralmente com recurso a ativos próprios. Os *4PL* surgem como integradores de serviços logísticos, com menor dependência de ativos, assumindo a coordenação *end-to-end* da cadeia e a governação de redes complexas através de contratos e métricas de desempenho (Win, 2008). Os *5PL*, mais recentes, estão associados a modelos digitais colaborativos e à agregação de procura, potenciando efeitos de rede e otimizando operações através de *big data analytics*. Já os *6PL* são apontados na literatura como uma visão emergente, em que a digitalização total, a automação, a inteligência artificial e a sustentabilidade configuram um modelo de logística cada vez mais autónomo e resiliente (Roy, 2024).

1.3.4 O Papel dos 3PL em Setores Regulados

Os operadores logísticos desempenham ainda um papel essencial em setores altamente regulados, nos quais a conformidade legal, a rastreabilidade e a segurança são determinantes. No transporte de mercadorias perigosas, por exemplo, aplica-se o Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada – *ADR*, que estabelece regras específicas de classificação, embalagem, documentação e formação. O setor fitofarmacêutico está sujeito a exigências específicas relacionadas com a armazenagem segregada, a compatibilidade das substâncias e a ventilação adequada dos espaços destinados ao armazenamento. A distribuição e armazenagem de produtos fitofarmacêuticos encontram-se reguladas pela Lei n.º 26/2013, de 11 de abril (Diário da República, 2013), na sua redação atual, assim como pelo Manual de Procedimentos Operativos da Direção-Geral de Alimentação e Veterinária DGAV (2021), que impõem requisitos rigorosos relativamente às condições de armazenagem e distribuição, tornando a função dos operadores logísticos *3PL* crítica para garantir a qualidade e a segurança dos produtos (DGAV, 2021; Diário da República, 2013). Estas exigências são asseguradas pelos *3PL* através da utilização de sistemas *WMS* e de procedimentos operacionais normalizados, que permitem um controlo rigoroso das condições de armazenamento, rastreabilidade e conformidade regulamentar.

1.3.5 Benefícios e Desafios da Externalização Logística

Apesar das vantagens, a contratação de *3PL* não está isenta de desafios. Entre os principais benefícios estão o acesso a competências especializadas, a flexibilidade de capacidade, a melhoria do nível de serviço e a redução de custos fixos (Marasco, 2008). Contudo, a externalização também acarreta riscos, tais como a dependência excessiva do prestador, a possibilidade de perda de controlo sobre processos críticos, a necessidade de integração tecnológica entre sistemas distintos e a governança complexa dos contratos e dos *SLA* (Sink & Langley, 1997). Estes aspetos evidenciam que a escolha e a gestão de um operador logístico devem ser encaradas como uma decisão estratégica, que requer avaliação criteriosa e mecanismos de controlo.

1.3.6 Tendências e Perspetivas Futuras dos 3PL

As tendências recentes reforçam o carácter dinâmico e diversificado dos *3PL*. A digitalização e a adoção da Logística 4.0 introduzem novas ferramentas como a *IoT*, a inteligência artificial, o *big data* e a *blockchain*, permitindo maior visibilidade e rastreabilidade em tempo real (Winkelhaus & Grosse, 2020). A sustentabilidade surge como outra tendência dominante, com operadores a investirem em transporte verde, embalagens circulares e estratégias de

descarbonização, em linha com pressões legislativas e sociais (DHL, 2024). A diversificação da cadeia de abastecimento constitui uma resposta direta aos riscos globais, levando a estratégias de regionalização e múltiplos pontos de abastecimento para garantir resiliência. O Radar de Tendências da DHL, (2024) identifica ainda a especialização setorial como um vetor de diferenciação, em que operadores oferecem soluções ajustadas a setores regulados, como a farmacêutica, o químico ou o alimentar.

Finalmente, a emergência de plataformas colaborativas no modelo *5PL* representa um passo adicional na transformação do setor, promovendo a partilha de ativos, a agregação de procura e a otimização em rede.

Figura 2 - Logistics Trend Radar 6.0



Fonte: DHL. (2024) *The Logistics Trend Radar*

1.3.7 Síntese e Considerações Finais

A análise da literatura revela que os *3PL* evoluíram de meros prestadores de serviços de transporte e armazenagem para parceiros estratégicos altamente diversificados, que acrescentam valor através da integração digital, da conformidade regulatória e da inovação sustentável. O seu papel na competitividade das cadeias de abastecimento é hoje incontornável, sendo expectável que as próximas décadas consolidem a tendência para a digitalização, a sustentabilidade e a colaboração, ampliando ainda mais a relevância destes operadores.

1.4 Gestão de Armazém

O armazém é um elemento essencial na cadeia de abastecimento, desempenhando a função de equilibrar a discrepância entre oferta e procura, assegurando simultaneamente o nível de serviço ao cliente e a eficiência operacional (Richards, 2017; Bartholdi & Hackman, 2019). No contexto dos operadores logísticos *3PL*, os armazéns são mais do que espaços de

armazenagem: constituem sistemas complexos de fluxos de materiais, informação e capital, cujo desempenho impacta diretamente a competitividade da organização.

De acordo com Frazelle (2016), a gestão de armazém visa otimizar o uso do espaço, da mão-de-obra e do equipamento, garantindo que o produto certo é entregue no local certo, no momento certo e na quantidade certa. Para Bartholdi & Hackman (2019), o desafio reside em harmonizar eficiência e flexibilidade num sistema onde coexistem tarefas de natureza física e informacional.

1.4.1 Funções e atividades de um armazém

O armazém, na perspetiva moderna da gestão logística, deixou de ser apenas um espaço de armazenagem para se tornar um centro dinâmico de valor acrescentado, que garante a fluidez e a sincronização dos fluxos de materiais ao longo da cadeia de abastecimento. Richards (2017) define o armazém como uma “*interface entre a produção e o consumo*”, responsável por equilibrar as variações de procura, reduzir o risco de rutura de stock e suportar o nível de serviço ao cliente.

Segundo Bartholdi & Hackman (2019), o desempenho de um armazém depende da sua capacidade em gerir três fluxos interdependentes: materiais, informação e recursos humanos. Cada um destes fluxos requer planeamento, controlo e integração tecnológica, elementos que são especialmente críticos em ambientes *3PL*, onde coexistem múltiplos clientes, *SKUs* e exigências regulatórias distintas.

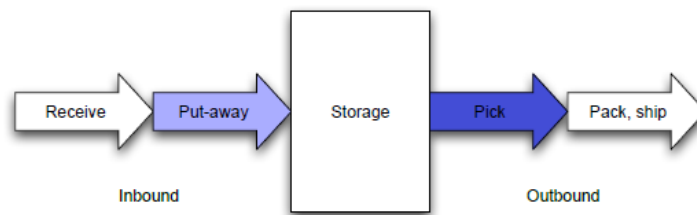
As funções principais – receção, armazenagem, *picking* e expedição – são complementadas por atividades de controlo de qualidade, devoluções e serviços de valor acrescentado (como etiquetagem, reembalagem). Frazelle (2016) diz que o objetivo não é apenas guardar produtos, mas assegurar que estes se encontram disponíveis no momento exato e na quantidade requerida.

A operação de receção é o primeiro ponto de controlo de qualidade no ciclo logístico. Um erro neste momento, seja na verificação de quantidades, seja na leitura de lotes ou datas de validade, propaga-se ao longo de todo o processo. Por sua vez, a fase de armazenagem envolve a decisão de onde e como posicionar cada *SKU*, o que tem impacto direto no tempo de recolha e no nível de serviço. A preparação de pedidos, núcleo do processo *outbound*, representa o ponto onde se materializa a relação entre eficiência operacional e satisfação do cliente.

1.4.2 Processos *inbound* e *outbound*

Os fluxos *inbound* e *outbound* são a base operacional de qualquer armazém. O primeiro garante o abastecimento de produtos provenientes de fornecedores, enquanto o segundo assegura a saída organizada e controlada das mercadorias em direção ao cliente final. Hompel & Schmidt (2007) descrevem-nos como dois subsistemas complementares: o *inbound* foca-se na integração de materiais na estrutura do armazém, e o *outbound* na distribuição eficiente e precisa dos produtos.

Figura 3 - Fluxograma de Processos *Inbound* e *Outbound*



Fonte: Bartholdi & Hackman. (2019) *Warehouse & Distribution Science*

O processo *inbound* começa com a recepção física das mercadorias, passando pela conferência, etiquetagem, verificação documental e arrumação (*put-away*). A rapidez e precisão nesta etapa determinam a fluidez de todo o sistema. Bartholdi & Hackman (2019) destacam o indicador “*dock-to-stock time*”, que mede o intervalo entre a chegada do produto e a sua disponibilidade para *picking*.

No processo *outbound*, as etapas mais críticas são a separação de pedidos (*order picking*), o controle de qualidade, a consolidação e a expedição. O indicador mais utilizado é o “*order cycle time*”, que mede o tempo total entre a recepção da encomenda e o seu envio. Num contexto *3PL*, em que os prazos e penalizações contratuais são rigorosos, estes indicadores são decisivos para o cumprimento do *SLA* (*Service Level Agreement*).

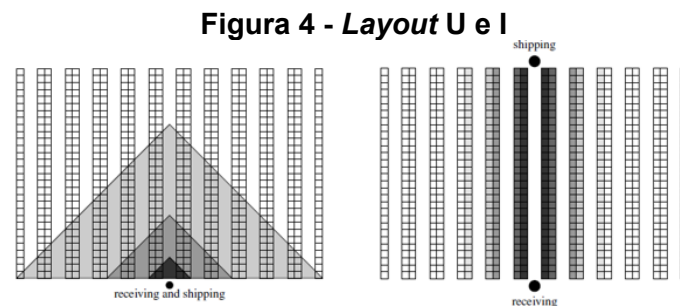
Autores como Vieira & Roux (2012) e Richards (2017) sublinham ainda a importância da coordenação entre os fluxos físicos e informacionais, especialmente quando o *WMS* atua como intermediário entre o *ERP* do cliente e o sistema operacional do operador logístico. A sincronização destas interfaces garante uma rastreabilidade completa – desde a recepção até à entrega, reduzindo erros de inventário e melhorando a qualidade da informação.

1.4.3 *Layout* e organização do armazém

O *layout* é o alicerce físico do desempenho do armazém. Um mau desenho pode duplicar distâncias, criar gargalos e comprometer a segurança. Bartholdi & Hackman (2019)

demonstram que até 50% do tempo total de operação pode ser gasto em deslocações, tornando o *layout* um dos fatores de maior impacto na produtividade.

Existem três configurações clássicas de *layout*: em U, em I e em L (Richards, 2017). O *layout* em U é o mais frequente em armazéns 3PL, pois permite que a entrada e a saída de mercadorias ocorram pelo mesmo lado, otimizando o fluxo e reduzindo movimentações cruzadas. O *layout* em I é preferido em armazéns de grandes dimensões ou automatizados, onde as zonas de recepção e expedição são separadas.



Fonte: Bartholdi & Hackman. (2019) *Warehouse & Distribution Science*

A organização interna baseia-se na segmentação funcional (zonas de recepção, *picking*, devoluções, etc.) e na classificação de produtos, normalmente via análise ABC. Os produtos de classe A, responsáveis pela maior fatia da procura, devem ser armazenados nas zonas de acesso rápido.

Figura 5 - Análise ABC, Layout



Fonte: Mecalux. (2025) *O fluxo de materiais no armazém.*

Além da análise ABC, Bartholdi & Hackman (2019) introduzem o conceito de “*slotting optimization*”, uma abordagem científica para determinar o local ótimo de cada *SKU*, considerando volume, frequência de *picking* e peso. Esta metodologia permite minimizar o tempo de percurso e o esforço de recolha, assegurando uma operação equilibrada entre produtividade e ergonomia.

1.4.4 Fluxos de materiais e sua otimização

O estudo dos fluxos de materiais foca-se na forma como os produtos se movem dentro do armazém – desde a receção até à expedição – e em como minimizar desperdícios de tempo e energia. Bartholdi & Hackman (2019) propõem um modelo de otimização que procura reduzir o número de toques por produto e minimizar a distância total percorrida, através da aplicação do *COI* (*Cube per Order Index*).

De Koster et al. (2007) identificaram que o *COI* é uma das heurísticas mais eficazes para determinar a localização dos produtos em função da frequência de recolha e do volume ocupado. Gu et al. (2010) complementam que a otimização dos fluxos deve ser dinâmica, ajustando-se à sazonalidade e à evolução do *mix* de produtos.

1.4.5 Estratégias de localização de armazenagem

De acordo com Gu et al. (2010), o processo de armazenagem envolve três decisões fundamentais: quanto stock manter de cada *SKU*, quando e com que frequência reabastecer e onde e como posicionar cada produto dentro do armazém. A última decisão é particularmente relevante na definição das estratégias de arrumação, que determinam a eficiência do espaço, os tempos de deslocação e o nível de controlo do inventário.

A literatura identifica três principais métodos de localização de armazenagem: localização aleatória, localização fixa e localização por classes (Chen et al., 2011).

- Na localização aleatória, os produtos são armazenados em qualquer espaço livre disponível, o que permite maximizar a utilização do espaço, mas requer um sistema de informação robusto que assegure a rastreabilidade e atualização permanente das localizações (Fumi et al., 2013).
- A localização fixa atribui a cada produto um espaço específico, facilitando a memorização e localização rápida pelos operadores, mas pode originar ineficiências no uso do espaço quando determinados artigos estão ausentes ou em rutura de stock (Kofler, 2014; Battista et al., 2011).
- Já a localização por classes, também designada armazenagem mista, combina as vantagens dos dois métodos anteriores, agrupando produtos em classes ou famílias com base em critérios de rotação, compatibilidade e características físico-químicas (Bahrami et al., 2019).

Estas abordagens influenciam diretamente a eficiência do processo de *picking*, a otimização do *layout* e a gestão de fluxos materiais, constituindo um dos pilares fundamentais do desempenho do armazém.

1.4.6 Picking

O *picking* é a operação central e mais onerosa da gestão de armazém. Representa entre 55 e 70% dos custos operacionais, e é também a principal origem de erros que comprometem a satisfação do cliente (Richards, 2017; Frazelle, 2016).

De Koster et al. (2007) destacam que o *picking* envolve um conjunto de tarefas – deslocação, localização, recolha e conferência – que, quando mal planeadas, resultam em desperdício de movimento e tempo. Segundo Bartholdi & Hackman (2019), mais de metade do tempo total de *picking* é gasto em deslocação, sendo o redesenho do *layout* e das rotas uma prioridade para qualquer processo de melhoria.

Tabela 3 - % Tempo de Picking

Activity	% Order-picking time
Traveling	55%
Searching	15%
Extracting	10%
Paperwork and other activities	20%

Fonte: Bartholdi & Hackman. (2019) *Warehouse & Distribution Science*

Os erros de *picking* são uma preocupação recorrente em operadores logísticos, especialmente em contextos *3PL* onde coexistem produtos com lotes, validades e acondicionamentos distintos. Cierniak-Emerych et al. (2021) identificam como principais falhas as quantidades incorretas, a seleção de *SKU* errado e o erro de lote, todos com impacto direto na rastreabilidade e na reputação do operador.

1.4.6.1 Estratégias de picking

As estratégias de *picking* podem ser agrupadas em quatro categorias principais: discreto, por zonas, por lotes e por ondas. O *picking* discreto é o método tradicional, adequado a operações de baixa complexidade, em que um operador recolhe todos os itens de uma única encomenda. O *picking* por zonas distribui as ordens por áreas específicas, reduzindo deslocações e promovendo especialização dos operadores. O *picking* por lotes agrupa ordens semelhantes para minimizar o número de viagens, sendo ideal para operações de grande volume. Finalmente, o *picking* por ondas combina várias encomendas num mesmo intervalo temporal, facilitando a sincronização com os transportes (Bartholdi & Hackman, 2019; Richards, 2017).

Em operações mais avançadas, estas estratégias são integradas num *WMS*, que define rotas ótimas e atribui ordens com base em algoritmos de priorização.

Tabela 4 - Comparação de Estratégias de *Picking*

Estratégia	Descrição	Vantagens	Limitações	Adequação típica
Discreto	Um operador prepara uma encomenda de cada vez	Simplicidade, controlo direto	Pouca eficiência em alto volume	Pequenas operações
Por zonas	Cada operador recolhe numa área definida	Reduz deslocações, especialização	Necessita coordenação	Armazéns de média/alta dimensão
Por lotes	Agrupa várias encomendas simultâneas	Maior eficiência e menor deslocação	Requer triagem posterior	Elevado volume e repetitividade
Por ondas	Ordens agrupadas por janela temporal	Sincroniza com transportes	Complexidade de planeamento	Centros de distribuição de 3PL

Fonte: Adaptado de Bartholdi & Hackman (2022) e Richards (2017).

1.4.6.2 Tecnologias aplicadas ao *picking*

O avanço tecnológico transformou o *picking* numa atividade cada vez mais automatizada e fiável. Entre as tecnologias mais relevantes destacam-se o *RF (Radio Frequency) picking*, o *voice picking (pick-by-voice)*, o *pick-to-light* e os sistemas automáticos de pesagem (*picking by weight*).

No *RF picking*, utilizam-se terminais portáteis e comunicação sem fios para guiar o operador e validar cada recolha. No *pick-by-voice*, comandos de voz substituem o papel e o visor, libertando as mãos e os olhos do operador – Rožić et al. (2018) demonstram ganhos significativos em produtividade e precisão face ao *RF* tradicional. O *pick-to-light* emprega sinais luminosos que indicam a localização exata do *SKU* a separar – Stockinger et al. (2020) mostram que esta tecnologia reduz erros e a carga cognitiva do operador. Já o *picking by weight* recorre a balanças automáticas integradas no processo para confirmar as quantidades imediatamente no momento da recolha – Wu et al. (2016) demonstram que a sua utilização pode reduzir erros de quantidade e reforçar a fiabilidade do *picking*. Chondromatidis et al. (2024) observaram ainda que o *pick-to-light* tende a apresentar melhor desempenho em tempo de execução e carga de trabalho percebida quando comparado com métodos baseados apenas em *RF* ou visão.

1.5 Tecnologias de Informação

As Tecnologias de Informação (TI) constituem, atualmente, um dos pilares estratégicos da gestão moderna das cadeias de abastecimento, desempenhando um papel essencial na coordenação entre o planeamento, a execução e o controlo logístico. No contexto da Logística 4.0, a aplicação de sistemas integrados de informação permite às organizações obter uma visão global e em tempo real das operações, assegurando níveis superiores de rastreabilidade, eficiência e qualidade de serviço (Christopher, 2016; Laudon & Laudon, 2022).

De acordo com Bartholdi & Hackman (2019), as TI representam o sistema nervoso da logística moderna, garantindo que a informação flui de forma precisa e oportuna entre os diversos elos da cadeia. A complexidade crescente dos fluxos de materiais e informação exige plataformas digitais que integrem os processos administrativos e operacionais, eliminando redundâncias e reduzindo a probabilidade de erro humano. Estas tecnologias transformam a logística de um conjunto de tarefas funcionais para um sistema inteligente e interconectado, sustentado por dados.

1.5.1 Papel das Tecnologias de Informação na SCM e na Logística

A literatura especializada evidencia que a adoção de sistemas de informação na *Supply Chain Management* (SCM) tem um impacto direto na eficiência operacional e na capacidade de resposta das empresas. Gunasekaran & Ngai (2004) e Bowersox et al. (2019) defendem que as TI promovem a integração horizontal e vertical da cadeia de abastecimento, permitindo uma partilha de informação contínua e transparente entre fornecedores, operadores logísticos e clientes.

Segundo Porter & Heppelmann (2014), as TI estão no centro da transformação digital das organizações, uma vez que possibilitam a criação de sistemas inteligentes e conectados, que captam, processam e analisam dados em tempo real. Christopher (2016) acrescenta que a utilização estratégica da informação permite aumentar a visibilidade da cadeia de abastecimento, otimizar os fluxos e reduzir o efeito chicote (*bullwhip effect*).

No contexto logístico, as TI são o principal suporte à rastreabilidade, controlo e monitorização de indicadores-chave de desempenho, como *On Time In Full* (OTIF), *Order Cycle Time* e *Perfect Order Rate* (Chae et al., 2014). Laudon & Laudon (2022) sublinham que a digitalização logística não é apenas uma questão tecnológica, mas uma transformação organizacional que redefine papéis, processos e competências.

No caso da DEIBA, analisado por Simeão (2023), a adoção de um sistema integrado *ERP-WMS* permitiu a desmaterialização de processos e o acesso imediato a dados operacionais, eliminando o uso de papel, reduzindo falhas e aumentando a produtividade em 18%. Esta integração reforçou a rastreabilidade e a fiabilidade da informação em todas as fases do processo logístico, demonstrando como a tecnologia pode atuar como catalisador de eficiência e qualidade.

1.5.2 ERP – Enterprise Resource Planning

Os sistemas *ERP* são concebidos para integrar e centralizar os processos empresariais, fornecendo uma visão única e coerente da informação em toda a organização. Segundo Davenport (1998), o *ERP* funciona como o “esqueleto digital” das empresas, ligando as diferentes áreas funcionais – finanças, produção, compras, vendas e distribuição – num único sistema de base de dados partilhada.

Klaus et al. (2000) descrevem o *ERP* como uma arquitetura de gestão da informação que consolida os fluxos financeiros e operacionais, permitindo a uniformização dos processos e o controlo rigoroso das transações. Jacobs & Weston (2007) sublinham que o *ERP*, ao integrar todas as atividades empresariais, reduz a redundância de dados e melhora a coordenação entre áreas. Contudo, reconhecem que o sistema, por si só, não assegura a execução física dos processos, sendo necessário complementá-lo com sistemas especializados como o *WMS*.

A integração *ERP–WMS* é, assim, essencial para a gestão logística moderna. Al-Mashari et al. (2003) identificam essa integração como um fator crítico de sucesso, destacando que permite sincronizar as ordens administrativas com a execução operacional. No caso da DEIBA, Simeão (2023), o *ERP Cegid Primavera* atua como o núcleo transacional, centralizando a informação de clientes, produtos e faturação, enquanto o *WMS Eye Peak* gere a componente operacional, assegurando o controlo físico e a rastreabilidade das operações. Esta integração bidirecional eliminou redundâncias, reduziu erros administrativos e possibilitou a automatização de processos críticos como a emissão de documentos de transporte e a atualização de inventários.

Davenport (1998) e Jacobs & Weston (2007) reforçam que o sucesso de um *ERP* depende não apenas da tecnologia, mas também da reengenharia de processos e da formação dos utilizadores. Esta perspetiva é confirmada empiricamente no caso da DEIBA, onde o sucesso da integração tecnológica esteve associado ao envolvimento das equipas operacionais e à adaptação dos procedimentos de trabalho ao novo modelo digital.

1.5.3 WMS – Warehouse Management System

1.5.3.1 Funcionalidades Essenciais

O *WMS* é o sistema responsável pela execução e controlo das operações de armazém, atuando como o motor operacional da logística. Rouwenhorst et al. (2000) e Richards (2017) descrevem-no como uma plataforma que gere as tarefas de receção, armazenamento,

picking, reposição, expedição e inventário, garantindo a rastreabilidade total dos fluxos de materiais.

De acordo com Bartholdi & Hackman (2019), o *WMS* é um “sistema operativo de controlo logístico” que sincroniza pessoas, processos e equipamentos, convertendo ordens de trabalho em movimentos físicos eficientes. Entre as suas principais funcionalidades destacam-se:

- gestão dinâmica de localizações e otimização de *slotting*;
- planeamento e priorização de tarefas de *picking*;
- monitorização em tempo real das operações;
- inventários rotativos e contagens cíclicas automáticas;
- emissão de etiquetas e documentação de transporte;
- comunicação direta com *ERP*, *TMS* e dispositivos móveis.

Frazelle (2016) acrescenta que o *WMS* é a base para a criação de ambientes logísticos de alto desempenho, pois proporciona visibilidade e controlo granular sobre cada *SKU*, lote e localização.

1.5.3.2 Impacto do *WMS* na Redução de Erros e na Eficiência

Diversos estudos demonstram o impacto positivo da implementação de *WMS* em indicadores de produtividade e qualidade. De de Koster et al. (2007) documentaram reduções médias de 20-30% no tempo de *picking* e ganhos de 15% na precisão das encomendas após a adoção de sistemas de gestão de armazém.

Bartholdi & Hackman (2019) reforçam que o *WMS* atua como um mecanismo digital de controlo de qualidade, garantindo a validação de cada etapa operacional e funcionando como um *Poka-Yoke* logístico. A rastreabilidade integral das operações – desde a receção até à expedição – reduz os erros de *picking* e elimina divergências de inventário, ao mesmo tempo que melhora a fiabilidade dos dados e a capacidade de planeamento.

Gu et al. (2010) evidenciam que a utilização de *WMS* permite identificar e eliminar ineficiências nos fluxos internos, equilibrando a carga de trabalho entre operadores e otimizando os percursos de recolha. Estes ganhos são consistentes com os resultados observados na DEIBA, onde a adoção do *WMS Eye Peak* conduziu à eliminação do *picking* em papel e a ganhos de produtividade de 18%, com rastreabilidade total de *SKU*, lote e cliente (Simeão, 2023).

Assim, o *WMS* assume um papel duplo: operacional, pela automatização das tarefas de armazém; e estratégico, como fonte de informação crítica para a análise de desempenho e a melhoria contínua.

1.5.3.3 Integração do WMS com IoT, RFID, Balanças e Data Analytics

A evolução das tecnologias da Indústria 4.0 trouxe novas possibilidades de integração entre o WMS e dispositivos inteligentes. Bartholdi & Hackman (2019) descrevem o WMS moderno como um *hub* tecnológico que centraliza dados de múltiplas origens – sensores, robôs móveis, RFID, balanças industriais e sistemas de transporte automatizados –, transformando o armazém num ambiente ciberfísico.

Ben-Daya et al. (2019) salientam que a aplicação da *Internet of Things (IoT)* na logística permite recolher dados em tempo real sobre o estado das operações, condições ambientais e peso das unidades de carga, melhorando o controlo e a rastreabilidade. Ngai et al. (2008) complementam que a RFID aumenta a precisão da identificação e reduz o tempo de processamento, eliminando a necessidade de leitura manual.

Waller & Fawcett (2013) defendem que a convergência entre *Data Analytics*, *IoT* e sistemas de execução logística transformará o papel dos gestores de armazém, permitindo não apenas o controlo, mas também a previsão de desvios e anomalias. Hofmann & Rüscher (2017) reforçam que a adoção de tecnologias inteligentes está a converter os armazéns em sistemas de aprendizagem contínua, capazes de ajustar automaticamente os seus parâmetros operacionais em função dos dados recolhidos.

Deste modo, o WMS deixa de ser apenas um sistema de gestão de armazém para se tornar num sistema cognitivo de apoio à decisão, com potencial para antecipar problemas e promover a melhoria contínua.

1.6 Lean Logistics

A aplicação dos princípios *Lean* à logística representa um marco na evolução das operações empresariais, integrando a filosofia de melhoria contínua e eliminação de desperdícios ao contexto da cadeia de abastecimento. O conceito, originário do *Toyota Production System (TPS)*, assenta na ideia de que todas as atividades que não acrescentam valor ao cliente devem ser reduzidas ou eliminadas (Ohno, 2019). Na logística moderna – caracterizada por complexidade, alta variabilidade e exigência de precisão – o *Lean Logistics* assume um papel estratégico na eficiência operacional, qualidade do serviço e otimização dos fluxos de materiais e informação.

Segundo Womack & Jones (1997), o objetivo do pensamento *Lean* é “criar mais valor com menos recursos”, promovendo um fluxo contínuo e sem interrupções. Essa lógica é totalmente

compatível com o contexto dos operadores logísticos *3PL*, nos quais a eliminação de erros e a rapidez de resposta determinam a competitividade e a satisfação do cliente.

1.6.1 Princípios do *Lean* aplicados à logística

O *Lean Thinking*, sistematizado por Womack & Jones (1997), baseia-se em cinco princípios fundamentais:

1. Identificar o valor sob a perspetiva do cliente.
2. Mapear o fluxo de valor (*Value Stream Mapping – VSM*).
3. Criar fluxo contínuo de operações.
4. Estabelecer um sistema *pull*, em que a procura do cliente dita o ritmo da produção e distribuição.
5. Procurar a perfeição através da melhoria contínua.

A aplicação destes princípios à logística implica a análise e eliminação dos sete desperdícios (*MUDA*) – sobreprodução, espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos (Ohno, 2019).

Estes desperdícios são frequentemente encontrados em operações logísticas, sobretudo em atividades de armazenagem, *picking*, transporte e devoluções, onde pequenas ineficiências se acumulam em custos elevados.

De acordo com Hines et al. (2004), o *Lean Logistics* procura otimizar o fluxo total, assegurando que materiais, informação e decisões se movem de forma coordenada e previsível. O uso de ferramentas *Lean*, como o *VSM* e o *5S*, contribui para uma maior visibilidade e organização das áreas de armazém, reduzindo tempos de ciclo e aumentando a produtividade.

Rother & Shook (2018) destacam ainda que a análise de fluxo de valor permite identificar gargalos e definir ações concretas para a eliminação de desperdícios.

No contexto dos operadores *3PL*, como a DEIBA, a aplicação *Lean* é particularmente relevante para reduzir retrabalho e erros operacionais, assegurando a entrega “certa, na quantidade certa e no momento certo” – o princípio do *Right First Time* (Liker, 2013).

1.6.2 *Poka-Yoke*: conceito, origem e aplicação

O conceito *Poka-Yoke*, desenvolvido por Shingo (1986) no âmbito do *Toyota Production System*, refere-se a qualquer mecanismo que previna, detete ou elimine erros humanos nos processos produtivos. A expressão japonesa traduz-se como “à prova de erros”, e representa

uma das ferramentas mais emblemáticas do *Lean*, pois concretiza o princípio de qualidade na origem (*Zero Defects*).

De acordo com Fisher (1999), o *Poka-Yoke* pode ser classificado em dois tipos:

- Prevenção (*Prevention*): o erro é fisicamente impossibilitado.
- Detecção (*Detection*): o erro é identificado antes de causar impacto.

O seu objetivo é garantir que o erro não avança para a etapa seguinte do processo, promovendo a filosofia “*Right First Time*”. Shingo (1986) demonstra que a utilização de *Poka-Yoke* em processos logísticos aumenta significativamente a fiabilidade e reduz a variabilidade.

Exemplos clássicos incluem sensores que verificam a presença de componentes, dispositivos de alinhamento físico ou sistemas eletrónicos de confirmação de execução. Em ambientes logísticos, os *Poka-Yoke* manifestam-se em formas como etiquetagem automática, conferência de códigos de barras, sistemas de luzes (*pick-to-light*) e validação digital em *WMS* – todos com o propósito de evitar erros de *picking*, embalagem ou expedição (Trojanowska et al., 2023).

Assim, o *Poka-Yoke* constitui uma das manifestações mais tangíveis do pensamento *Lean*, ao integrar a prevenção de erros diretamente no processo, em vez de confiar apenas em verificações posteriores.

1.6.3 *Jidoka* e *Gemba* no contexto *Lean*

Além dos princípios e ferramentas já descritos, dois conceitos fundamentais do *Toyota Production System (TPS)* merecem destaque pela sua aplicabilidade ao contexto logístico: o *Jidoka* e o *Gemba*.

O *Jidoka*, frequentemente traduzido como automação, representa a capacidade de interromper um processo sempre que ocorre uma anomalia, garantindo que os problemas são resolvidos imediatamente na origem (Ohno, 2019). A filosofia de *Jidoka* assegura que a qualidade é incorporada diretamente no processo, em vez de ser inspecionada posteriormente, permitindo que o operador e o sistema “pensem” de forma autónoma e atuem preventivamente (Liker & Meier, 2005). No contexto logístico, o *Jidoka* traduz-se na criação de mecanismos automáticos de deteção de erros – como sensores de pesagem, leitores de código de barras ou confirmações digitais no *WMS* – que param o fluxo sempre que uma divergência é detetada, evitando o avanço de produtos incorretos ou quantidades erradas.

Por sua vez, o *Gemba*, termo japonês que significa “o local real onde o trabalho acontece”, remete à importância de observar diretamente as operações para compreender os problemas

de forma factual (Imai, 2012). O conceito está associado à prática do *Gemba Walk*, em que gestores e responsáveis visitam regularmente o local das operações, interagindo com os colaboradores e observando os fluxos de trabalho para identificar causas reais de desperdício e oportunidades de melhoria (Liker & Meier, 2005). No ambiente de um operador logístico *3PL*, o *Gemba* promove uma cultura de proximidade entre gestão e operação, permitindo que as melhorias *Lean* sejam sustentadas em observação direta, dados reais e participação ativa das equipas.

Ambos os conceitos reforçam a filosofia *Lean* de qualidade na origem, resolução imediata de problemas e melhoria contínua baseada em observação direta. Integrados num ambiente logístico suportado por tecnologia, *Jidoka* e *Gemba* tornam-se elementos essenciais para a eliminação de desperdícios e redução de erros operacionais.

1.7 Gestão da Qualidade

A Gestão da Qualidade constitui um pilar transversal às operações logísticas e à gestão da cadeia de abastecimento, assegurando a conformidade dos processos, a satisfação do cliente e a melhoria contínua do desempenho. Segundo Juran & Godfrey (1999), qualidade é “adequação ao uso”, ou seja, a capacidade de um produto ou serviço satisfazer as necessidades explícitas e implícitas do cliente. Já para Deming (2002), a qualidade deve ser encarada como um processo sistemático de melhoria e aprendizagem organizacional.

No contexto logístico, a qualidade está diretamente relacionada com a fiabilidade das operações, a rastreabilidade da informação e a prevenção de erros – aspetos críticos para operadores *3PL* que atuam em setores regulados e de alta exigência (Slack et al., 2022). Assim, a gestão da qualidade não deve ser vista como uma atividade de controlo, mas como uma componente estratégica de planeamento e prevenção.

1.7.1 Ferramentas da Qualidade

A literatura identifica um conjunto de ferramentas clássicas para a gestão e melhoria da qualidade, conhecidas como as “sete ferramentas básicas” (*Seven Quality Tools*):

1. **Folhas de Verificação** – permitem recolher e organizar dados de forma estruturada para posterior análise;
2. **Diagramas de Pareto** – identificam as causas mais significativas dos problemas, baseando-se no princípio 80/20;
3. **Diagramas de Causa-Efeito (*Ishikawa*)** – analisam graficamente as causas potenciais de um problema;
4. **Histogramas** – representam a distribuição de dados e variabilidade do processo;

5. **Gráficos de Controle** – monitorizam o comportamento de processos ao longo do tempo;
6. **Fluxogramas** – descrevem o encadeamento lógico das etapas de um processo, facilitando a detecção de redundâncias ou falhas;
7. **Diagramas de Dispersão** – avaliam relações entre variáveis e causas de variabilidade.

Estas ferramentas, quando aplicadas em conjunto, constituem a base do Ciclo *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*), proposto por Deming (2002), que orienta o processo de melhoria contínua.

1.7.2 O Diagrama de *Ishikawa* e a análise de causas

Entre as ferramentas referidas, o Diagrama de *Ishikawa* – também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa e Efeito – assume particular relevância neste projeto. Desenvolvido por *Kaoru Ishikawa* na década de 1960, o diagrama permite identificar, classificar e visualizar as causas potenciais de um problema, agrupando-as em categorias como Método, Máquina, Mão de Obra, Material, Meio Ambiente e Medição (Ishikawa, 1985).

A aplicação desta ferramenta é especialmente útil em processos logísticos, onde os erros operacionais raramente decorrem de uma única causa, mas sim da interação de múltiplos fatores humanos, técnicos e organizacionais (Oakland, 2014). No caso da DEIBA, a utilização do Diagrama de *Ishikawa* permitiu estruturar a análise das causas dos erros de quantidade no processo de *picking*, facilitando a identificação de oportunidades de melhoria e o alinhamento das equipas em torno de ações corretivas concretas. Além de favorecer a análise visual e colaborativa, o *Ishikawa* incentiva a reflexão crítica e o envolvimento dos operadores, promovendo uma cultura de qualidade participativa. Quando associado a outras técnicas como os 5 Porquês (*Five Whys*), o diagrama permite aprofundar a investigação das causas raiz, tornando-se uma ferramenta essencial para sustentar o pensamento *Lean* e o princípio do *Right First Time* (Liker & Meier, 2005).

A gestão da qualidade e as suas ferramentas são essenciais para a melhoria contínua e eficiência operacional. No contexto logístico, reforçam a prevenção de erros, a padronização de processos e a aprendizagem organizacional, fundamentais para a competitividade dos operadores *3PL*.

2 Objetivos e Metodologia

A metodologia adotada neste estudo combina uma abordagem qualitativa e quantitativa, permitindo uma análise abrangente da realidade operacional e a fundamentação científica da proposta de melhoria.

A escolha desta metodologia mista justifica-se pela natureza aplicada do projeto, que visa compreender, analisar e melhorar um processo logístico real – o processo de *picking* – num operador *3PL*, recorrendo a evidências empíricas e à observação direta das operações.

Segundo Creswell & Creswell (2018), a integração de métodos qualitativos e quantitativos permite obter uma compreensão mais profunda dos fenómenos estudados, ao cruzar a interpretação contextual com a mensuração objetiva dos resultados. Neste sentido, o estudo procura aliar a observação e análise de processos (dimensão qualitativa) à avaliação de indicadores de desempenho e fiabilidade operacional (dimensão quantitativa), de modo a validar empiricamente o impacto da proposta de melhoria – a implementação de um sistema automatizado de controlo de qualidade baseado no peso (*picking by weight*).

O objetivo geral consiste em propor e avaliar uma solução tecnológica integrada que permita reduzir erros de quantidade no *picking*.

Os objetivos específicos são:

1. Diagnosticar as causas principais dos erros de quantidade.
2. Desenvolver uma proposta de controlo por peso integrada no *WMS*.
3. Avaliar o impacto esperado da solução nos indicadores *OTIF*, custos e retrabalho.
4. Calcular o retorno económico do investimento (*ROI* e *Payback*).

2.1 Tipo e natureza da investigação

A investigação enquadra-se como um estudo de caso aplicado, de natureza descritiva e exploratória, desenvolvido no contexto real de uma operação logística. De acordo com Yin (2018), o estudo de caso é uma metodologia adequada quando se pretende analisar em profundidade um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto organizacional, utilizando múltiplas fontes de evidência.

Assim, o presente trabalho foi desenvolvido na Unidade de Serviços Logísticos (USL) da empresa DEIBA, com o objetivo de compreender as causas associadas aos erros de quantidade no processo de *picking*, propor uma solução tecnológica preventiva e avaliar os impactos operacionais e económicos decorrentes da sua implementação.

A investigação assume, portanto, um carácter aplicado, uma vez que se destina à resolução de um problema concreto – a mitigação de erros de separação de quantidades – através da aplicação de conceitos teóricos da logística, do *Lean Thinking* e do *Poka-Yoke*.

2.2 Abordagem metodológica

A metodologia foi estruturada em quatro etapas principais, correspondentes ao ciclo de análise e melhoria de processos *Lean*:

1. **Diagnóstico da situação atual** – análise detalhada do processo de *picking*, identificação de ineficiências e recolha de dados históricos sobre erros e penalizações.
2. **Análise das causas** – identificação das origens dos erros de quantidade através de observação direta, entrevistas estruturadas e ferramentas de qualidade (Diagrama de *Ishikawa*).
3. **Proposta de melhoria** – desenvolvimento de um sistema de *picking by weight*, integrando balanças eletrónicas e o *WMS Eye Peak*, atuando como um *Poka-Yoke* digital.
4. **Avaliação de impacto e resultados esperados** – estimativa quantitativa e qualitativa dos benefícios, com base em indicadores operacionais e económicos.

2.3 Fontes e recolha de dados

A recolha de informação recorreu a fontes primárias e secundárias, complementando evidência empírica e documental.

▪ Fontes Primárias:

- Dados reais do *WMS Eye Peak* e *ERP Primavera*, relativos a volumes expedidos, número de erros de quantidade e penalizações associadas a não conformidades;
- Observação direta das operações de receção e conferência, *put-away*, *picking* e expedição, realizada durante o turno e períodos de atividade;
- Entrevistas estruturadas a operadores, com o objetivo de compreender as práticas, dificuldades e perceções associadas ao processo.

• Fontes Secundárias:

- Procedimentos internos da DEIBA e relatórios operacionais da USL;
- Documentação técnica do sistema *WMS Eye Peak*;
- Revisão de literatura científica nas áreas de logística, *Lean*, *Poka-Yoke* e gestão da qualidade.

A combinação destas fontes permitiu assegurar a triangulação da informação Patton (2015), aumentando a validade dos resultados e garantindo que as conclusões refletissem a realidade operacional.

2.4 Técnicas e ferramentas de análise

Foram utilizadas diversas técnicas de análise e diagnóstico, selecionadas em função da natureza dos dados e do objetivo de cada fase do estudo:

- **Análise de Processos** – análise do fluxo de materiais e informação entre as fases de receção e conferência, *put-away*, *picking* e expedição;
- **Análise de causas (Diagrama de Ishikawa)** – para identificar os fatores que originam os erros de quantidade e classificá-los por categorias (método, mão de obra, máquina, material, meio e medição);
- **Ferramentas de análise de dados (Excel)** – para tratamento estatístico e visualização dos indicadores operacionais, tais como:
 - número de erros de *picking*;
 - número de expedições;
 - número e valor das penalizações;
 - taxa de erro (%) e custo médio por não conformidade.
- **WMS Eye Peak** – como fonte principal de dados e rastreabilidade de *picking*.

2.5 Limitações metodológicas

Embora a abordagem adotada assegure um elevado grau de validade e relevância prática, o estudo apresenta algumas limitações:

- A análise quantitativa baseia-se em dados históricos e operacionais fornecidos pelo WMS, podendo existir pequenas discrepâncias na consolidação dos registos;
- As entrevistas refletem perceções individuais, podendo introduzir subjetividade;
- A proposta de melhoria é validada conceptualmente e através de simulação, não sendo implementada integralmente durante o período de observação.
- Não realização, nesta fase, de comparação económica multifornecedor; os benefícios financeiros reportados são estimativos baseados em dados históricos internos e pressupostos técnicos do piloto.
- A inexistência de uma fase piloto de implementação não permitiu recolher resultados empíricos pós-intervenção, pelo que os benefícios apresentados correspondem a estimativas fundamentadas em dados históricos e modelação operacional.

Estas limitações não comprometem a fiabilidade do estudo, mas são reconhecidas de forma transparente para garantir rigor científico.

3 Apresentação da Empresa

No presente capítulo será feita uma apresentação da empresa, descrição geral, evolução histórica, missão, visão e valores, unidades de negócio e estrutura organizacional.

3.1 Descrição Geral

Localizada em Setúbal e integrada num dos mais fortes grupos a atuar na Península Ibérica no mercado de fertilizantes, o DF Grupo, a DEIBA foi fundada no ano de 1998, e atua no segmento *B2B*, dedicando-se desde a sua génese à comercialização de fertilizantes no mercado português e dando, deste modo, continuidade à atividade em Portugal que pertencia, até aí, à multinacional de origem alemã BASF (Deiba, 2025).

Com instalações estrategicamente localizadas junto ao porto de Setúbal e próximas de excelentes vias de acesso terrestre a todo o país e a Espanha, assim como a todo o mundo por via marítima, a DEIBA sustenta a sua atividade em rigorosos critérios de qualidade e competência, trabalhando diariamente para encontrar soluções de valor acrescentado para os seus clientes.

O DF Grupo, é uma empresa líder na comercialização de fertilizantes em Espanha e em Portugal, com experiência no setor desde 1978. Desenvolve de forma integrada todos os processos da cadeia de valor do fertilizante, incluindo desde a importação e a produção própria, até todo o conjunto de atividades logísticas, como: armazenamento, embalamento, tratamento, comercialização e distribuição do produto para a sua entrega ao cliente. (DFGrupo, 2025).

A rede comercial está presente em Espanha, Portugal, França, Marrocos e Angola. Além disso, os centros logísticos próprios prestam serviço à rede comercial e a terceiros, tanto do setor como de outros setores compatíveis com a atividade, trabalhando com produtos tão diversos como fertilizantes, produtos para a agricultura, fitofarmacêuticos, *coatings*, cereais e matérias primas para outras indústrias.

3.2 Evolução Histórica

Em 1998, foi fundada a Adubos Deiba – Comercialização de Adubos, Lda., uma empresa integrada no DF Grupo, com o objetivo de dar continuidade ao negócio da multinacional BASF em Portugal. Inicialmente, a DEIBA operava a partir de um pequeno escritório em Lisboa, contando com uma equipa de apenas dois colaboradores. No ano 2000, a empresa iniciou as suas atividades em Setúbal, com a construção do seu primeiro armazém, com uma área de 5.200 m², e a instalação da primeira linha de ensaque. Em 2005, a DEIBA expandiu-se para

o mercado angolano, participando na fundação de uma nova empresa nesse país. Em 2006, a empresa diversificou as suas operações, iniciando a prestação de serviços logísticos e estabelecendo uma parceria com a multinacional K+S (Kali). No ano seguinte, em 2007, o armazém de Setúbal foi ampliado para uma área total de 17.000 m². Em 2009, a DEIBA começou a comercializar fertilizantes "especiais" das marcas ENTEC e NITROFOSKA, reforçando o seu portfólio de produtos. Em 2013, foi criado o SAC - Serviço de Apoio a Clientes, uma estrutura de apoio centralizado e direto ao cliente, com o objetivo de melhorar a qualidade do atendimento e a satisfação dos seus clientes. Em 2018, a empresa contava com uma equipa de aproximadamente 50 colaboradores e dispunha de sete linhas de embalagem e produção. Estas incluíam uma linha de embalagem de 5 kg, três linhas de embalagem em 25/40/50kg, duas linhas de embalagem em *Big-Bag* e uma linha de produção de *Blend* (mistura). As instalações da DEIBA abrangiam uma área total de 58.000 m², dos quais 7.000 m² eram dedicados à Unidade de Serviços Logísticos. Nesse ano, iniciou também o funcionamento da Unidade de *Adblue*, ampliando ainda mais a sua gama de serviços e produtos (Deiba, 2025).

3.3 Missão, Visão e Valores

A DEIBA tem como missão “Fornecer Fertilizantes e Serviços de Logística de elevada qualidade, alicerçados em fortes parcerias com os seus clientes e demais parceiros, contribuindo para a criação de valor na cadeia económica como base em elevados critérios de sustentabilidade.”. A sua visão é “Ser reconhecida como a empresa que melhor compreende e satisfaz as necessidades dos seus clientes de fertilizantes e de prestação de serviços logísticos, comprometida com a sustentabilidade ambiental, com a criação de valor acrescentado para os seus clientes, remunerando de forma justa os sócios e valorizando de forma correta os seus Recursos Humanos”. Os seus valores são a integridade, ética e honestidade, preocupação e respeito ambiental, transparência na ação e responsabilidade social corporativa, a qualidade de produtos e serviços, e o bem-estar dos colaboradores (Deiba, 2025).

3.4 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional da DEIBA é funcional, constituída pela Direção Geral, Direção de Serviços Partilhados, Direção de Aprovisionamentos, Direção Operacional e Direção Administrativa/Financeira. A empresa conta com uma equipa de cerca de 50 funcionários, distribuídos por estas áreas especializadas e respetivos departamentos. O organograma da DEIBA, pode ser consultado em detalhe no Anexo A.

4 Diagnóstico da Situação Atual

O presente capítulo apresenta o diagnóstico da situação atual da Unidade de Serviços Logísticos (USL) da DEIBA, com enfoque no processo de *picking*, considerado o ponto crítico da operação no que respeita à ocorrência de erros de quantidade. Complementarmente, são descritos os fluxos *inbound* e *outbound*, de modo a contextualizar o funcionamento global do armazém, e analisadas as causas e desperdícios que contribuem para as divergências observadas. A análise baseia-se em dados reais extraídos do *WMS Eye Peak* e do *ERP Primavera*, em observação direta e em Entrevistas estruturadas aos operadores, ver Apêndice A, complementadas pela documentação operacional existente, conforme descrito em procedimentos internos da USL, não incluídos integralmente neste relatório por razões de confidencialidade, estando representado de forma consolidada no Fluxograma do Processo Logístico – Situação Atual (Apêndice B).

4.1 Enquadramento geral e caracterização operacional

A Unidade de Serviços Logísticos (USL) da DEIBA, enquanto Operador Logístico *3PL*, posiciona-se como um centro especializado de receção, armazenamento, *picking* e expedição de produtos de terceiros, dispondo de instalações, equipamentos e uma equipa técnica qualificada para a execução integral das operações logísticas. Esta unidade constitui uma área de negócio autónoma, prestando serviços logísticos a clientes externos sob modelos de *outsourcing*, em conformidade com os princípios de eficiência, rastreabilidade e qualidade que regem o setor.

Dada a natureza dos produtos manuseados – incluindo substâncias perigosas para o homem e para o ambiente –, os armazéns afetos à USL estão dotados de condições de segurança reforçadas, de modo a limitar potenciais impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente em caso de acidente, cumprindo os requisitos da Diretiva Seveso¹. Estas instalações estão equipadas com sistemas de retenção, ventilação e separação física entre classes de risco, assegurando o cumprimento da legislação aplicável à armazenagem e manuseamento de produtos perigosos.

Atualmente, a USL presta serviços a 14 clientes, dos quais a grande maioria são empresas multinacionais, distribuídas por dois setores de atividade económica distintos:

¹ A diretiva 2012/18/EU, transposta pelo Decreto Lei nº150/2015 de 5 de agosto estabelece o regime de prevenção e controlo de acidentes graves que envolvem substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para a saúde humana e do ambiente. Esta diretiva surge após a catástrofe ocorrida na cidade de Seveso (Itália) em 1976 e que levou a Comunidade Europeia a adotar uma política comum em matéria de prevenção e controlo dos riscos de acidentes industriais graves.

- o setor agrícola, que inclui produtos destinados à agricultura e fitofarmacêuticos, com 12 clientes;
- e o setor industrial, que integra produtos de Tintas e Coatings, com 2 clientes.

A atividade da USL decorre nos armazéns D, E, F (ocupação parcial) e J (ver Anexo B), que constituem o núcleo operacional da unidade, totalizando uma capacidade instalada de 6.586 localizações de armazenagem em estantaria convencional de profundidade simples. As estruturas de armazenagem dispõem de pilares de 6 metros de altura, permitindo 4 a 5 níveis de armazenamento, e vigas com 3,60 metros de comprimento – com algumas exceções de 2,70 metros – possibilitando a colocação de 3 paletes por nível (nas vigas de 3,60 m) e 2 paletes por nível (nas vigas de 2,70 m). As paletes utilizadas pelos clientes apresentam dimensões de 1.000 × 1.200 mm, sendo armazenadas pelo lado de 1.000 mm, o que otimiza o aproveitamento do espaço e a estabilidade da carga.

O portefólio de produtos geridos pela USL integra aproximadamente 2.000 *SKU*, caracterizadas por uma ampla diversidade de tipologias, pesos, volumes e tipos de acondicionamento. Esta heterogeneidade impõe a necessidade de um planeamento rigoroso, bem como da aplicação de métodos padronizados de gestão de armazém, de forma a assegurar a eficiência, a rastreabilidade e a correta segregação dos produtos.

A equipa operacional da USL é composta por 9 colaboradores, cuja estrutura está adaptada à dimensão e complexidade da operação:

- 5 Operadores de Armazém, responsáveis pela execução das tarefas de receção, armazenagem, *picking* e expedição;
- 2 Administrativos de Logística, dedicados ao tratamento documental, controlo de stocks e *customer service*;
- 1 Coordenador de Processos Logísticos, com responsabilidade pela padronização de processos, gestão administrativa, sistemas de informação e melhoria contínua;
- 1 Coordenador de Serviços de Logística, responsável pela gestão operacional e interface com os clientes;

A supervisão global da unidade é da responsabilidade do Diretor Operacional da DEIBA.

A natureza dinâmica da operação requer versatilidade dos operadores, que desempenham funções polivalentes ao longo de todo o fluxo logístico, desde a receção até à expedição de mercadorias. Esta característica permite otimizar recursos e garantir flexibilidade na afetação de tarefas, mas também introduz variabilidade na execução, sendo um fator a considerar na análise de desempenho.

No apoio às operações, a USL dispõe de um conjunto de equipamentos de movimentação e suporte logístico, designadamente:

- 8 empilhadores (4 contrapesados e 4 retráteis);
- 4 porta-paletes manuais;
- 5 envelopadoras automáticas de paletes.

Apesar da existência de recursos adequados e de um parque de equipamentos diversificado, os armazéns da USL não dispõem de cais fixos de carga e descarga, verificando-se uma limitação estrutural relevante sobretudo durante períodos de elevado volume de expedições. As operações de carga e descarga são realizadas fora dos armazéns, em oito zonas devidamente demarcadas no pavimento, que funcionam como pontos de apoio operacional. Existe apenas um cais móvel, localizado na lateral do armazém J, utilizado em situações específicas que exigem maior segurança ou nivelamento entre o solo e a viatura. Esta configuração, embora funcional, implica um esforço adicional de coordenação e manobrabilidade dos equipamentos de movimentação, podendo gerar estrangimentos logísticos nos períodos de maior intensidade operacional.

Toda a atividade logística da USL é gerida através do *ERP Cegid Primavera*, que integra os módulos operacionais e administrativos, assegurando a documentação e *reporting*. O sistema encontra-se interligado com o *WMS Eye Peak*, que garante o controlo em tempo real das operações de receção, *put-away*, *picking*, expedição, gestão de stocks e rastreabilidade. Cada operador dispõe de um *PDA (Personal Digital Assistant)* e de uma impressora portátil, ferramentas que lhe permitem executar e registar todas as tarefas operacionais diretamente no *WMS*, assegurando a rastreabilidade das operações e a emissão autónoma de etiquetas. O *ERP* apresenta customizações desenvolvidas internamente que reforçam a integração entre os processos operacionais e financeiros, assegurando consistência de dados e rastreabilidade transversal.

A compreensão detalhada dos processos de receção, armazenagem (*put-away*), *picking* e expedição é fundamental para identificar oportunidades de melhoria e desenvolver soluções orientadas para a eficiência e qualidade operacional. A USL assegura a formalização e normalização destes processos através de documentação interna estruturada, que define as responsabilidades, sequências operacionais, parâmetros de controlo e registos obrigatórios.

Por razões de confidencialidade, esses documentos não se encontram integralmente incluídos neste relatório. Contudo, a síntese dos principais fluxos operacionais encontra-se representada no Apêndice B – Fluxograma do Processo Logístico (Situação Atual), que suporta a análise descrita nas secções seguintes deste capítulo.

4.2 Descrição dos fluxos operacionais

4.2.1 Fluxo *inbound* – Receção e armazenagem (*Put-away*)

O fluxo *inbound* tem início com a chegada das mercadorias às instalações da USL. Estas mercadorias são enviadas diretamente pelos clientes da DEIBA e o processo é desencadeado assim que o motorista se dirige à área administrativa da USL, apresentando a documentação de transporte correspondente.

Após a verificação da documentação associada ao transporte, o técnico administrativo de logística confirma o cliente e o tipo de mercadoria, fornecendo ao motorista instruções para estacionamento na zona de descarga previamente definida. O Coordenador de Serviços Logísticos (CSL) comunica ao operador responsável a atribuição da tarefa e autoriza o início das operações de descarga.

Antes da descarga, é verificado se existe documentação de pré-entrada da mercadoria, nomeadamente os documentos MD – Mercadoria DEIBA ou MDD – Mercadoria DEIBA Devolução.

Na ausência destes documentos – ou seja, quando não existe informação prévia enviada pelo cliente – o técnico administrativo de logística deve proceder à criação da pré-entrada no sistema.

Esta operação deve ser concluída até ao final da descarga, e exige a posse da guia de transporte ou guia de remessa. Caso a documentação obrigatória não esteja disponível, o processo de pré-entrada deve ser suspenso até regularização da situação.

Concluída a descarga, o operador procede à conferência física da mercadoria. Durante esta etapa, são verificadas quantidades, integridade, etiquetagem e compatibilidade dos produtos, com registo de eventuais não conformidades na documentação de transporte, *CMR*, que são reportadas ao Coordenador de Processos Logísticos (CPL). Após a conferência, o operador entrega ao motorista a documentação de saída assinada e carimbada, e devolve ao administrativo a documentação restante.

A etapa seguinte consiste na etiquetagem de cada unidade de mercadoria com o código interno gerado sequencialmente pelo *WMS*, designado por UA – Unidade Agregadora (ver Apêndice C), assegurando a rastreabilidade total desde o momento da entrada. Este código permite associar de forma única cada unidade física ao seu registo digital, garantindo a correspondência entre documentação, localização e lote.

Concluído o processo de recepção, a mercadoria é encaminhada para armazenagem (*put-away*). O *WMS Eye Peak* sugere automaticamente a localização de armazenagem, exemplo ilustrado na Figura 6 - Exemplo de Etiqueta de Localização, de acordo com regras de endereçamento predefinidas, que consideram critérios como o proprietário do produto (por cliente), a compatibilidade química ou função, a categoria Seveso e as dimensões das embalagens. Estes critérios são estruturados no sistema em Grupos Lógicos, sendo cada grupo definido pela combinação específica desses parâmetros, o que permite ao *WMS* garantir a segregação adequada, a conformidade legal e a alocação automática das mercadorias nas localizações corretas. O operador valida a tarefa no terminal móvel (*RF*) e confirma a conclusão da armazenagem.

Figura 6 - Exemplo de Etiqueta de Localização



Fonte: Elaboração Própria, 2024

A estratégia utilizada pela USL, suportada pelo *WMS Eye Peak*, enquadra-se num modelo de armazenagem mista baseada em Grupos Lógicos, que conjuga a segregação química e por cliente com a otimização do espaço e eficiência operacional.

A operação de armazenagem na USL reveste-se de particular complexidade, dada a natureza dos produtos químicos e fitofarmacêuticos classificados como perigosos, exigindo uma gestão rigorosa das incompatibilidades entre produtos, das características físico-químicas e das condições de segurança. Os produtos destinados à agricultura e os fitofarmacêuticos são organizados segundo boas práticas de armazenagem, respeitando a sua função e categoria específica – fungicidas, herbicidas, inseticidas, biocidas, inflamáveis e comburentes, como ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Função e Grupos Lógicos de Produtos para Agricultura e Fitofarmacêuticos

Grupos Lógicos por Função	Grupos Lógicos – Fitofarmacêuticos em WMS Eye Peak	Grupos Lógicos – Prod Agricultura em WMS Eye Peak
Biocida	FT.SYN.PER..BIO	PA.SYN.COM..OUT
Fungicida	FT.SYN.PER..FUN	-
Fungicida - Inflamável	FT.SYN.INF.I.FUN	-
Herbicida	FT.SYN.PER..HER	-
Herbicida - Inflamável	FT.SYN.INF.I.HER	-
Inseticida	FT.SYN.PER..INS	-
Inseticida - Inflamável	FT.SYN.INF.I.INS	-
Outro	FT.SYN.PER..OUT	PA.SYN.PER..OUT
Outro - Comburente	-	PA.SYN.COM..OUT
Outro - Inflamável	FT.SYN.INF.I.OUT	PA.SYN.INF.I.OUT

Fonte: Elaboração Própria, 2024

Os produtos destinados à indústria seguem igualmente regras de segregação baseadas nas suas incompatibilidades químicas, conforme ilustrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Incompatibilidade para Produtos da Indústria

Incompatibilidade para indústria	Neutro	Inflamável	Comburente	Ácido	Alcalino	Grupos Lógicos por incompatibilidade	Grupos Lógicos – Indústria em WMS Eye Peak
Neutro	●					Neutro	IN.AXA.PER.NEU.
Inflamável	●		✕			Inflamável	IN.AXA.INF.INF.
Comburente		✕			✕	Comburente	IN.AXA.COM.COM.
Ácido					✕	Ácido	IN.AXA.PER.ACI.
Alcalino			✕	✕		Alcalino	IN.AXA.PER.ALC.

Fonte: Elaboração Própria, 2024

O processo de armazenagem é, portanto, orientado por critérios técnicos e normativos que asseguram simultaneamente a segurança, a conformidade legal e a eficiência operacional, constituindo um elemento-chave para o correto funcionamento do fluxo logístico.

Em síntese, o fluxo *inbound* da USL compreende as seguintes etapas:

1. Chegada da mercadoria e entrega da documentação de transporte;
2. Verificação administrativa e instruções ao motorista;
3. Criação de pré-entrada no sistema (se aplicável);
4. Descarga e conferência física da mercadoria;
5. Registo de não conformidades e assinatura documental;
6. Etiquetagem com geração da UA no WMS;
7. Sugestão automática de localização e armazenagem (*put-away*);
8. Validação no terminal *RF* e encerramento da receção.

O processo assegura rastreabilidade integral e conformidade com as normas de segurança, embora se observem oportunidades de melhoria.

4.2.2 Fluxo *outbound* – Picking e expedição

O fluxo *outbound*, compreende o conjunto de atividades que se estendem desde a preparação dos pedidos até à expedição física das mercadorias. Este processo é suportado pelo *ERP Cegid Primavera* e pelo *WMS Eye Peak*, que garantem a rastreabilidade, a geração documental e a atualização do inventário em tempo real.

A preparação das encomendas inicia-se com a emissão da ordem de expedição, registada no *ERP* e automaticamente integrada no *WMS*. O sistema agrupa as ordens por cliente, rota e

data de expedição, permitindo otimizar a sequência de carregamento e planeamento de transporte.

O processo de *picking*, detalhado no ponto seguinte, é executado pelos operadores com base nas listas de separação fornecidas pelo sistema.

O processo de expedição, inicia-se com a atribuição da tarefa de carga. O operador solicita ao administrativo a folha de carga, que serve de guia para o carregamento do veículo. A alocação do camião é definida segundo os seguintes critérios operacionais:

- a carga ou rota a ser carregada;
- as localizações assinaladas no pavimento;
- e o cliente proprietário da mercadoria.

As operações de carga e descarga são realizadas fora dos armazéns, em oito zonas devidamente demarcadas no pavimento, que funcionam como áreas operacionais de apoio. O operador deve garantir que o camião estaciona no local designado, procedendo à carga preferencialmente pelas laterais do veículo, conforme a tipologia da mercadoria. A mercadoria é retirada do local de *staging* e colocada diretamente no interior do camião, respeitando as orientações de ordem de carga, estabilidade e segurança. Após concluir a carga, o operador informa o motorista e o administrativo, que emite a documentação final e confirma a expedição no *WMS/ERP*. As etapas do fluxo *outbound*, são:

1. Receção da ordem de expedição no *WMS*;
2. *Picking* com terminal *RF* (validação *SKU* e Lote);
3. Introdução manual da quantidade;
4. Paletização e *staging*;
5. Emissão da documentação e carga da viatura;
6. Expedição física e encerramento da ordem.

Apesar de garantir rastreabilidade documental, o processo atual depende fortemente da intervenção manual e não dispõe de mecanismos automáticos de conferência pós-*picking*, o que aumenta o risco de divergências entre a mercadoria expedida e a informação registada. Esta lacuna constitui uma oportunidade crítica de melhoria, a qual será aprofundada no ponto seguinte, centrado na análise do processo de *picking* e na proposta de validação automatizada por pesagem.

4.3 Processo de *Picking* (as-is – situação atual e limitações)

O processo de *picking* constitui uma das etapas mais críticas e sensíveis da operação logística, sendo responsável por uma parte significativa do esforço operacional e do nível de

serviço ao cliente. Na Unidade de Serviços Logísticos (USL) da DEIBA, o *picking* é gerido integralmente através do *WMS Eye Peak*, o qual garante o controlo e rastreabilidade das operações, desde a receção da ordem de expedição até à sua conclusão no sistema.

4.3.1 Descrição geral do processo atual

O processo de *picking* é executado de forma digital e em tempo real através de terminais móveis (*PDA*) integrados com o *WMS Eye Peak*. Cada operador recebe no dispositivo a lista de tarefas atribuída pelo sistema, contendo informação sobre o *SKU*, quantidade a separar, lote e localização de armazenagem.

O operador desloca-se à localização indicada, procede à leitura ótica do código de barras da localização e, em seguida, à leitura do código de barras da UA – Unidade Agregadora, o que permite a validação imediata do *SKU* e do lote. Posteriormente, o operador insere manualmente no *PDA* a quantidade recolhida, concluindo a linha de *picking* correspondente.

No entanto, o sistema não valida a quantidade nem o peso real recolhido, dependendo exclusivamente da introdução manual da quantidade pelo operador. Esta ausência de verificação automática introduz risco de erro humano, especialmente em contextos de alta rotação, produtos com volumes fracionados e diversidade de acondicionamentos, onde a probabilidade de discrepâncias aumenta significativamente.

Após a conclusão de cada linha de *picking*, o *WMS Eye Peak* atualiza automaticamente o estado da tarefa, repetindo-se esta sequência tantas vezes quantas as linhas incluídas na ordem de expedição. Quando todas as linhas se encontram satisfeitas, o operador emite a ordem de impressão das etiquetas correspondentes às paletes de expedição, designadas por UE – Unidade de Expedição (ver Apêndice C). Estas etiquetas são afixadas nas respetivas paletes, garantindo a rastreabilidade física e digital de cada unidade expedida. A informação consolidada é, de seguida, enviada automaticamente para o *ERP Cegid Primavera*, que procede à geração documental, nomeadamente da guia de remessa interna e do *CMR*. As paletes finalizadas são então encaminhadas para a zona de *staging*, onde aguardam a operação de carga e expedição.

Este processo assegura uma execução totalmente *paperless*, garantindo rastreabilidade digital completa e integração em tempo real com os sistemas administrativos, representando um avanço significativo na automação da operação logística da DEIBA.

4.3.1.1 Diversidade de Acondicionamentos e Tipos de Embalagem

A operação logística da DEIBA caracteriza-se por uma elevada heterogeneidade de produtos e acondicionamentos, fator que influencia diretamente a complexidade do processo de *picking* e o risco de ocorrência de erros de quantidade. Para além da diversidade de *SKUs* e dos diferentes formatos comerciais (acondicionamentos), coexistem múltiplos tipos de embalagem que exigem abordagens distintas no manuseamento, conferência *picking* e expedição.

Com base nos registos extraídos do sistema *WMS Eye Peak*, foi identificado um total de 293 acondicionamentos distintos, distribuídos por seis tipologias principais de embalagem: caixas, bilhas, tambores, *IBCs*, sacos e baldes. Cada tipo de acondicionamento apresenta especificidades próprias no que respeita à unidade de medida, ao peso bruto e líquido, ao número de unidades por embalagem e à forma de paletização, condicionando tanto o esforço físico do operador como a precisão do processo de separação.

A Tabela do Apêndice D apresenta a listagem completa de acondicionamentos e respetiva tipologia de embalagem. Da análise efetuada, observa-se que:

- As caixas representam a categoria mais numerosa, refletindo o elevado número de produtos de pequena e média dimensão.
- As bilhas e os tambores concentram produtos líquidos de maior volume, exigindo cuidados adicionais ao nível do manuseamento e da conformidade legal.
- Os *IBC (Intermediate Bulk Container)* correspondem aos acondicionamentos de maior capacidade, utilizados para produtos líquidos a granel.
- Os sacos e baldes, destinam-se principalmente a produtos granulados ou em pó.

Esta diversidade reforça a necessidade de mecanismos de controlo ajustados a cada tipo de acondicionamento, dado que o erro de quantidade pode ter origens distintas conforme o formato da embalagem (por exemplo, dificuldade em contagem visual em caixas ou variação de peso residual em sacos e tambores). Assim, a caracterização dos acondicionamentos constitui um elemento fundamental para compreender as causas das divergências quantitativas e para definir parâmetros de tolerância adequados ao modelo de *picking by weight* proposto posteriormente.

4.3.2 Recursos e sistemas utilizados

A execução do *picking* é suportada por uma infraestrutura tecnológica integrada, composta pelos seguintes sistemas e recursos:

- **ERP Cegid Primavera:** responsável pela emissão das ordens de expedição e integração documental.

- **WMS Eye Peak:** sistema central de gestão de armazém, que define as tarefas de *picking*, controla o *SKU* e o lote, e assegura a rastreabilidade das operações em tempo real.
- **Terminais móveis (PDA):** equipamentos portáteis utilizados pelos operadores para a leitura ótica, introdução de quantidades e confirmação das tarefas.
- **Impressoras portáteis:** permitem a emissão imediata de etiquetas.
- **Rede sem fios (Wi-Fi industrial):** garante a comunicação contínua entre o *WMS* e os dispositivos móveis.

O sistema permite gestão dinâmica das tarefas, sequenciação automática das linhas de *picking* e controlo de execução em tempo real. Apesar desta robustez tecnológica, o processo ainda depende da intervenção manual para a introdução da quantidade separada, o que constitui a principal limitação operacional e a origem de potenciais erros de quantidade.

4.3.3 Identificação de limitações operacionais e análise *Lean*

A análise detalhada do processo de *picking* evidencia que, embora o *WMS Eye Peak* assegure a rastreabilidade e o controlo de *SKU*/lote, o sistema não executa qualquer validação automática da quantidade expedida. Esta lacuna funcional crítica está na origem de erros recorrentes de quantidade, que se traduzem em penalizações financeiras e afetam diretamente a fiabilidade e a qualidade do serviço prestado pela USL, comprometendo indicadores operacionais como o *OTIF (On Time In Full)* e o *Perfect Order Rate*.

Entre as principais limitações operacionais atualmente identificadas destacam-se:

- **Dependência da introdução manual de quantidades:** o operador regista no *PDA* a quantidade recolhida, sem que exista verificação automática entre o valor introduzido e o peso real da mercadoria.
- **Ausência de controlo de peso e de tolerâncias configuradas:** o sistema não dispõe de interface com balanças ou sensores de pesagem que permitam validar o peso total da linha ou da UE.
- **Impossibilidade de deteção imediata de discrepâncias:** eventuais diferenças entre a quantidade expedida e a registada só são detetadas em fases posteriores, nomeadamente na conferência documental ou por reclamações reportadas pelos clientes.
- **Falta de mecanismos de bloqueio automático:** o *WMS* permite a conclusão da tarefa mesmo quando a quantidade introduzida está incorreta, o que impede a prevenção de erro em tempo real.

- **Dependência do fator humano:** a fiabilidade do processo continua a depender da atenção, rigor e experiência do operador, sobretudo em produtos de acondicionamento variável, onde as diferenças de peso e volume são mais suscetíveis de gerar erros.

Estas limitações representam o principal ponto de vulnerabilidade do processo de *picking*, demonstrando que a fiabilidade do sistema *Eye Peak*, embora elevada no controlo qualitativo, *SKU* e lote, mantém fragilidades no controlo quantitativo, o que constitui a origem dos desvios operacionais e das penalizações financeiras impostas pelos clientes.

4.3.3.1 Análise de causas

A identificação das causas subjacentes foi realizada com base no Diagrama de *Ishikawa*, ilustrado na Figura 7 - Diagrama de *Ishikawa* e Apêndice E, permitindo classificar as origens do problema segundo as categorias: Método, Máquina, Mão de Obra, Material, Meio Ambiente e Medição.

Método:

- Inexistência de conferência pós-*picking*;
- Dependência da inserção manual da quantidade;
- Ausência de *Poka-Yoke* de quantidade.

Máquina (Sistema):

- O *WMS* valida *SKU* e lote, mas não peso ou quantidade;
- Ausência de integração com dispositivos de pesagem.

Mão de Obra (Operador):

- Erros por fadiga, monotonia e pressão de tempo;
- Multitarefa;
- Dificuldade em validar visualmente volumes heterogêneos.

Material:

- Embalagens com peso real variável;
- Multiplicidade de acondicionamentos;
- Mistura de unidades com produtos sólidos e líquidos na mesma palete.

Meio Ambiente:

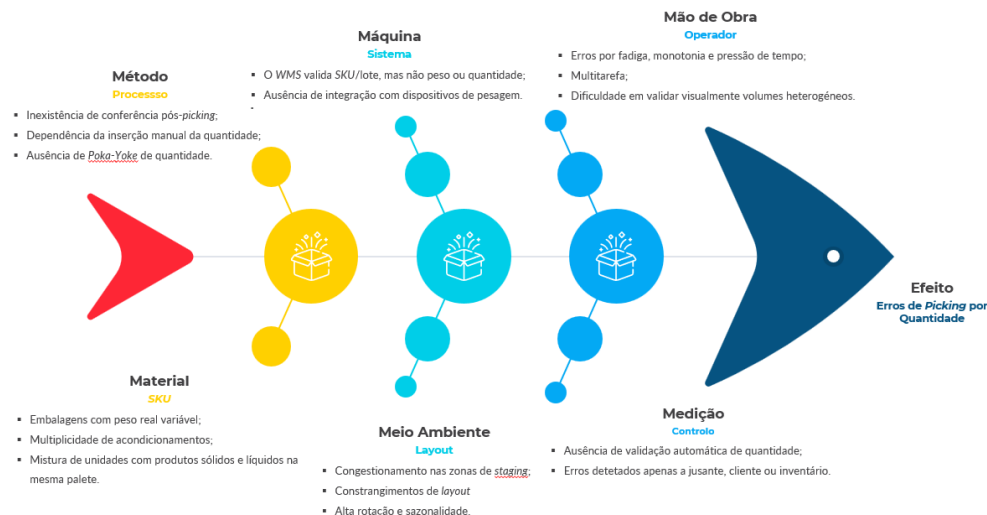
- Congestionamento nas zonas de *staging*;
- Constrangimentos de *layout*
- Alta rotação e sazonalidade.

Medição:

- Ausência de validação automática de quantidade;
- Erros detetados apenas a jusante, cliente ou inventário.

O conjunto destas causas demonstra que o problema é sistémico e multifatorial, afetando simultaneamente pessoas, processos e sistemas, o que requer uma abordagem integrada de melhoria contínua.

Figura 7 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaboração Própria, 2025

4.3.3.2 Identificação de desperdícios (MUDA) – Enfoque Lean

Sob a perspetiva do *Lean Thinking*, foram identificados quatro tipos principais de desperdício (MUDA) associados ao processo de *picking*:

1. **Retrabalho** – necessidade de reprocessar encomendas devido a erros de quantidade.
2. **Movimento desnecessário** – deslocações adicionais para verificar ou corrigir erros.
3. **Espera** – atrasos provocados por correções e verificações manuais.
4. **Defeitos** – erros que originam devoluções, reclamações e penalizações.

Estes desperdícios impactam negativamente a produtividade, o custo operacional e a satisfação do cliente, contrariando os princípios *Lean* do *Right First Time* e da qualidade na origem (*Jidoka*).

A análise *Lean* evidencia, portanto, a necessidade de introduzir um mecanismo de prevenção de erro, o *Poka-Yoke*, que atue diretamente no ponto de execução do *picking*, assegurando a validação automática da quantidade e eliminando as causas humanas e processuais que originam variação e desperdício. Embora o sistema atual assegure rastreabilidade por *SKU* e

lote e garanta o guiamento digital do processo, não previne nem detecta automaticamente erros de quantidade antes da expedição.

A análise das causas que originam os erros de quantidade no processo de *picking* foi complementada por entrevistas estruturadas aos operadores de armazém, ver Apêndice A, cuja experiência prática permitiu validar e enriquecer as conclusões retiradas do Diagrama de *Ishikawa*. O guião utilizado nas entrevistas encontra-se disponível no Apêndice A e foi aplicado de forma uniforme aos cinco operadores entrevistados, garantindo a consistência dos resultados obtidos. As entrevistas revelaram aspetos operacionais críticos, como a pressão associada ao cumprimento dos prazos de expedição, a heterogeneidade dos acondicionamentos e a ausência de mecanismos automáticos de conferência de quantidade durante a recolha. Estas perceções ajudaram a identificar fatores que, embora difíceis de quantificar, exercem impacto direto na precisão das operações.

O cruzamento entre os dados recolhidos e as observações dos operadores confirmou a relevância das categorias Método, Homem e Máquina no diagrama, demonstrando que as falhas de quantidade decorrem, em grande medida, de variabilidade procedimental e dependência do fator humano. Esta evidência reforçou a importância de adotar soluções de controlo que reduzam a margem de erro manual, nomeadamente através da integração de sistemas de pesagem automática no *WMS Eye Peak*. Assim, as entrevistas funcionaram como um instrumento essencial de triangulação, consolidando o diagnóstico e orientando a proposta de melhoria para causas reais e empiricamente verificadas.

4.3.4 Análise quantitativa e qualitativa

A avaliação do desempenho atual da operação foi realizada com base em dados históricos extraídos do *WMS Eye Peak* e do *ERP Cegid Primavera*, complementados por observação direta e entrevistas estruturadas a operadores. O objetivo é quantificar o impacto dos erros de quantidade, identificar tendências e padrões de ocorrência, e compreender as causas que contribuem para a variabilidade do processo.

Os principais indicadores de desempenho operacional encontram-se resumidos na Tabela 7.

Os valores concretos serão posteriormente preenchidos com base nos dados recolhidos durante o período de análise e validados pelos relatórios operacionais.

Tabela 7 – Indicadores de desempenho operacional

Indicador	Descrição / Objetivo	Fórmula de Cálculo	Valor Atual (2024)	Fonte de Dados
Nº médio de expedições/mês	Volume médio de expedições mensais.	Σ expedições / nº de meses	1 088	WMS / ERP
Linhas de picking/mês	Nº total de linhas processadas.	Σ linhas / mês	2 243	WMS
Erros de quantidade (#)	Divergências entre pedido e expedição.	Contagem absoluta	103	WMS / Clientes
Taxa de erro (%)	Percentagem de linhas com erro.	$(\text{Erros} / \text{Linhas}) \times 100$	0,4%	WMS
Penalizações (€)	Custos imputados por divergências.	Σ penalizações	10 123,60 €	ERP / Financeiro
Produtividade (linhas/h)	Linhas de picking por hora.	Σ linhas / Σ horas	21	WMS / RH

Fonte: Elaboração Própria, 2025

As notas de base de cálculo que sustentam os indicadores apresentados são as seguintes:

- **Período analisado:** ano civil de 2024, correspondendo a 254 dias úteis e a uma média de 5 horas diárias de *picking*, o que totaliza 1 270 horas anuais de operação.
- **Total de encomendas processadas:** 13 061.
- **Total de linhas de picking registadas:** 26 914.

Estes valores foram obtidos diretamente dos relatórios operacionais do *WMS Eye Peak* e do *ERP Cegid Primavera*, complementados por registos internos da área Financeira.

Os picos sazonais de expedição, característicos das campanhas agrícolas, estão fortemente associados ao aumento de erros, resultado da pressão sobre tempos de execução e do volume acrescido de tarefas por operador.

A análise qualitativa, complementada por entrevistas e observação no terreno (*gemba*), revelou ainda fatores contributivos relevantes:

- Falta de feedback automático ao operador em caso de erro;
- *Layout* congestionado nas zonas de *staging* em períodos de maior atividade;
- Ausência de integração entre as funções de qualidade e operação, limitando a deteção precoce de erros.

Em síntese, os resultados quantitativos e qualitativos apresentados permitem concluir que o processo de *picking*, apesar de tecnologicamente evoluído, mantém vulnerabilidades operacionais que afetam a precisão e a eficiência. Estas vulnerabilidades traduzem-se em impactos económicos e de desempenho que serão analisados na secção seguinte.

Após a análise dos indicadores operacionais e de desempenho, tornou-se essencial avaliar também a ocorrência de não conformidades associadas ao processo de *picking*, uma vez que estas representam uma das principais fontes de retrabalho e de custos adicionais na operação.

Neste contexto, foi conduzido um levantamento detalhado dos registos de incidências por erro de quantidade, de modo a quantificar o impacto real das divergências verificadas entre as quantidades expedidas e as efetivamente solicitadas pelos clientes.

4.3.4.1 Análise das incidências por erro de quantidade em *picking*

A análise quantitativa dos registos de incidências permitiu identificar 103 ocorrências de erros de quantidade no processo de *picking*, registadas num período representativo da operação. Estes erros foram classificados em duas categorias principais:

- Erro de quantidade – expedição a mais, com 48 ocorrências (47% do total);
- Erro de quantidade – expedição a menos, com 55 ocorrências (53% do total).

A distribuição das incidências por cliente revela uma dispersão considerável, o que indica que os erros não se concentram num único fluxo ou produto específico, mas sim em diferentes operações e contextos de preparação de encomendas. Ainda assim, observa-se que determinados clientes, nomeadamente os Clientes A, D, E e I, apresentam maior número de ocorrências, o que pode estar relacionado com a diversidade de produtos, a complexidade dos acondicionamentos ou a maior frequência de expedições.

No que respeita à distribuição por operador, verificou-se que as incidências se encontram também distribuídas entre os cinco operadores analisados, sendo os Operadores C e D aqueles com maior número de erros registados, com 26 e 24 ocorrências respetivamente. Estes resultados sugerem a existência de variabilidade individual no desempenho operacional, possivelmente associada à experiência, ritmo de trabalho ou familiaridade com determinados produtos.

A análise dos custos associados demonstra o impacto financeiro das não conformidades. O total apurado ascende a 10.123,60 €, dos quais 43% correspondem a custos de produto (mercadoria enviada incorretamente) e 57% a custos de transporte e devolução.

Para além do impacto económico direto, estes erros representam uma redução da margem operacional da USL, uma vez que os custos associados às expedições em excesso ou em falta não são recuperáveis nem faturados ao cliente. Nas expedições em excesso, quando não é possível identificar o destinatário, a USL assume o valor total do produto; quando é

identificável, acresce o custo de transporte da recolha. Já nas expedições em falta, torna-se necessário um segundo envio, aumentando custos logísticos.

Adicionalmente, a recorrência destas situações afeta negativamente a perceção de fiabilidade da DEIBA, podendo originar impactos comerciais no médio prazo, como renegociação de condições ou perda de serviços. Assim, os 10.123,60 € apurados em 2024 traduzem-se não só num custo tangível, mas também num risco operacional e reputacional relevante.

Este registo e análise estatística de incidências por erro de quantidade em *picking* pode ser visto em detalhe no Apêndice F.

De forma consolidada, os resultados evidenciam que o processo de *picking*, apesar de controlado através do *WMS Eye Peak*, apresenta limitações no que se refere à validação da quantidade efetivamente recolhida, sendo esta realizada apenas com base na contagem visual do operador. A inexistência de um mecanismo automático de verificação (como o controlo por peso) permite a ocorrência de divergências, tanto por excesso como por falta, especialmente em paletes com múltiplos acondicionamentos.

Assim, esta análise reforça o diagnóstico de que os erros de quantidade no *picking* constituem uma fonte significativa de ineficiência e custo, e que a sua mitigação requer a introdução de um sistema de controlo físico automatizado, integrado no *WMS*, conforme a proposta de melhoria detalhada no capítulo seguinte.

4.3.5 Impactos e implicações

Os erros de quantidade identificados no processo de *picking*, resultantes da introdução manual de dados e da ausência de mecanismos automáticos de verificação, têm impactos diretos e indiretos na operação da USL e, por consequência, na performance global da DEIBA enquanto operador logístico *3PL*.

Impactos diretos

- **Penalizações financeiras:** imputadas pelos clientes devido a divergências entre o pedido e a mercadoria expedida, representando um custo de não qualidade quantificável.
- **Retrabalho e devoluções:** necessidade de reprocessar encomendas incorretas, implicando consumo adicional de recursos humanos e materiais.

Impactos indiretos

- **Redução da produtividade:** aumento do tempo médio de execução do *picking* e maior sobrecarga dos operadores.

- **Fiabilidade do sistema:** divergências entre o inventário físico e o registo no *WMS*.
- **Impacto reputacional:** diminuição da confiança dos clientes e potenciais perdas de competitividade, especialmente em contratos com elevados níveis de exigência, *SLA*

Em termos *Lean*, estes efeitos correspondem aos desperdícios de retrabalho, movimento desnecessário, espera e defeitos, todos geradores de ineficiência e custos operacionais acrescidos.

Apesar de o sistema *WMS* garantir uma operação digitalizada e rastreável, a ausência de controlo de quantidade por peso impede a eliminação total dos erros de *picking*, mantendo o processo vulnerável à variabilidade humana e à falta de mecanismos automáticos de prevenção.

Esta análise reforça, assim, a necessidade de uma abordagem preventiva, *Poka-Yoke*, que permita validar automaticamente as quantidades separadas e garantir a integridade dos dados antes da expedição, assegurando a qualidade na origem e eliminando as fontes de desperdício identificadas.

4.3.6 Síntese crítica e ligação à melhoria

O processo de *picking* da USL encontra-se tecnologicamente evoluído e alinhado com as melhores práticas do setor, suportado por um *WMS* de última geração e pela utilização de dispositivos móveis que asseguram uma operação *paperless*, rastreável e em tempo real. Contudo, a análise detalhada demonstra que a modernização tecnológica não eliminou totalmente os erros de quantidade, uma vez que a quantidade expedida continua a ser introduzida manualmente pelo operador.

Esta lacuna revela uma oportunidade clara de melhoria através da implementação de um mecanismo de validação automática por pesagem, integrado no *WMS Eye Peak*. A introdução desta funcionalidade permitiria:

- validar a coerência entre o peso teórico (calculado a partir da composição do pedido) e o peso real;
- gerar alertas automáticos quando a diferença exceder a tolerância definida;
- e garantir que nenhuma tarefa de *picking* é concluída com erro de quantidade sem validação prévia.

A proposta de implementação deste *Poka-Yoke* digital de controlo de quantidade será desenvolvida no capítulo seguinte, onde se apresentará o modelo de validação por pesagem, o fluxo de processo “*to-be*” e a estimativa do impacto esperado na fiabilidade e nos custos operacionais.

5 Proposta de Melhoria: *Picking by Weight* Integrado no *WMS Eye Peak*

5.1 Introdução

A análise desenvolvida no Capítulo 4 permitiu identificar uma lacuna funcional crítica no processo de *picking* da Unidade de Serviços Logísticos (USL) da DEIBA, relacionada com a ausência de validação automática da quantidade expedida. Apesar da operação se encontrar totalmente digitalizada e suportada pelo *WMS Eye Peak*, a verificação quantitativa depende exclusivamente da introdução manual do valor pelo operador, o que mantém o processo vulnerável a erros de quantidade. Estes erros, embora percentualmente reduzidos, traduzem-se em penalizações financeiras relevantes, retrabalho operacional e impacto negativo na fiabilidade do serviço logístico, nomeadamente nos indicadores de qualidade e produtividade.

Neste contexto, surge a necessidade de desenvolver uma solução automatizada de controlo de quantidade que atue diretamente na origem do processo – ou seja, no momento da execução do *picking*. A proposta apresentada neste capítulo baseia-se na implementação de um sistema de “*picking by weight*”, que conjuga tecnologia de pesagem integrada com o *WMS Eye Peak*, permitindo a validação automática do peso real da paleta face ao peso teórico esperado.

Sempre que a diferença ultrapassar uma tolerância pré-definida, o sistema gera um alerta de erro (*Poka-Yoke*) e bloqueia a conclusão da tarefa até à verificação pelo operador ou coordenador.

A proposta segue os princípios do *Lean Thinking* e da qualidade na origem (*Jidoka*), incorporando um mecanismo de prevenção de erro (*Poka-Yoke*) que elimina causas humanas e processuais identificadas no diagnóstico. Ao atuar preventivamente, o sistema proposto pretende garantir o cumprimento do princípio “*Right First Time*”, reduzindo o desperdício, os custos de não qualidade e o impacto das penalizações.

Nos pontos seguintes, será apresentado o enquadramento conceptual e técnico da solução proposta, o modelo de funcionamento (*To-Be*), a avaliação da sua viabilidade operacional e os benefícios esperados em termos de desempenho, qualidade e custo.

5.2 Enquadramento da solução proposta

A proposta de melhoria apresentada baseia-se na implementação de um sistema de *picking by weight* integrado no *WMS Eye Peak*, com o objetivo de eliminar erros de quantidade através da validação automática do peso das paletes ou unidades de expedição.

De acordo com, Wu et al. (2016) a introdução de mecanismos de *weight checking error detection* em sistemas de *picking* constitui um método eficaz de prevenção de erros de quantidade, funcionando como um *Poka-Yoke* digital. Os autores demonstraram ainda que a utilização de sistemas de pesagem integrados aumenta a fiabilidade das operações e reforça o princípio de “*Right First Time*”, essencial nas operações logísticas de elevada variabilidade.

No plano tecnológico, Wang & Qu (n.d.) desenvolveram um sistema inteligente de pesagem e *picking* baseado em sensores, demonstrando a viabilidade de substituir a conferência manual por controlo automatizado de peso, o que resulta num aumento significativo da precisão e numa redução do tempo de operação. O estudo serve como suporte tecnológico comparativo, reforçando que a integração de sensores de carga e unidades de controlo em sistemas digitais de *picking* é tecnicamente exequível e compatível com plataformas como o *WMS Eye Peak*. Além disso, a estrutura modular descrita pelos autores, que combina sensores de carga, unidade de controlo e classificação automática, constitui uma evidência de aplicabilidade prática do conceito de *picking by weight* a diferentes contextos logísticos, validando a sua viabilidade técnica no ambiente *3PL* da DEIBA.

A aplicação do *picking by weight* representa, assim, uma evolução natural da digitalização logística, onde a pesagem automática atua como um mecanismo de verificação quantitativa em tempo real, garantindo que cada Unidade de Expedição (UE) corresponde à composição prevista na ordem de expedição, dentro de uma tolerância de aceitação pré-definida. Esta tolerância será parametrizada em função das características do produto e do acondicionamento, assegurando o equilíbrio entre precisão e produtividade.

A integração do sistema de pesagem com o *WMS Eye Peak* poderá ser realizada através de interfaces de comunicação (API ou OPC), permitindo o envio automático do peso medido para a tarefa ativa de *picking*.

O princípio fundamental do *picking by weight* assenta na correlação direta entre o peso teórico e o peso real. O peso teórico esperado (PT) é obtido a partir da soma do peso unitário de cada artigo constante na ordem de expedição, enquanto o peso real (PR) é medido durante o processo de *picking*. A diferença entre ambos $\Delta P = PR - PT$ é comparada com uma tolerância de aceitação (T) previamente definida. O sistema interpreta a leitura da seguinte forma:

- Se $\Delta P \leq T$, o *picking* é validado e a operação segue para a próxima linha;
- Se $\Delta P > T$, o sistema bloqueia a linha e emite um alerta visual, solicitando verificação do operador.

A definição do valor de tolerância depende da natureza do produto e do acondicionamento.

Esta abordagem permitirá transformar o processo atual da USL numa operação com validação quantitativa automática, eliminando erros de quantidade e reforçando o princípio “*Right First Time*”. Além disso, promove a integração total entre pessoas, sistemas e tecnologia, consolidando o *WMS Eye Peak* como centro de controlo, rastreabilidade e qualidade do processo logístico.

Nos pontos seguintes será descrito o modelo funcional proposto (*To-Be*), com o respetivo fluxo de processo, equipamentos de pesagem a integrar e requisitos técnicos e operacionais necessários à sua implementação.

5.3 Desenho do modelo proposto

Com base nas conclusões obtidas no diagnóstico, foi concebido um modelo de controlo de quantidade baseado em pesagem automática – *picking by weight* – integrado no *WMS Eye Peak*, que assegura a validação quantitativa em tempo real durante o processo de preparação de encomendas.

O modelo proposto tem como objetivo prevenir erros de quantidade através da comparação automática entre o peso teórico esperado (PT), calculado a partir da composição da ordem de expedição, e o peso real medido (PR) no momento da operação. Esta verificação ocorre diretamente no *WMS* e é associada à Unidade de Expedição (UE), garantindo rastreabilidade, precisão e conformidade digital de cada movimento logístico.

A proposta de melhoria baseia-se nos princípios do *Lean Thinking* e da qualidade na origem, ao introduzir um mecanismo automatizado de verificação quantitativa (*Poka-Yoke*) no momento do *picking*. Ao atuar diretamente sobre a causa raiz identificada — ausência de validação automática da quantidade — o sistema reforça o cumprimento do princípio *Right First Time*, reduzindo desperdícios e dependência do controlo manual. Além disso, contribui para a rastreabilidade e fiabilidade do processo de expedição, consolidando o *WMS Eye Peak* como núcleo de controlo operacional.

5.3.1 Estrutura e componentes do sistema

O modelo assenta em quatro componentes principais, interligados entre si:

1. *WMS Eye Peak* (módulo de *picking*)

- Gere as tarefas de separação, endereçamento e controlo de *SKU* e lote.
- Armazena o peso teórico (PT) de cada artigo, proveniente do mestre de produtos.
- Recebe o peso real (PR) do sistema de pesagem e executa a validação com base na tolerância configurada.

2. Dispositivo de pesagem integrado

- Sistema de balanças incorporadas em empilhadores (*on-board weighing*).
- Comunica com o WMS via interface, transmitindo dados de peso em tempo real.

3. Terminal móvel RF (PDA)

- Utilizado pelo operador para leitura ótica de localização e UA, execução do *picking* e confirmação das tarefas.
- Recebe feedback imediato (validação ou alerta) conforme o resultado da comparação do Peso Teórico – Peso Real.

4. Interface de controlo e alertas (*Poka-Yoke digital*)

- Bloqueia a conclusão da tarefa em caso de discrepância superior à tolerância.
- Gera alerta visual/sonoro até à correção ou verificação manual.
- Atua como mecanismo de prevenção de erro (*Poka-Yoke*) em conformidade com o princípio *Jidoka*.

5.3.2 Fluxo de processo “*To-Be*”

1. O operador recebe no PDA a tarefa de *picking* gerada pelo WMS *Eye Peak*.
2. Desloca-se à localização indicada e lê o código de barras da localização e da UA – Unidade Agregadora.
3. O sistema exibe o peso teórico (PT) esperado para a linha.
4. Após recolha, o operador coloca a quantidade de produto na balança integrada nos garfos do empilhador que mede o peso automaticamente.
5. O peso real (PR) é enviado para o WMS em tempo real.
6. O WMS compara PR e PT:
 - a. Se $\Delta P \leq T$ o *picking* é validado
 - b. Se $\Delta P > T$ o *picking* é rejeitado/bloqueado
7. Em caso de alerta, o operador ou coordenador corrige o erro.
8. Após validação, o sistema gera as etiquetas UE – Unidade de Expedição.
9. Os dados finais são enviados para o ERP Cegid Primavera para emissão documental e integração financeira.

5.3.3 Benefícios operacionais do modelo

- Eliminação de erros de quantidade, através de validação automática.
- Redução de penalizações financeiras e custos de não qualidade.
- Aumento da fiabilidade do WMS e da rastreabilidade das expedições.
- Melhoria da produtividade operacional e redução de retrabalho.
- Feedback imediato ao operador, promovendo aprendizagem contínua.
- Integração *Lean*: eliminação de desperdícios de movimento, espera e defeitos.

5.3.4 Considerações técnicas e requisitos de implementação

A integração da pesagem automática na USL deve seguir um plano técnico baseado em equipamentos móveis de pesagem, *RAVAS iForks-32*, garantindo compatibilidade com o *WMS Eye Peak* e mantendo a flexibilidade operacional.

Os principais requisitos técnicos e operacionais encontram-se detalhados no Anexo C. A implementação deve iniciar-se com um projeto-piloto num dos armazéns da USL, seguido de uma fase de expansão gradual após validação funcional e de integração com o *WMS*.

Importa salientar que a fiabilidade do sistema proposto depende diretamente da qualidade dos dados mestre dos artigos registados no *WMS*, em particular do peso unitário de cada *SKU*. Caso estes valores estejam incorretos ou desatualizados, poderão ocorrer alertas indevidos durante a verificação automática, comprometendo a eficácia do controlo por peso. Assim, é essencial assegurar uma revisão e atualização periódica dos dados mestre, garantindo que o peso teórico utilizado nas validações corresponde à realidade operacional.

5.3.5 Definição das Tolerâncias e Aplicação da Tabela AQS/TNE

A implementação do modelo *Picking by Weight* Integrado no *WMS Eye Peak* exige a definição de limites de tolerância que determinem, de forma objetiva e normalizada, a aceitação ou rejeição automática de cada linha de *picking* com base no peso real medido. Para esse efeito, recorreu-se à Tabela AQS/TNE (Avaliação da Qualidade de Serviço / Tolerâncias Negativas Europeias), aplicada no âmbito da metrologia legal europeia, como referência técnica para a determinação dos Erros Máximos Admissíveis (TNE) em produtos pré-embalados.

A referida Tabela tem por base a Diretiva 76/211/CEE, de 20 de janeiro de 1976, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes ao pré-enchimento de produtos por massa ou volume (União Europeia, 1976). Esta diretiva foi transposta para o ordenamento jurídico português através do Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de setembro, que estabelece as regras aplicáveis aos produtos pré-embalados (República Portuguesa, 1990), e regulamentada pela Portaria n.º 1198/91, de 18 de dezembro, a qual define os valores de erro máximo permitido em função da quantidade nominal (Q_n) de produto e inclui expressamente a Tabela AQS/TNE (República Portuguesa, 1991).

No presente projeto, a Tabela foi adaptada e aplicada como referencial técnico para o controlo de peso em ambiente logístico, de forma a estabelecer margens de variação aceitáveis entre o peso teórico (calculado pelo sistema) e o peso real registado pela balança instalada nos empilhadores.

Com base nas medições efetuadas a amostras reais de embalagens, foram obtidos os pesos por acondicionamento e a respetiva variação máxima observada entre diferentes unidades da mesma *SKU*, que se situou em 0,75% face ao peso nominal. Este valor foi adotado como limite interno de variação aceitável para efeitos operacionais, assegurando uma correspondência realista entre o comportamento das embalagens e os parâmetros de tolerância definidos. Os resultados permitiram validar a consistência das embalagens e definir a tolerância operacional por tipo de acondicionamento (caixas, bilhas, tambores, *IBC*, sacos e baldes).

A Tabela apresentada no Apêndice G sintetiza estes resultados, incluindo:

- Peso médio e desvio máximo registado em ensaios práticos;
- Erro máximo admissível (TNE) calculado segundo a Tabela AQS/TNE da UE;
- Margem percentual de aceitação definida para a operação;
- Resultado da simulação de aprovação/rejeição da linha de *picking*.

Da análise realizada, verificou-se que os erros máximos admissíveis definidos pela Tabela AQS/TNE se encontram alinhados com as variações observadas nas pesagens reais, especialmente nas categorias de sacos e caixas, que representam a maior frequência de *picking*. Esta correspondência valida a aplicabilidade do modelo europeu ao contexto operacional da DEIBA.

A simulação de aprovação e rejeição, desenvolvida no ficheiro de suporte, demonstra a aplicação prática destas tolerâncias: quando o peso total da paleta, medido pela balança integrada, se encontra dentro do intervalo definido (peso teórico $\pm$ TNE), a linha é automaticamente aprovada no *WMS*; caso contrário, é sinalizada para controlo de qualidade antes da expedição.

A adoção desta metodologia representa a transposição de um princípio de metrologia legal para o domínio logístico, assegurando a rastreabilidade e a objetividade no controlo das quantidades expedidas. A utilização da Tabela AQS/TNE como base de decisão, complementada pela variação máxima interna de 0,75%, permite padronizar o controlo de qualidade e eliminar a subjetividade da verificação visual, garantindo coerência técnica e conformidade com normas europeias de precisão e fiabilidade.

Exemplo de Aplicação Prática da Tabela AQS/TNE no Controlo de Peso:

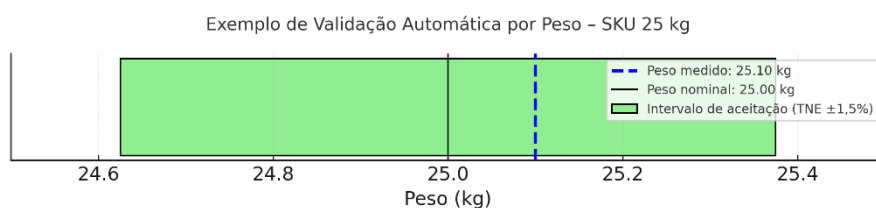
Para ilustrar a aplicação prática da Tabela AQS/TNE no modelo proposto de *picking by weight*, apresenta-se de seguida um exemplo real relativo a um produto embalado em sacos de 25 kg.

1. Peso nominal declarado (Q_n): 25,00 kg
2. Erro Máximo Admissível (TNE): De acordo com a Tabela AQS/TNE (Portaria n.º 1198/91), para embalagens acima de 15 kg, o erro máximo permitido é de 1,0% da quantidade nominal + a variação máxima de 0,75%
3. $TNE = 1,75\% \times 25,00 \text{ kg} = \pm 0,438 \text{ kg}$
4. Peso médio medido (amostragem real): 25,10 kg
5. Peso mínimo observado: 24,78 kg
6. Peso máximo observado: 25,22 kg
7. Variação real (Δ): $\pm 0,22 \text{ kg}$ ($\approx 0,75\%$ face ao peso nominal)

Conforme ilustrado na Figura 8 – Exemplo gráfico de validação automática por peso e no simulador do Apêndice G, a variação máxima observada entre diferentes unidades da mesma *SKU* (0,75%) encontra-se significativamente abaixo do limite de tolerância definido pela Tabela AQS/TNE ($\pm 1,0\%$), evidenciando a estabilidade dimensional e o controlo de enchimento das embalagens. Assim, o sistema poderá adotar esta variação interna de 0,75% como referência de validação operacional, reforçando a sensibilidade do controlo e ajustando-o à realidade empírica da operação.

Deste modo, o peso real medido de 25,10 kg encontra-se claramente dentro da margem admissível, permitindo que a linha de *picking* seja automaticamente aprovada pelo *WMS*. Quando o valor medido excede o intervalo de aceitação ($Q_n \pm TNE$), o sistema gera um alerta automático de rejeição, encaminhando o artigo para verificação no posto de controlo de qualidade.

Figura 8 – Exemplo gráfico de validação automática por peso



Fonte: Elaboração Própria, 2025

Este procedimento transforma o controlo de quantidades, tradicionalmente baseado em contagem visual, num processo quantitativo, padronizado e rastreável, em conformidade com princípios de metrologia legal e com a filosofia *Poka-Yoke* aplicada à logística.

5.3.6 Solução tecnológica proposta – RAVAS *iForks-32*

A solução técnica selecionada para a implementação do modelo de *picking by weight* é a RAVAS *iForks-32*, fornecida em Portugal pela Barcelbal. Este sistema constitui uma das soluções de pesagem móvel mais precisas e completas do mercado, permitindo que o peso real seja medido no momento exato da recolha, sem necessidade de deslocações adicionais ou paragens de processo.

A RAVAS *iForks-32* foi selecionada após uma análise preliminar das opções de pesagem móvel em empilhadores, privilegiando: compatibilidade técnica com os empilhadores existentes e integração nativa com o WMS *Eye Peak*; classe de precisão OIML III; operação sem fios e baixa manutenção; maturidade de mercado e adoção em operadores 3PL.

Nesta fase, o projeto tem carácter de prova de conceito / piloto focado em viabilidade técnica e impacto operacional esperado. Por isso, não foi conduzida avaliação económica comparativa de fornecedores. Essa comparação formal fica deliberadamente remetida para a fase de *procurement*, caso se decida avançar para implementação real, garantindo concorrência e melhor preço.

Características principais da *iForks-32*:

- Sistema 100% sem fios, com comunicação *Bluetooth®* / *Wi-Fi*.
- Precisão: $\pm 0,1\%$ da carga elevada, com calibração digital.
- Capacidade de carga: até 5.000 kg.
- Classe de precisão: OIML III (homologação CE).
- Proteção ambiental: IP65 / IP67.
- Alimentação: baterias de iões de lítio recarregáveis (autonomia até 75 h).
- Funções inteligentes: tara automática, totalização, aviso de inclinação, compensação de nível e alerta de sobrecarga.
- Integração direta com sistemas *ERP/WMS*, através do *RIS* e *RDC*, compatíveis com o *Eye Peak*.
- Versões especiais em aço inox ou certificadas *ATEX*².

Esta solução assegura a mobilidade total dos empilhadores, mantendo a exatidão metrológica necessária à validação quantitativa automática das ordens de *picking*. A adoção da *iForks-32*

² A designação ATEX refere-se à legislação europeia que regula os equipamentos e ambientes com risco de explosão. O termo tem origem na expressão francesa "ATmosphères EXplosibles", que significa Atmosferas Explosivas. Esta diretiva é transposta para regulamentos nacionais, como o Decreto-Lei n.º 236/2003, que estabelece requisitos mínimos de proteção e segurança para os trabalhadores.

elimina a necessidade de balanças fixas, reduz o investimento em infraestrutura e garante uma comunicação digital bidirecional com o *WMS Eye Peak*.

A documentação comercial e técnica detalhada encontra-se disponível no Anexo C, que incluem as fichas técnicas oficiais da *RAVAS* e o catálogo de soluções Barcelbal (2024).

5.3.7 Viabilidade técnica e operacional

A viabilidade técnica e operacional da integração do sistema de pesagem automática *RAVAS iForks-32* com o *WMS Eye Peak* foi analisada com base em documentação técnica oficial da *RAVAS* e da *Barcelbal*, representante da marca em Portugal. Os resultados confirmam a exequibilidade total da solução, tanto em termos de comunicação de dados como de compatibilidade com a infraestrutura tecnológica existente na USL da DEIBA.

O Protocolo ASCII (*RAVAS*, 2021) define a estrutura de comunicação entre o indicador *iForks-32* e o sistema de gestão de armazém. Este protocolo, aberto e amplamente documentado, permite a troca bidirecional de dados através de comandos normalizados via RS-232 ou *Bluetooth Low Energy (BLE)*, assegurando a transmissão em tempo real do peso real (PR), do estado do equipamento e dos registos de calibração. A sua natureza aberta garante a integração direta com o *WMS Eye Peak*, sem necessidade de *software* proprietário.

Complementarmente, o manual técnico “*Configuring WLAN Connection with xPico-240*” Lantronix (2019) demonstra que o módulo de comunicação *xPico-240*, incorporado nos indicadores *RAVAS*, possibilita a ligação *Wi-Fi* à rede local da DEIBA, utilizando protocolos standard TCP/IP, HTTP e Telnet. Cada equipamento é configurado com endereço *IP* próprio e comunica via *WPA2*, permitindo que os valores de pesagem sejam transmitidos de forma segura e contínua para o servidor *WMS*.

Por fim, a confirmação técnica da *Barcelbal* valida oficialmente a integração direta entre o *iForks-32* e o *WMS Eye Peak*, confirmando que o sistema pode:

- comunicar via *Wi-Fi* ou RS-232,
- enviar o valor de peso automaticamente no momento da leitura do código de barras,
- e executar operações de tara, leitura contínua e exportação de dados.

Esta comunicação garante a interoperabilidade total entre hardware e *software*, comprovando a viabilidade técnica da implementação do modelo proposto. Adicionalmente, a *Barcelbal* disponibilizou apoio técnico remoto e documentação complementar para suporte à integração e parametrização do sistema. Com base nestas evidências, conclui-se que a solução *RAVAS*

iForks-32 apresenta plena compatibilidade com o *WMS Eye Peak*, permitindo a implementação de um controlo de pesagem automático e validado, conforme descrito no modelo funcional do ponto 5.3.

A documentação técnica que comprova esta viabilidade encontra-se disponível na DEIBA, incluindo o *RAVAS ASCII Protocol (2021)*, o Manual xPico-240 e a Confirmação Técnica Barcelbal.

5.3.8 Benefícios esperados e indicadores de melhoria

A implementação do sistema de *picking by weight* na USL da DEIBA, suportado pela solução *RAVAS iForks-32* e integrado com o *WMS Eye Peak*, visa alcançar melhorias significativas ao nível da eficiência operacional, da qualidade do serviço e da redução de custos associados aos erros de quantidade aumentando a fiabilidade dos processos e reforçando o controlo de qualidade.

Esta proposta baseia-se na experiência prática da *RAVAS Europe BV*, empresa líder em soluções de pesagem móvel, que tem desenvolvido projetos semelhantes com operadores logísticos internacionais de grande dimensão, como a *Kuehne + Nagel*, servindo este caso como referência de aplicação e validação tecnológica de sucesso.

5.3.8.1 Caso de estudo RAVAS – Kuehne + Nagel

Segundo informação oficial da *RAVAS (2024)*, a *Kuehne + Nagel*, um dos maiores operadores logísticos mundiais, implementou a tecnologia de *picking by weight* em diversas plataformas europeias. O objetivo foi aumentar a precisão e rastreabilidade das operações de *picking*, através da integração de sistemas de pesagem nos empilhadores e ligação direta ao sistema de gestão de armazém.

De acordo com a comunicação institucional da *RAVAS*, o projeto resultou numa redução significativa de erros de expedição e num aumento da fiabilidade dos envios, permitindo validar automaticamente a correspondência entre o peso teórico e o peso real de cada unidade expedida. Embora os resultados quantitativos não tenham sido divulgados publicamente, a *RAVAS* apresenta o caso *Kuehne + Nagel* como uma implementação de referência no contexto europeu, demonstrando a viabilidade prática e o impacto positivo da tecnologia de pesagem integrada em processos logísticos complexos. A relevância deste caso para a USL da DEIBA é direta, uma vez que ambos os contextos operacionais envolvem produtos de acondicionamento variado, elevados volumes de linhas de *picking* e exigência de rastreabilidade total, o que reforça a transferibilidade da tecnologia e do conceito operacional.

O caso da *Kuehne + Nagel* foi utilizado exclusivamente como referência tecnológica e operacional, demonstrando a maturidade e aplicação prática da solução em contextos *3PL* complexos. No entanto, a informação disponível é de natureza qualitativa, não existindo divulgação pública dos resultados quantitativos alcançados.

Por este motivo, os benefícios estimados para a USL da DEIBA apresentados no ponto seguinte resultam exclusivamente de dados reais internos, não tendo sido extrapolados diretamente do caso da *K + N*. Assim, o *benchmarking* serve apenas para confirmar a transferibilidade do conceito e não como fonte de resultados numéricos.

5.3.8.2 Benefícios esperados para a USL da DEIBA

Com base nos resultados observados em implementações semelhantes e na análise do processo atual, espera-se que a introdução da solução de *picking by weight* na DEIBA proporcione os ganhos ilustrados na Tabela 8. Os benefícios apresentados correspondem a estimativas baseadas em dados históricos da operação (incidências de erros de 2024, Ponto 4.3.4.1), uma vez que a solução ainda não se encontra implementada, impossibilitando a validação empírica dos resultados nesta fase.

Assim, as melhorias projetadas são benefícios esperados, sujeitos a confirmação numa fase piloto. Estas projeções foram calculadas exclusivamente com base em dados reais da DEIBA, não havendo extrapolação do *benchmarking*, que assume apenas função de referência tecnológica.

Tabela 8 - Benefícios esperados para a USL

Indicador / Benefício	Descrição	Objetivo / Melhoria Esperada
Taxa de erro de quantidade (%)	Percentagem de linhas com divergência entre pedido e expedição.	Redução de 0,4% → ≤ 0,1%.
Penalizações (€)	Custos imputados por erros de quantidade em expedições.	Redução de 10 123,60 €/ano → ≤ 1 000 €/ano.
Clima organizacional	Redução da pressão sobre os operadores e aumento da confiança.	Melhoria qualitativa comprovada por inquéritos internos.
Perfect Order Rate	Percentagem de encomendas corretas à primeira.	Aumento gradual após estabilização do sistema.

Fonte: Elaboração Própria, 2025

5.3.8.3 Retorno do Investimento (ROI) e Payback

Os cálculos apresentados têm carácter preliminar, sendo enquadrados numa fase prévia à decisão de investimento; a comparação económica *ROI* entre fornecedores será desenvolvida

no âmbito do processo de *procurement*. Com base nos dados operacionais de 2024 e na estimativa de investimento para a aquisição e integração de cinco empilhadores equipados com *iForks-32*, estima-se:

- Investimento inicial total: 19 000 € (equipamentos, integração e formação).
- Redução anual de custos de erro: 9 123,60 € (de 10 123,60 € para 1 000 €).

Assumindo um ganho conservador de 5 minutos/dia por operador – menos verificações manuais e movimentos –, 5 operadores e 254 dias úteis/ano:

- Minutos/ano poupados: 5 min/dia × 5 operadores × 254 dias = 6 350 min/ano
- Horas/ano poupadas: 6 350/60 = 105,83 h/ano
- Poupança anual (custo horário 8,50 €/hora): 105,83 × 8,50 = 899,6 € ≈ 900 €/ano

Cálculo do *Payback*

Ganho anual total = 9 123,60 € + 900 € = 10 023,60 €

$$\text{Payback} = \frac{19\,000}{10\,023,60} = 1,895 \text{ anos} \approx 1 \text{ ano e 11 meses}$$

Cálculo do *ROI* (a 5 anos)

$$\text{ROI} = \frac{(10\,023,60 \times 5) - 19\,000}{19\,000} \times 100 = \frac{50\,118 - 19\,000}{19\,000} \times 100 = 163,8\% \approx 164\%$$

Estes valores demonstram viabilidade económica e sustentabilidade financeira e são consistentes com os resultados obtidos no caso *RAVAS/Kuehne + Nagel*, onde o retorno foi atingido em menos de 12 meses devido ao elevado volume de operações.

5.3.8.4 Conclusão do impacto esperado

A adoção do sistema de *picking by weight* na DEIBA permitirá:

- Eliminar erros de quantidade através de validação automática;
- Reforçar o controlo de qualidade e rastreabilidade digital em tempo real;
- Reduzir custos de não conformidade e retrabalho;
- Aumentar a produtividade e a confiança dos operadores;
- Consolidar o *WMS Eye Peak* como núcleo central do controlo operacional e da qualidade logística.

O caso *Kuehne + Nagel* confirma a maturidade tecnológica da solução e valida a sua transferibilidade para o contexto *3PL* da DEIBA, demonstrando que a pesagem integrada no *picking* é uma medida eficaz, sustentável e replicável no âmbito da Logística 4.0.

Conclusão e Investigação Futura

O presente projeto teve como principal objetivo analisar e propor uma solução que contribuísse para a mitigação de erros de quantidade em processos de *picking*, no contexto de um operador logístico *3PL*. A investigação foi desenvolvida num ambiente real de armazém, caracterizado por elevada variabilidade operacional e exigência de precisão, onde, apesar da utilização de um sistema de gestão de armazéns (*WMS*), foram identificadas ocorrências recorrentes de divergências entre as quantidades expedidas e as efetivamente solicitadas pelos clientes.

Apesar da análise permitir concluir que a solução proposta apresenta forte potencial de melhoria operacional, os benefícios apresentados neste relatório devem ser considerados projeções. Como a solução ainda não se encontra implementada, não existem resultados empíricos pós-intervenção que comprovem a redução de erros ou o impacto direto nos indicadores de desempenho. Consequentemente, as melhorias identificadas constituem benefícios esperados, fundamentados nos dados históricos analisados do ano 2024 e na eliminação da causa raiz diagnosticada. A validação real destes ganhos deverá ocorrer numa fase de implementação piloto, recomendada como continuação deste projeto.

A análise realizada permitiu concluir que a principal causa das discrepâncias residia na ausência de um controlo físico automático das quantidades separadas durante o processo de *picking*, o que deixava o sistema dependente exclusivamente da validação manual dos operadores. Este diagnóstico foi sustentado pela observação direta das operações, pela análise de registos históricos de erros e pelas entrevistas realizadas aos operadores, que reforçaram a perceção da necessidade de um mecanismo adicional de verificação.

Com base nos resultados do diagnóstico, foi concebida uma proposta de melhoria assente no princípio *Poka-Yoke*, através da implementação de um sistema de verificação por peso (*picking by weight*) integrado no *WMS Eye Peak*. Esta solução visa assegurar a validação automática da quantidade separada antes da expedição, permitindo detetar e corrigir discrepâncias em tempo real e evitando a ocorrência de erros de quantidade.

A avaliação económica demonstrou que, embora o retorno financeiro direto da implementação seja de médio prazo, com um período de *Payback* estimado em 1 ano e 11 meses, os benefícios qualitativos e operacionais são imediatos. Entre eles destacam-se: a redução de erros de *picking*, o aumento da fiabilidade do processo de expedição, a melhoria do indicador *On Time In Full (OTIF)* e a consequente redução de custos associados a retrabalho, não conformidades e insatisfação do cliente.

Para além dos resultados operacionais, este projeto contribuiu para o reforço da cultura de qualidade e melhoria contínua no operador logístico em estudo, incentivando uma maior consciencialização dos operadores quanto à importância da precisão no *picking* e promovendo a integração entre tecnologia, processos e pessoas.

Do ponto de vista académico, o estudo acrescenta valor ao demonstrar a aplicabilidade prática dos princípios *Lean* e *Poka-Yoke* em contextos logísticos *3PL*, bem como a relevância da digitalização e da integração tecnológica como instrumentos de prevenção de erros. O projeto evidencia ainda a importância de uma abordagem sustentada em dados reais e na análise quantitativa de impacto, como suporte à decisão e à melhoria operacional.

Como trabalho futuro, propõe-se a implementação piloto da solução desenvolvida, com recolha e análise de dados quantitativos antes e após a introdução do sistema de verificação por peso, permitindo validar empiricamente a eficácia do modelo. Recomenda-se também a expansão da metodologia a outros processos do armazém, como a receção e a contagem cíclica, e a integração de *dashboards* no *WMS*, que permitam monitorizar em tempo real indicadores de performance e taxas de erro.

Em síntese, o projeto demonstrou que a integração de mecanismos automáticos de controlo, como a verificação por peso, constitui uma solução eficaz e sustentável para a mitigação de erros de quantidade em operações de *picking* no contexto de operadores logísticos *3PL*. Para além da melhoria direta nos resultados operacionais, a proposta apresentada reforça a fiabilidade e a competitividade das operações logísticas, alinhando-se com os princípios da Logística 4.0 e com a crescente exigência de qualidade, rastreabilidade e eficiência nas cadeias de abastecimento atuais.

Referências Bibliográficas

- Al-Mashari, M., Al-Mudimigh, A., & Zairi, M. (2003). Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. *European Journal of Operational Research*, 146(2), 352–364. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00554-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00554-4)
- Alsudani, M. Q., Jaber, M. M., Ali, M. H., Abd, S. K., Alkhayyat, A., Kareem, Z. H., & Mohhan, A. R. (2023). Smart logistics with IoT-based enterprise management system using global manufacturing. In *Journal of Combinatorial Optimization* (Vol. 45, Issue 2). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10878-022-00977-5>
- Bahrami, B., Piri, H., & Aghezzaf, E.-H. (2019). Class-based Storage Location Assignment: An Overview of the Literature. *Proceedings of the 16th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, 390–397. <https://doi.org/10.5220/0007952403900397>
- Ballou, R. H. (2004). *Business logistics/supply chain management : planning, organizing, and controlling the supply chain*. Pearson/Prentice Hall.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2019). *Warehouse & Distribution Science* (1st ed.). Georgia Tech.
- Battista, C., Fumi, A., & Schiraldi, M. M. (2011). *Storage Location Assignment Problem: implementation in a warehouse design optimization tool*. <https://www.researchgate.net/publication/251734544>
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 57(15–16), 4719–4742. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2019). *Supply Chain Logistics Management* (D. J. Bowersox, Ed.; 5th ed.). McGraw-Hill.
- Carvalho et al. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Edições Sílabo, Lda.
- Carvalho, H., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2012). Agile and resilient approaches to supply chain management: influence on performance and competitiveness. *Logistics Research*, 4(1–2), 49–62. <https://doi.org/10.1007/s12159-012-0064-2>

- Chae, B. (Kevin), Olson, D., & Sheu, C. (2014). The impact of supply chain analytics on operational performance: a resource-based view. *International Journal of Production Research*, 52(16), 4695–4710. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.861616>
- Chen, L., Langevin, A., & Riopel, D. (2011). A tabu search algorithm for the relocation problem in a warehousing system. *International Journal of Production Economics*, 129(1), 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.09.012>
- Chondromatidis, N., Gialos, A., Zeimpekis, V., & Madas, M. (2024). Investigating the Impact of Completion Time and Perceived Workload in Pickers-to-Parts Order-Picking Technologies: Evidence from Laboratory Experiments. *Logistics*, 8(1), 13. <https://doi.org/10.3390/logistics8010013>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson (Pearson, Ed.; 6th ed.).
- Chopra, Sunil. (2019). *Supply chain management: strategy, planning and operation*. Pearson Education.
- Christopher, Martin. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson Education.
- Cierniak-Emerych, A., Golej, R., & Różycka, H. (2021). Working Conditions and Their Importance for Eliminating Errors in the Order Picking Process, Using an E-Commerce Commercial Enterprise as an Example. *Sustainability*, 13(23), 13374. <https://doi.org/10.3390/su132313374>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches: Vol. 5th ed*. SAGE Publications.
- CSCMP. (2025). *Council of Supply Chain Management Professionals*. <https://cscmp.org/>
- Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard Business Review*, 76(4), 121–131.
- Davids, H. W. (2016). *Logistics Cost and Service 2015*.
- Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Deiba. (2025). *Empresa*. <https://www.adubosdeiba.com/>

- Deming, W. E. (2002). *Out of the crisis*. MIT Press.
- DFGrupo. (2025). *Quem somos*. <https://www.dfgrupo.com/pt-pt/quem-somos/>
- DHL. (2024). *The Logistics Trend Radar*. <https://www.dhl.com/us-en/home/insights-and-innovation/insights/logistics-trend-radar.html>
- Diário da República, 1.^a série, n.º 71. (2013). *Lei n.º 26/2013, de 11 de abril*. Estabelece o Regime Jurídico Da Distribuição, Venda e Aplicação de Produtos Fitofarmacêuticos Para Uso Profissional, Bem Como Da Aplicação de Adjuvantes de Produtos Fitofarmacêuticos. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/26-2013>
- Direção-Geral de Alimentação e Veterinária. (2021). *Manual de Procedimentos Operativos (MPO)*. DGAV. https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2025/06/Manual-de-PO_-DVfinal.pdf
- Fisher, M. (1999). Process improvement by poka-yoke. *Work Study*, 48(7), 264–266. <https://doi.org/10.1108/00438029910294153>
- Frazelle, E. (2016). *World-Class Warehousing and Material Handling* (2nd Edition). McGraw-Hill Education.
- Fumi, A., Scarabotti, L., & Schiraldi, M. M. (2013). The Effect of Slot-Code Optimization in Warehouse Order Picking. *International Journal of Engineering Business Management*, 5. <https://doi.org/10.5772/56803>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>
- Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*, 159(2), 269–295. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.016>
- Hertz, S., & Alfredsson, M. (2003). Strategic development of third party logistics providers. *Industrial Marketing Management*, 32(2), 139–149. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(02\)00228-6](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(02)00228-6)
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>

- Hofmann, E., & Rüscher, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- Hompel, M., & Schmidt, T. (2007). *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems (Intralogistik)*.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen : a Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. McGraw Hill.
- Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese way*. Prentice-Hall.
- Jacobs, F. R., & Weston, F. C. (2007). Enterprise resource planning (ERP) - A brief history. *Journal of Operations Management*, 25(2), 357–363. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.11.005>
- Juran, J. M. ., & Godfrey, A. B. (1999). *The quality improvement process*. McGraw-Hill.
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). What is ERP? *Information Systems Frontiers*, 2(2), 141–162. <https://doi.org/10.1023/A:1026543906354>
- Klemm, D. D. ., & Klemm, Rosemarie. (2010). *The stones of the pyramids : provenance of the building stones of the Old Kingdom pyramids of Egypt*. De Gruyter.
- Kofler, M. (2014). *Optimising the storage location assignment problem under dynamic conditions*. <https://www.researchgate.net/publication/280157450>
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. Irwin/McGraw-Hill.
- Langley, C. J., & Capgemini. (2015). *2015 THIRD-PARTY LOGISTICS STUDY*. www.3plstudy.com
- Lantronix. (2019). *Configuring WLAN Connection with xPico-240 (Rev. 2019)*. Lantronix Technical Documentation.
- Laudon, K. C. ., & Laudon, J. P. . (2022). *Management information systems : managing the digital firm*. Pearson Education Limited.
- Liker, J. K. . (2013). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.

- Liker, J. K. ., & Meier, D. (2005). *Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill Professional Publishing.
- Luttwak, Edward. (1974). *The political uses of sea power [by] Edward N. Luttwak*. Johns Hopkins University Press.
- Marasco, A. (2008). Third-party logistics: A literature review. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 127–147. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.017>
- Mecalux. (2025). *O fluxo de materiais no armazém*. <https://www.mecalux.pt/manual-de-armazenagem/desenho-do-armazem/fluxo-materiais-armazem>
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Ngai, E. W. T., Moon, K. K. L., Riggins, F. J., & Yi, C. Y. (2008). RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.004>
- Oakland, J. S. (2014). *Total Quality Management and Operational Excellence*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315815725>
- Ohno, Taiichi. (1988). (2019). *Toyota Production System : Beyond Large-Scale Production*. [Productivity Press].
- Patton, M. Quinn. (2015). *Qualitative research & evaluation methods : integrating theory and practice*. SAGE Publications, Inc.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). *HBR.ORG SPOTLIGHT ON MANAGING THE INTERNET OF THINGS How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*.
- República Portuguesa, Decreto-Lei n.º291/90, de 20 de setembro. Estabelece as regras aplicáveis aos produtos pré-embalados. Diário da República, I Série - A, n.º218, 3904–3906. (1990).
- República Portuguesa, Portaria n.º1198/91, de 18 de dezembro. Regulamenta a aplicação prática do Decreto-Lei n.º291/90 e inclui a Tabela AQS/TNE. Diário da República, I Série-B, n.º289, 6398–6400. (1991).
- Richards, G. (2017). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse* (3rd ed.). Kogan Page.

- Rother, Mike., & Shook, John. (2018). *Learning to See : Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 515–533.
- Roy, N. (2024, May 5). *1PL 2PL 3PL 4PL 5PL 6PL - The Advancement of Party Logistics. What does PL stand for?* LinkedIn.
- Rožić, T., Dujmešić, N., & Bajor, I. (2018). Warehouse Processes Improvement by Pick by Voice Technology. *Tehnicki Vjesnik*, 25(25(4)). <https://doi.org/10.17559/TV-20160829152732>
- Rutner, S. M., Aviles, M., & Cox, S. (2012). Logistics evolution: a comparison of military and commercial logistics thought. *The International Journal of Logistics Management*, 23(1), 96–118. <https://doi.org/10.1108/09574091211226948>
- Shingo, Shigeo. (1986). *Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system*. Routledge.
- Simeão, P. (2023). *Implementação do WMS Eye Peak na DEIBA*. Projeto organizacional aplicado não publicado, Instituto Politécnico de Setúbal.
- Sink, H. L., & Langley, C. J. (1997). A managerial framework for the acquisition of 3PL services. *Journal of Business Logistics*, 18(2), 163–189.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2022). *Operations management*. Pearson.
- Stock, J. R. ., & Lambert, D. M. . (2001). *Strategic logistics management*. McGraw-Hill/Irwin.
- Stockinger, C., Steinebach, T., Petrat, D., Bruns, R., & Zöller, I. (2020). The Effect of Pick-by-Light-Systems on Situation Awareness in Order Picking Activities. *Procedia Manufacturing*, 45, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.078>
- Sutherland, J. L. (2008). Logistics from a historical perspective. In *Introduction to Logistics Engineering* (pp. 1-1-1–14). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420088571.ch1>
- Trojanowska, J., Husár, J., Hrehova, S., & Knapčíková, L. (2023). Poka Yoke in Smart Production Systems with Pick-to-Light Implementation to Increase Efficiency. *Applied Sciences*, 13(21), 11715. <https://doi.org/10.3390/app132111715>

- União Europeia, Diretiva 76/211/CEE do Conselho, de 20 de janeiro de 1976, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes ao pré-enchimento de produtos por massa ou volume. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 46, 1–11 (1976).
- Vidal, C. J., & Goetschalckx, M. (1997). Strategic production-distribution models: A critical review with emphasis on global supply chain models. *European Journal of Operational Research*, 98(1), 1–18. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)80080-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)80080-X)
- Vieira, D. Rodrigues., & Roux, Michel. (2012). *Auditoria logística : Uma abordagem prática para operações de Centros de Distribuição*. Elsevier Editora.
- Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Click here for a data scientist: Big data, predictive analytics, and theory development in the era of a maker movement supply chain. *Journal of Business Logistics*, 34(4). <https://doi.org/10.1111/jbl.12024>
- Wang, J., & Qu, Z. (n.d.). *Academic Journal of Management and Social Sciences Design of Intelligent Weighing and Picking System based on Sensing Technology*. 2(3), 2023.
- Waters, C. D. J. ., & Rinsler, Stephen. (2015). *Global logistics : new directions in supply chain management*. Kogan Page Limited, Credo Reference.
- Wei, C., Meng, F., Han, D., Pang, W., Mao, L., Xu, C., & Yu, Y. (2023). *Exploration on the Application of ERP and WMS Integration Technology in Engineering Enterprises* (pp. 985–991). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-200-2_103
- Win, A. (2008). The value a 4PL provider can contribute to an organisation. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(9), 674–684. <https://doi.org/10.1108/09600030810925962>
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18–43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Wu, X., Haynes, M., Guo, A., & Starner, T. (2016). A comparison of order picking methods augmented with weight checking error detection. *International Symposium on Wearable*

Computers, Digest of Papers, 12-16-September-2016, 144–147.
<https://doi.org/10.1145/2971763.2971773>

Yin, R. K. . (2018). *Case Study Research and Applications : Design and Methods* (6th ed.). SAGE Publications, Inc.

Zacharia, Z. G., Sanders, N. R., & Nix, N. W. (2011). The Emerging Role of the Third-Party Logistics Provider (3PL) as an Orchestrator. *Journal of Business Logistics*, 32(1), 40–54.
<https://doi.org/10.1111/j.2158-1592.2011.01004.x>

Apêndice A – Entrevistas estruturadas aos operadores

Guião da entrevista aos operadores

- 1. Como descreveria o processo de *picking* tal como é realizado atualmente?**
- 2. Quais são as principais dificuldades ou situações que atrasam ou complicam o *picking*?**
- 3. Considera que as instruções e informações fornecidas pelo *WMS Eye Peak* são claras e suficientes para executar o *picking* corretamente?**
- 4. Na sua opinião, que fatores mais contribuem para erros ou retrabalho durante o *picking*?**
- 5. Que melhorias gostaria de ver implementadas para tornar o *picking* mais rápido, preciso ou fácil de realizar?**

Operador 1

1. Como descreveria o processo de *picking* tal como é realizado atualmente?

O processo é simples, mas às vezes confuso. Usamos o terminal para confirmar o produto e o lote, mas temos de contar as quantidades à mão. Nem sempre o sistema ajuda muito porque não avisa se estamos a colocar a mais ou a menos.

2. Quais são as principais dificuldades ou situações que atrasam ou complicam o *picking*?

O maior problema é quando há muitas referências diferentes na mesma paleta. Às vezes temos de procurar muito tempo as embalagens certas. Também há situações em que os produtos não estão bem localizados ou a etiqueta já está gasta e temos de confirmar manualmente.

3. Considera que as instruções e informações fornecidas pelo *WMS Eye Peak* são claras e suficientes para executar o *picking* corretamente?

As informações são boas para saber o produto e o lote, mas falta indicar melhor as quantidades. Seria mais fácil se o sistema avisasse quando há diferença entre o que está registado e o que é realmente apanhado.

4. Na sua opinião, que fatores mais contribuem para erros ou retrabalho durante o *picking*?

Normalmente são as embalagens parecidas e as pressas quando temos muito trabalho. Às vezes é fácil confundir um formato com outro, como os sacos de 25 kg e os de 30 kg.

5. Que melhorias gostaria de ver implementadas para tornar o *picking* mais rápido, preciso ou fácil de realizar?

Ajudava ter uma forma de confirmar melhor as quantidades antes de fechar a paleta. Às vezes, no fim, percebemos que faltou uma caixa ou que levámos a mais. Se houvesse uma forma simples de verificar isso no sistema, era mais fácil.

Operador 2

1. Como descreveria o processo de *picking* tal como é realizado atualmente?

É um processo organizado, mas depende muito da atenção de quem está a fazer. O sistema guia bem o produto e o lote, mas o resto é manual, e isso abre espaço para erros.

2. Quais são as principais dificuldades ou situações que atrasam ou complicam o *picking*?

Às vezes falta material identificado ou temos produtos em posições diferentes das que aparecem no sistema. Isso faz perder tempo. Também quando há urgências, o ritmo aumenta e há mais risco de falhas.

3. Considera que as instruções e informações fornecidas pelo *WMS Eye Peak* são claras e suficientes para executar o *picking* corretamente?

São claras, mas podiam ser mais completas. Por exemplo, se mostrasse o total esperado por linha, ajudava a confirmar se a paleta está correta antes de fechar.

4. Na sua opinião, que fatores mais contribuem para erros ou retrabalho durante o *picking*?

A pressa e a falta de verificação das quantidades. Às vezes também é a falta de espaço – quando o armazém está cheio, torna-se difícil manobrar o empilhador e acedermos aos produtos.

5. Que melhorias gostaria de ver implementadas para tornar o *picking* mais rápido, preciso ou fácil de realizar?

Gostava que o sistema mostrasse algum tipo de aviso ou confirmação quando as quantidades não batem certo. Assim podíamos corrigir logo, sem precisar de voltar atrás depois.

Operador 3

1. Como descreveria o processo de *picking* tal como é realizado atualmente?

O processo é bom, mas ainda muito dependente das pessoas. Temos de estar sempre atentos porque o sistema não faz o controlo da quantidade. Tudo o resto – produto e lote, funciona bem.

2. Quais são as principais dificuldades ou situações que atrasam ou complicam o *picking*?

Quando há várias embalagens pequenas misturadas ou quando a etiqueta não está bem visível. Também quando há trocas de produto em posições, porque às vezes não dá tempo de atualizar logo o sistema.

3. Considera que as instruções e informações fornecidas pelo *WMS Eye Peak* são claras e suficientes para executar o *picking* corretamente?

Sim, mas podia ser mais intuitivo. Por exemplo, podia mostrar uma imagem do produto ou do tipo de embalagem. Às vezes as descrições são muito parecidas.

4. Na sua opinião, que fatores mais contribuem para erros ou retrabalho durante o *picking*?

Produtos com embalagens iguais, erros de contagem e distrações. Quando o ritmo é rápido, é fácil deixar passar um ou dois volumes.

5. Que melhorias gostaria de ver implementadas para tornar o *picking* mais rápido, preciso ou fácil de realizar?

Seria bom termos uma ajuda do sistema para confirmar as quantidades certas, algo que mostrasse no terminal se o total apanhado corresponde ao pedido. Isso evitaria muitos erros pequenos.

Operador 4

1. Como descreveria o processo de *picking* tal como é realizado atualmente?

Funciona bem, mas é muito manual. Temos de confiar na contagem e na experiência de quem está a fazer o *picking*. O sistema ajuda, mas podia fazer mais.

2. Quais são as principais dificuldades ou situações que atrasam ou complicam o *picking*?

Quando há produtos grandes misturados com pequenos na mesma paleta. Às vezes o empilhador tem de ser trocado ou há pouca visibilidade para confirmar a etiqueta.

3. Considera que as instruções e informações fornecidas pelo *WMS Eye Peak* são claras e suficientes para executar o *picking* corretamente?

Sim, mas podia dar mais apoio visual. Por exemplo, indicar a localização de forma mais detalhada, porque às vezes há zonas com códigos muito próximos e isso gera confusão.

4. Na sua opinião, que fatores mais contribuem para erros ou retrabalho durante o *picking*?

A confusão nas localizações e a falta de controlo de quantidades. Quando há muitos pedidos a sair ao mesmo tempo, é fácil trocar paletes.

5. Que melhorias gostaria de ver implementadas para tornar o *picking* mais rápido, preciso ou fácil de realizar?

Acho que uma melhoria importante seria o sistema indicar quando a quantidade separada está diferente do pedido. Nem sempre é fácil perceber isso quando há muitas linhas com produtos parecidos.

Operador 5

1. Como descreveria o processo de *picking* tal como é realizado atualmente?

O processo é claro, mas exige muita atenção. O sistema é bom para o lote e produto, mas tudo o resto é feito por nós. É preciso estar sempre a contar e confirmar.

2. Quais são as principais dificuldades ou situações que atrasam ou complicam o *picking*?

Quando há produtos em várias localizações diferentes ou quando há paletes incompletas. Também quando o código do produto é muito parecido com outro — é preciso estar mesmo atento.

3. Considera que as instruções e informações fornecidas pelo *WMS Eye Peak* são claras e suficientes para executar o *picking* corretamente?

São suficientes, mas não ajudam em tudo. Seria útil mostrar uma diferença quando há erro na quantidade ou quando o total não bate certo.

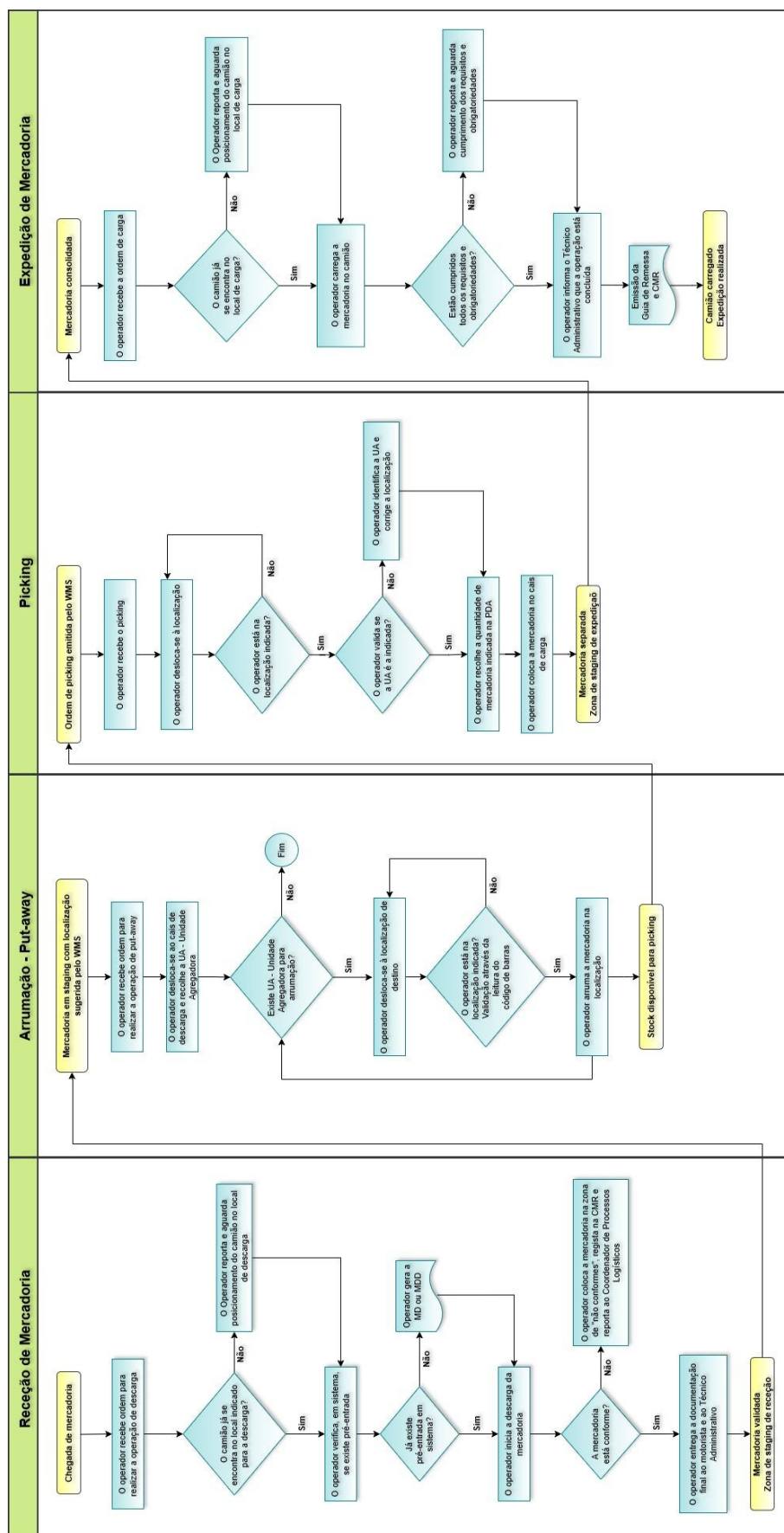
4. Na sua opinião, que fatores mais contribuem para erros ou retrabalho durante o *picking*?

Normalmente é a falta de conferência no fim. Quando há pressa, muitas vezes não se revê a paleta antes de fechar.

5. Que melhorias gostaria de ver implementadas para tornar o *picking* mais rápido, preciso ou fácil de realizar?

Podia existir uma forma de validar as quantidades no final do *picking*, antes de encerrar a tarefa. Assim tínhamos mais segurança de que está tudo certo antes de enviar.

Apêndice B – Fluxograma de Processos



Apêndice C – Etiqueta Unidade Agregadora(UA) e Unidade Expedição(UE)

Exemplo de etiqueta de Unidade Agregadora (UA)

DEIBA	Função – Incompatibilidade
Syngenta Crop Protection, Lda.	Herbicida
16618	Paletização Fábrica
TOUCHDOWN PREMIUM- 5L- 4X5 L	
Lote BSN2C2932	40 cxs
	
53000 3 (17) 140704 (10) AB-123	

Exemplo de etiqueta de Unidade Expedição (UE)

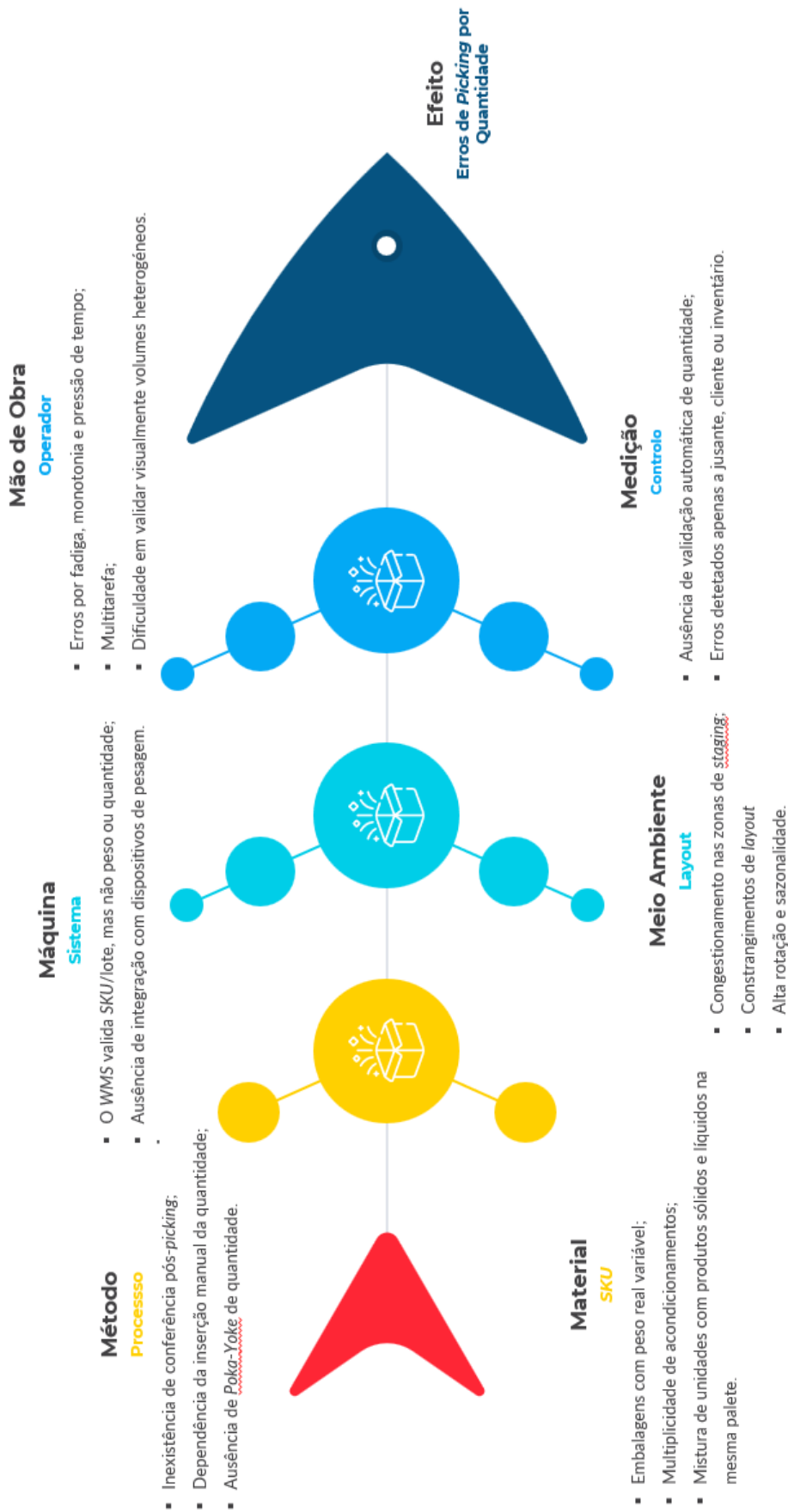
DEIBA	Guia Remessa 785236519	Paleta 10 de 10	
Syngenta Crop Protection, Lda.	05-08-2024		
Destino Coop. Agr. dos Agr. Vale do Minho, C.R.L. Rua Da Feitosa, 1722 4990-171 Feitosa - Ponte de Lima Tel. 235 742 659			
Produto	Descrição	Lote	Qtd
16618	TOUCHDOWN PREMIUM- 5L- 4X5 L	BSN2C2932	10 cxs
60035	LUMAX 20 L	CHE3E20041	5 bil
29602	THIOVIT JET - 25 KG - 1X25 KG	SSP3E21908	120 sac
29603	xxxxx	xxxx	xx xxx
29604	xxxxx	xxxx	xx xxx
29605	xxxxx	xxxx	xx xxx
29606	xxxxx	xxxx	xx xxx
29607	xxxxx	xxxx	xx xxx
29608	xxxxx	xxxx	xx xxx
29609	xxxxx	xxxx	xx xxx
29610	xxxxx	xxxx	xx xxx
29611	xxxxx	xxxx	xx xxx
Rota Minho			
			
53000 3 (17) 140704 (10) AB-123			

Apêndice D – Tipologia de Acondicionamentos

Tabela – Acondicionamentos por Tipologia de Embalagem

Acondicionamento	Embalagem	Acondicionamento	Embalagem	Acondicionamento	Embalagem	Acondicionamento	Embalagem	Acondicionamento	Embalagem
100x0,04 KG	caixa(s)	1x1,378 UN	caixa(s)	1x5,4 PP	caixa(s)	24x0,3 UN	caixa(s)	48x0,25 UN	caixa(s)
100x0,08 UN	caixa(s)	1x1,424 UN	caixa(s)	1x50 KG	bilha(s)	24x0,4 KG	caixa(s)	48x1 KG	caixa(s)
100x0,1 KG	caixa(s)	1x1,5 KG	caixa(s)	1x50 LT	bilha(s)	24x0,5 KG	caixa(s)	4x1 KG	caixa(s)
10x0,1 KG	caixa(s)	1x1,5 UN	caixa(s)	1x6 KG	bilha(s)	24x0,5 LT	caixa(s)	4x1,188 LT	caixa(s)
10x0,15 KG	caixa(s)	1x1,505 UN	caixa(s)	1x60 LT	bilha(s)	24x0,5 UN	caixa(s)	4x1,2 LT	caixa(s)
10x0,2 KG	caixa(s)	1x1,608 UN	caixa(s)	1x600 KG	IBC(s)	24x0,6 KG	caixa(s)	4x1,234 LT	caixa(s)
10x0,25 LT	caixa(s)	1x1,66 UN	caixa(s)	1x640 LT	IBC(s)	24x0,75 KG	caixa(s)	4x2 KG	caixa(s)
10x0,3 KG	caixa(s)	1x10 KG	balde(s)	1x7 PCE	caixa(s)	24x1,08 LT	caixa(s)	4x3 KG	caixa(s)
10x0,37 KG	caixa(s)	1x10 LT	bilha(s)	1x750 KG	IBC(s)	24x10 KG	caixa(s)	4x3 LT	caixa(s)
10x0,375 KG	caixa(s)	1x10 UN	caixa(s)	1x8 KG	saco(s)	25x0,062 KG	caixa(s)	4x4 LT	caixa(s)
10x0,4 UN	caixa(s)	1x100 LT	tambore(s)	1x800 KG	IBC(s)	25x0,25 KG	caixa(s)	4x5 KG	caixa(s)
10x0,5 KG	caixa(s)	1x1000 KG	IBC(s)	1x850 KG	IBC(s)	25x0,4104 PP	caixa(s)	4x5 LT	caixa(s)
10x0,5 LT	caixa(s)	1x1000 LT	IBC(s)	1x9,5 KG	saco(s)	25x0,5 KG	caixa(s)	50x0,032 KG	caixa(s)
10x0,6 KG	caixa(s)	1x1030 KG	IBC(s)	1x900 KG	IBC(s)	25x0,5 UN	caixa(s)	50x0,04 LT	caixa(s)
10x0,75 KG	caixa(s)	1x1050 KG	IBC(s)	1x900 LT	IBC(s)	2x10 KG	caixa(s)	50x0,05 LT	caixa(s)
10x1 KG	caixa(s)	1x1100 KG	IBC(s)	1x945 LT	IBC(s)	2x10 LT	caixa(s)	50x0,06 LT	caixa(s)
10x1 LT	caixa(s)	1x1150 KG	IBC(s)	1x950 KG	IBC(s)	2x5 KG	caixa(s)	50x0,08 LT	caixa(s)
10x1,5 KG	caixa(s)	1x12 KG	saco(s)	20x0,03 KG	caixa(s)	2x5 LT	caixa(s)	50x0,08 UN	caixa(s)
12x0,15 KG	caixa(s)	1x12,5 KG	saco(s)	20x0,05 KG	caixa(s)	30x0,05 KG	caixa(s)	50x0,1 LT	caixa(s)
12x0,25 KG	caixa(s)	1x120 LT	bilha(s)	20x0,05 UN	caixa(s)	30x0,1 KG	caixa(s)	50x0,125 UN	caixa(s)
12x0,25 LT	caixa(s)	1x1200 KG	IBC(s)	20x0,06 KG	caixa(s)	30x0,125 LT	caixa(s)	50x0,15 KG	caixa(s)
12x0,4 KG	caixa(s)	1x1250 KG	IBC(s)	20x0,07 LT	caixa(s)	30x0,25 KG	caixa(s)	50x0,15 UN	caixa(s)
12x0,5 KG	caixa(s)	1x1285 KG	IBC(s)	20x0,08 KG	caixa(s)	30x0,3 KG	caixa(s)	50x0,16 KG	caixa(s)
12x0,5 LT	caixa(s)	1x1300 KG	IBC(s)	20x0,0875 LT	caixa(s)	30x0,5 KG	caixa(s)	50x0,2 KG	caixa(s)
12x0,6 KG	caixa(s)	1x1360 KG	IBC(s)	20x0,1 KG	caixa(s)	33x0,33 KG	caixa(s)	50x0,2 UN	caixa(s)
12x0,6 LT	caixa(s)	1x15 KG	saco(s)	20x0,1 LT	caixa(s)	35x0,025 LT	caixa(s)	50x0,3 KG	caixa(s)
12x0,75 KG	caixa(s)	1x15 LT	bilha(s)	20x0,12 KG	caixa(s)	35x0,04 LT	caixa(s)	50x0,4 KG	caixa(s)
12x1 KG	caixa(s)	1x15 PCE	caixa(s)	20x0,125 PP	caixa(s)	35x0,05 LT	caixa(s)	54x0,04 UN	caixa(s)
12x1 LT	caixa(s)	1x155 KG	tambore(s)	20x0,15 KG	caixa(s)	35x0,06 KG	caixa(s)	54x0,05 UN	caixa(s)
12x1,007 LT	caixa(s)	1x16 KG	saco(s)	20x0,15 LT	caixa(s)	35x0,07 LT	caixa(s)	5x0,5 UN	caixa(s)
12x1,04 LT	caixa(s)	1x165 KG	tambore(s)	20x0,16 KG	caixa(s)	35x0,1 LT	caixa(s)	60x0,025 KG	caixa(s)
12x1,2 KG	caixa(s)	1x175 KG	tambore(s)	20x0,2 KG	caixa(s)	35x0,4 UN	caixa(s)	60x0,05 LT	caixa(s)
14x1 KG	caixa(s)	1x177 KG	tambore(s)	20x0,2 LT	caixa(s)	35x0,5 UN	caixa(s)	60x0,05 UN	caixa(s)
15x1 KG	caixa(s)	1x180 KG	tambore(s)	20x0,2 UN	caixa(s)	3x5 KG	caixa(s)	60x0,1 KG	caixa(s)
160x1 KG	caixa(s)	1x180 LT	tambore(s)	20x0,25 KG	caixa(s)	3x5 LT	caixa(s)	60x0,15 KG	caixa(s)
16x1 KG	caixa(s)	1x190 KG	tambore(s)	20x0,25 LT	caixa(s)	40x0 KG	caixa(s)	60x5 KG	caixa(s)
18x0,5 KG	caixa(s)	1x2 KG	caixa(s)	20x0,25 UN	caixa(s)	40x0,05 KG	caixa(s)	6x0,587 PP	caixa(s)
1x0,02 LT	caixa(s)	1x2 LT	caixa(s)	20x0,3 KG	caixa(s)	40x0,05 LT	caixa(s)	6x1 KG	caixa(s)
1x0,02 UN	caixa(s)	1x2,5 KG	caixa(s)	20x0,3 LT	caixa(s)	40x0,06 LT	caixa(s)	6x1 LT	caixa(s)
1x0,1 KG	caixa(s)	1x20 KG	saco(s)	20x0,3 UN	caixa(s)	40x0,1 LT	caixa(s)	6x1,04 LT	caixa(s)
1x0,1 LT	caixa(s)	1x20 LT	bilha(s)	20x0,4 KG	caixa(s)	40x0,1 UN	caixa(s)	6x2 KG	caixa(s)
1x0,12 UN	caixa(s)	1x20 UN	caixa(s)	20x0,4 LT	caixa(s)	40x0,116 UN	caixa(s)	70x0,02 UN	caixa(s)
1x0,175 UN	caixa(s)	1x200 KG	tambore(s)	20x0,4 UN	caixa(s)	40x0,15 KG	caixa(s)	70x0,03 LT	caixa(s)
1x0,182 UN	caixa(s)	1x200 LT	tambore(s)	20x0,5 KG	caixa(s)	40x0,16 KG	caixa(s)	70x0,03 UN	caixa(s)
1x0,22 UN	caixa(s)	1x210 LT	tambore(s)	20x0,5 LT	caixa(s)	40x0,16 UN	caixa(s)	70x0,04 KG	caixa(s)
1x0,234 UN	caixa(s)	1x22 KG	saco(s)	20x1 GRM	caixa(s)	40x0,2 KG	caixa(s)	70x0,04 LT	caixa(s)
1x0,25 KG	caixa(s)	1x220 KG	tambore(s)	20x1 KG	caixa(s)	40x0,25 KG	caixa(s)	70x0,04 UN	caixa(s)
1x0,25 LT	caixa(s)	1x230 KG	tambore(s)	20x1 LT	caixa(s)	40x0,25 LT	caixa(s)	70x0,16 KG	caixa(s)
1x0,35 PP	caixa(s)	1x25 KG	saco(s)	24x0,1 KG	caixa(s)	40x0,25 UN	caixa(s)	72x0,02 LT	caixa(s)
1x0,4 UN	caixa(s)	1x25 LT	bilha(s)	24x0,1 LT	caixa(s)	40x0,3 KG	caixa(s)	72x0,025 LT	caixa(s)
1x0,41666 UN	caixa(s)	1x3 KG	bilha(s)	24x0,13 KG	caixa(s)	40x0,3 UN	caixa(s)	80x0,05 LT	caixa(s)
1x0,454 UN	caixa(s)	1x3 UN	caixa(s)	24x0,13 LT	caixa(s)	40x0,4 KG	caixa(s)	8x1 KG	caixa(s)
1x0,466 UN	caixa(s)	1x30 LT	bilha(s)	24x0,15 KG	caixa(s)	48x0,02 UN	caixa(s)	90x0,03 UN	caixa(s)
1x0,5 PP	caixa(s)	1x30 UN	caixa(s)	24x0,2 LT	caixa(s)	48x0,03 KG	caixa(s)		
1x0,639 UN	caixa(s)	1x4 KG	bilha(s)	24x0,2 UN	caixa(s)	48x0,04 LT	caixa(s)		
1x1 KG	caixa(s)	1x4 UN	caixa(s)	24x0,25 KG	caixa(s)	48x0,05 LT	caixa(s)		
1x1 LT	caixa(s)	1x4,4 UN	caixa(s)	24x0,25 LT	caixa(s)	48x0,05 UN	caixa(s)		
1x1 UN	caixa(s)	1x40 KG	saco(s)	24x0,25 UN	caixa(s)	48x0,1 LT	caixa(s)		
1x1,005 LT	caixa(s)	1x5 KG	balde(s)	24x0,3 KG	caixa(s)	48x0,1 UN	caixa(s)		
1x1,12 LT	caixa(s)	1x5 LT	bilha(s)	24x0,3 LT	caixa(s)	48x0,25 LT	caixa(s)		

Apêndice E – Diagrama de Ishikawa



Apêndice F – Registo e análise de incidências por erro de quantidade

Tabela – Incidências por erro de quantidade

#	Data	Cliente	Tipo Incidência	Qtd.	Embalagem	Operador	Custo Produto	Custo Transp
1	03-01-2024	Cliente N	Erro Quantidade - Exp. a -	4	saco(s)	Operador B		138,16 €
2	05-01-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a +	1	tambore(s)	Operador D	46,88 €	
3	09-01-2024	Cliente H	Erro Quantidade - Exp. a -	4	saco(s)	Operador D		71,66 €
4	10-01-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador A		50,51 €
5	12-01-2024	Cliente M	Erro Quantidade - Exp. a -	2	caixa(s)	Operador B		65,29 €
6	15-01-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador C		47,45 €
7	19-01-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador C	80,22 €	
8	29-01-2024	Cliente K	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador C		109,40 €
9	06-02-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	5	bilha(s)	Operador C	88,96 €	
10	13-02-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	20	balde(s)	Operador A	104,63 €	
11	14-02-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a +	190	caixa(s)	Operador B	147,53 €	
12	14-02-2024	Cliente J	Erro Quantidade - Exp. a +	1	bilha(s)	Operador E		31,51 €
13	20-02-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a +	2	saco(s)	Operador E	162,23 €	
14	22-02-2024	Cliente H	Erro Quantidade - Exp. a -	1	bilha(s)	Operador D		83,27 €
15	04-03-2024	Cliente C	Erro Quantidade - Exp. a +	12	caixa(s)	Operador C	52,12 €	
16	07-03-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a -	5	bilha(s)	Operador A		156,03 €
17	14-03-2024	Cliente M	Erro Quantidade - Exp. a -	2	bilha(s)	Operador D		47,15 €
18	18-03-2024	Cliente C	Erro Quantidade - Exp. a +	3	caixa(s)	Operador D		96,42 €
19	20-03-2024	Cliente F	Erro Quantidade - Exp. a +	3	bilha(s)	Operador B	119,38 €	
20	20-03-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a +	5	caixa(s)	Operador C	154,80 €	
21	21-03-2024	Cliente L	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador D	161,04 €	
22	25-03-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador D		59,94 €
23	26-03-2024	Cliente M	Erro Quantidade - Exp. a +	1	saco(s)	Operador D	165,87 €	
24	28-03-2024	Cliente K	Erro Quantidade - Exp. a +	1	saco(s)	Operador C	94,63 €	
25	03-04-2024	Cliente C	Erro Quantidade - Exp. a -	1	saco(s)	Operador B		45,24 €
26	05-04-2024	Cliente L	Erro Quantidade - Exp. a -	1	bilha(s)	Operador D		79,26 €
27	11-04-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a +	2	bilha(s)	Operador A	164,05 €	
28	15-04-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a +	4	caixa(s)	Operador D	158,93 €	
29	15-04-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a -	3	balde(s)	Operador A		84,87 €
30	16-04-2024	Cliente F	Erro Quantidade - Exp. a -	3	bilha(s)	Operador E		139,64 €
31	22-04-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador D		98,31 €
32	22-04-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador D	149,48 €	
33	23-04-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a -	5	caixa(s)	Operador C		129,02 €
34	24-04-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador B		136,90 €
35	25-04-2024	Cliente H	Erro Quantidade - Exp. a +	1	saco(s)	Operador C	172,47 €	
36	02-05-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador D		77,15 €
37	03-05-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador A		170,36 €
38	06-05-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador A		86,43 €
39	10-05-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a -	2	caixa(s)	Operador D		178,99 €
40	13-05-2024	Cliente N	Erro Quantidade - Exp. a -	1	saco(s)	Operador E		44,45 €
41	14-05-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	4	bilha(s)	Operador A	157,94 €	
42	16-05-2024	Cliente J	Erro Quantidade - Exp. a +	2	bilha(s)	Operador A	46,36 €	
43	21-05-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a -	2	saco(s)	Operador E		23,25 €
44	23-05-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador E		108,44 €
45	29-05-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a -	1	bilha(s)	Operador B		179,65 €
46	31-05-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	2	caixa(s)	Operador A	42,83 €	
47	03-06-2024	Cliente H	Erro Quantidade - Exp. a -	1	bilha(s)	Operador E		56,95 €
48	05-06-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a +	4	saco(s)	Operador B	140,59 €	
49	07-06-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	3	caixa(s)	Operador A	95,31 €	
50	12-06-2024	Cliente F	Erro Quantidade - Exp. a +	2	bilha(s)	Operador E	90,60 €	
51	24-06-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador B		115,33 €
52	24-06-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a +	1	saco(s)	Operador C	69,39 €	

#	Data	Cliente	Tipo Incidência	Qtd.	Embalagem	Operador	Custo Produto	Custo Transp
53	25-06-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a -	30	caixa(s)	Operador A		169,55 €
54	28-06-2024	Cliente K	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador E	78,72 €	
55	02-07-2024	Cliente F	Erro Quantidade - Exp. a +	2	bilha(s)	Operador C	127,99 €	
56	04-07-2024	Cliente H	Erro Quantidade - Exp. a -	5	saco(s)	Operador C		65,74 €
57	05-07-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a +	3	saco(s)	Operador C	79,64 €	
58	08-07-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a -	2	saco(s)	Operador C		103,01 €
59	10-07-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a -	3	saco(s)	Operador B		121,17 €
60	24-07-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a -	3	caixa(s)	Operador A		100,27 €
61	26-07-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a -	20	caixa(s)	Operador B		52,83 €
62	29-07-2024	Cliente H	Erro Quantidade - Exp. a +	1	bilha(s)	Operador D	134,39 €	
63	30-07-2024	Cliente J	Erro Quantidade - Exp. a +	4	bilha(s)	Operador B	141,33 €	
64	01-08-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a +	5	bilha(s)	Operador B	100,97 €	
65	05-08-2024	Cliente M	Erro Quantidade - Exp. a -	1	saco(s)	Operador A		95,07 €
66	07-08-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a -	1	bilha(s)	Operador D		52,75 €
67	19-08-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a -	2	saco(s)	Operador E		155,45 €
68	21-08-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a -	4	saco(s)	Operador C		175,02 €
69	23-08-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador C		66,34 €
70	23-08-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador D		41,28 €
71	28-08-2024	Cliente F	Erro Quantidade - Exp. a +	1	bilha(s)	Operador B	166,03 €	
72	29-08-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a +	2	caixa(s)	Operador D		93,95 €
73	30-08-2024	Cliente J	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador E		32,51 €
74	05-09-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a +	4	bilha(s)	Operador E		128,20 €
75	10-09-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a +	5	saco(s)	Operador B	158,59 €	
76	13-09-2024	Cliente K	Erro Quantidade - Exp. a +	5	caixa(s)	Operador D	112,72 €	
77	20-09-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a -	5	caixa(s)	Operador C		158,13 €
78	24-09-2024	Cliente N	Erro Quantidade - Exp. a -	5	saco(s)	Operador E		54,32 €
79	27-09-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	2	bilha(s)	Operador D		21,69 €
80	03-10-2024	Cliente C	Erro Quantidade - Exp. a +	3	bilha(s)	Operador C	76,10 €	
81	04-10-2024	Cliente F	Erro Quantidade - Exp. a +	1	bilha(s)	Operador C	36,72 €	
82	08-10-2024	Cliente C	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador B		70,07 €
83	10-10-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a +	1	bilha(s)	Operador D		29,28 €
84	14-10-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a -	2	caixa(s)	Operador B		74,40 €
85	18-10-2024	Cliente C	Erro Quantidade - Exp. a +	4	saco(s)	Operador D		82,66 €
86	24-10-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a +	1	balde(s)	Operador D		74,48 €
87	28-10-2024	Cliente D	Erro Quantidade - Exp. a +	4	bilha(s)	Operador B	78,50 €	
88	01-11-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a -	2	bilha(s)	Operador C		37,67 €
89	05-11-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a -	3	caixa(s)	Operador C		89,11 €
90	08-11-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a +	1	saco(s)	Operador A	68,21 €	
91	11-11-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a +	1	caixa(s)	Operador B	51,52 €	
92	13-11-2024	Cliente J	Erro Quantidade - Exp. a +	4	saco(s)	Operador A	128,90 €	
93	15-11-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a +	3	saco(s)	Operador C		175,95 €
94	19-11-2024	Cliente E	Erro Quantidade - Exp. a -	1	bilha(s)	Operador A		28,64 €
95	25-11-2024	Cliente C	Erro Quantidade - Exp. a -	3	caixa(s)	Operador C		149,14 €
96	03-12-2024	Cliente J	Erro Quantidade - Exp. a +	3	caixa(s)	Operador E	88,41 €	
97	05-12-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	5	saco(s)	Operador B		123,25 €
98	13-12-2024	Cliente H	Erro Quantidade - Exp. a +	4	bilha(s)	Operador A		72,33 €
99	17-12-2024	Cliente J	Erro Quantidade - Exp. a -	1	caixa(s)	Operador D		63,54 €
100	19-12-2024	Cliente I	Erro Quantidade - Exp. a -	1	IBC(s)	Operador C		178,12 €
101	20-12-2024	Cliente G	Erro Quantidade - Exp. a -	2	caixa(s)	Operador B		87,77 €
102	27-12-2024	Cliente A	Erro Quantidade - Exp. a +	5	caixa(s)	Operador C	56,18 €	
103	30-12-2024	Cliente B	Erro Quantidade - Exp. a -	5	caixa(s)	Operador C		37,72 €
Subtotal							4.351,16 €	5.772,44 €
Total								10.123,60 €

Tabela – Análise de incidências por erro de quantidade

Tabela - Distribuição de Erros de Quantidade por Cliente

Clientes	Erro de Quantidade		Total Geral
	Exp. a -	Exp. a +	
Cliente A	7	10	17
Cliente B	4	4	8
Cliente C	3	4	7
Cliente D	3	5	8
Cliente E	5	4	9
Cliente F	1	5	6
Cliente G	8	5	13
Cliente H	4	3	7
Cliente I	5	4	9
Cliente J	2	5	7
Cliente K	0	3	3
Cliente L	0	2	2
Cliente M	3	1	4
Cliente N	3	0	3
Total Geral	48	55	103

Gráfico de distribuição de erros de quantidade por Cliente

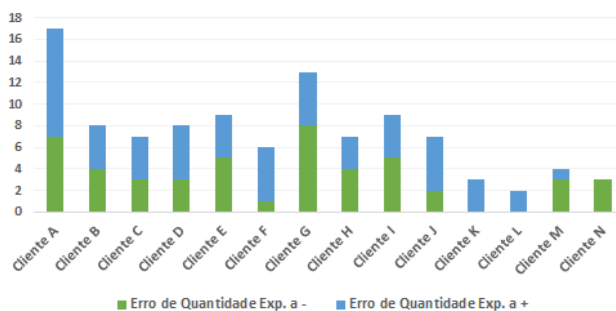


Tabela - Distribuição de Erros de Quantidade por Cliente

Operador	Erro de Quantidade		Total Geral
	Exp. a -	Exp. a +	
Operador A	9	9	18
Operador B	11	10	21
Operador C	11	15	26
Operador D	9	15	24
Operador E	8	6	14
Total Geral	48	55	103

Gráfico de distribuição de erros de quantidade por Operador

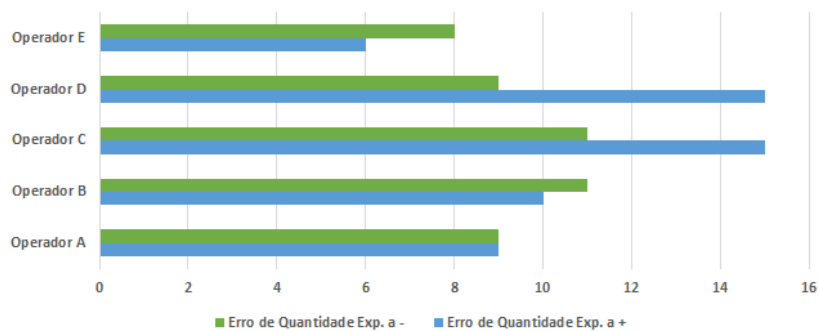


Tabela - Custos de Produtos e Transporte

Custo de Produtos	Custo de Transporte	Custo Total
4.351,16 €	5.772,44 €	10.123,60 €
43%	57%	

Gráfico de distribuição de custos



Apêndice G – Definição das Tolerâncias e Aplicação da Tabela AQS/TNE

Tabela – AQS/TNE (valores de referência na UE)

Quantidade nominal (Qn)	TNE (Erro máximo permitido)
5 g/ml ≤ Qn ≤ 50 g/ml	9% de Qn
50 < Qn ≤ 100 g/ml	4,5 g/ml
100 < Qn ≤ 200 g/ml	4,5% de Qn
200 < Qn ≤ 300 g/ml	9 g/ml
300 < Qn ≤ 500 g/ml	3% de Qn
500 < Qn ≤ 1000 g/ml	15 g/ml
1 kg/L < Qn ≤ 10 kg/L	1,5% de Qn
10 < Qn ≤ 15 kg/L	150 g/ml
Qn > 15 kg/L	1% de Qn

Tabela – AQS/TNE (valores de referência na UE), adaptada ao projeto

Tabela AQS/TNE (valores de referência na UE) – adaptada			
Quantidade nominal (Qn)	TNE (Erro máximo permitido)	Qn em Kg – intervalo	TNE Erro máx permitido
5 g/ml ≤ Qn ≤ 50 g/ml	9% de Qn	0,005 – 0,05	9,00%
50 < Qn ≤ 100 g/ml	4,5 g/ml	0,05 – 0,1	7,00%
100 < Qn ≤ 200 g/ml	4,5% de Qn	0,1 – 0,2	4,50%
200 < Qn ≤ 300 g/ml	9 g/ml	0,2 – 0,3	4,00%
300 < Qn ≤ 500 g/ml	3% de Qn	0,3 – 0,5	3,00%
500 < Qn ≤ 1000 g/ml	15 g/ml	0,5 – 1,0	2,00%
1 kg/L < Qn ≤ 10 kg/L	1,5% de Qn	1 – 10	1,50%
10 < Qn ≤ 15 kg/L	150 g/ml	10 – 15	1,25%
Qn > 15 kg/L	1% de Qn	> 15	1,00%

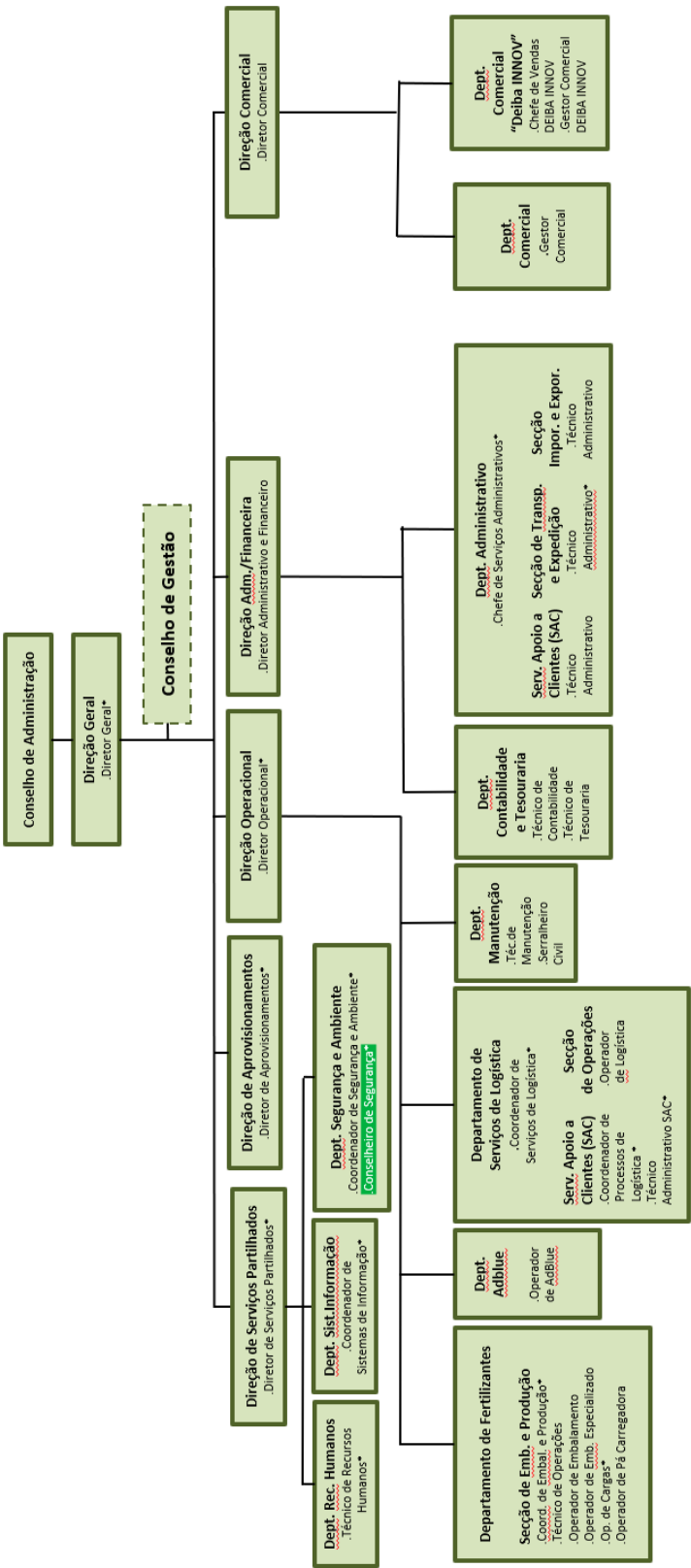
Simulador – Exemplo de controlo de qualidade por pesagem

Exemplo	Qtd	Peso Bruto Emb. (kg)	Peso Esperado (kg)	Peso Real (kg)	Δ Peso (kg)	Erro Máx Permitido (%)	Tolerância (kg)	Controlo Qualidade
por peso total	5	25,00	125,00	126,50	1,50	1,75%	2,1875	Aprovada
por peso embalagem		25,00	25,30	25,30	0,30	1,75%	0,4375	Aprovada

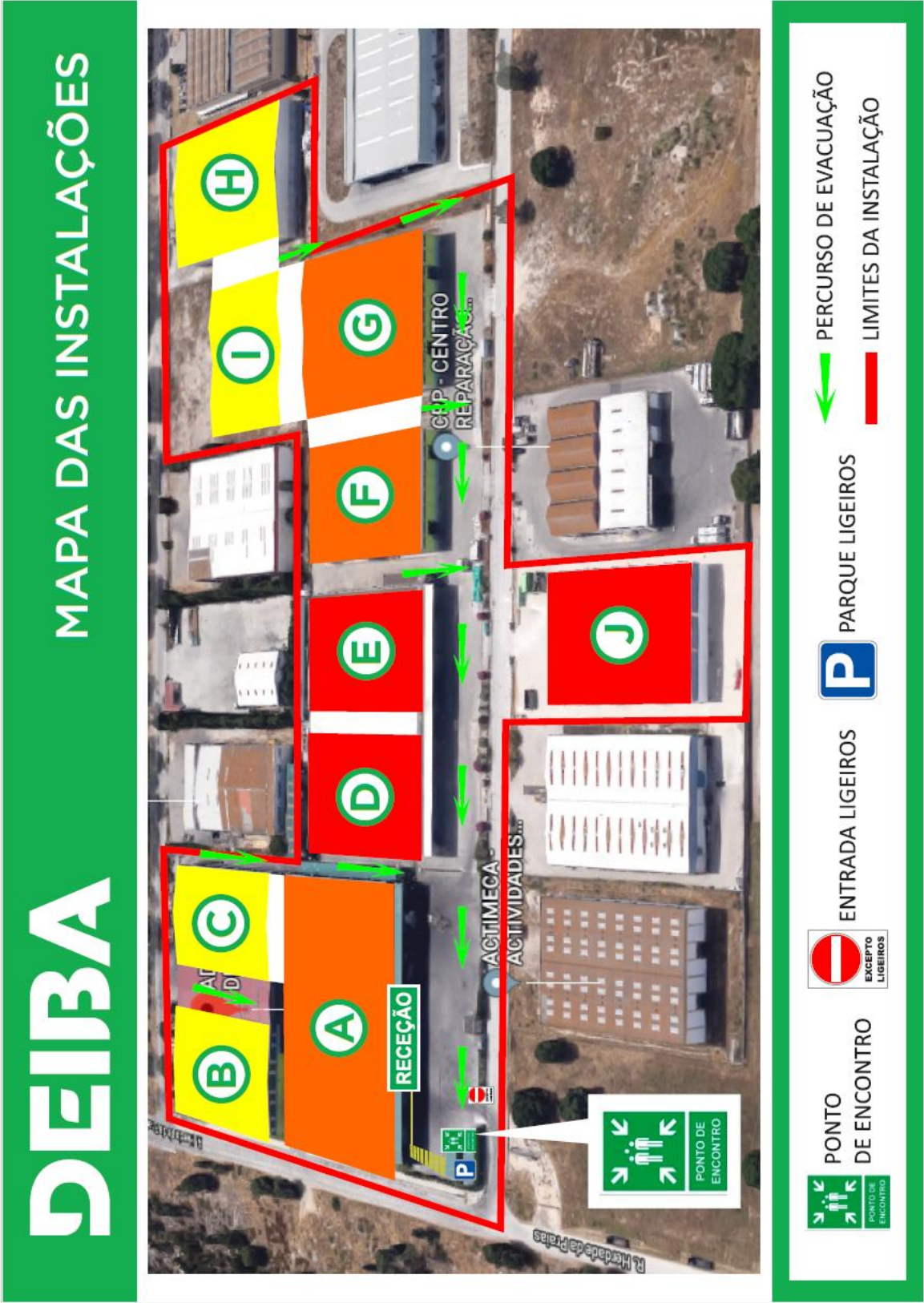
Tabela – Tolerâncias calculadas com base na Tabela AQS/TNE (amostra)

Acondicionamento	Peso Bruto Embal em kg	Erro Max Permitido em kg	Erro Max %	Erro Max em kg com variação Max 0,75%
1x5 KG	5,04	0,08	1,50%	0,11
1x5 KG	5,00	0,08	1,50%	0,11
35x0,1 LT	5,00	0,08	1,50%	0,11
8x1 KG	9,50	0,14	1,50%	0,21
20x0,25 KG	5,60	0,08	1,50%	0,13
24x0,25 LT	7,30	0,11	1,50%	0,16
24x0,25 LT	7,10	0,11	1,50%	0,16
1x12 KG	12,00	0,15	1,25%	0,24
1x10 KG	10,50	0,13	1,25%	0,21
12x1 LT	13,56	0,17	1,25%	0,27
12x1 LT	14,88	0,19	1,25%	0,30
12x1 LT	14,78	0,18	1,25%	0,30
12x1 LT	14,50	0,18	1,25%	0,29
12x1 LT	14,40	0,18	1,25%	0,29
10x1 LT	12,06	0,15	1,25%	0,24
50x0,2 KG	11,98	0,15	1,25%	0,24
2x5 LT	12,00	0,15	1,25%	0,24
2x5 KG	11,80	0,15	1,25%	0,24
4x5 KG	21,30	0,21	1,00%	0,37
4x5 LT	20,38	0,20	1,00%	0,36
12x1 LT	16,00	0,16	1,00%	0,28
12x1 LT	15,50	0,16	1,00%	0,27
1x20 LT	24,00	0,24	1,00%	0,42
1x25 LT	31,00	0,31	1,00%	0,54
4x5 LT	24,55	0,25	1,00%	0,43
1x20 LT	24,00	0,24	1,00%	0,42
4x5 LT	21,00	0,21	1,00%	0,37
4x5 LT	22,05	0,22	1,00%	0,39
1x20 LT	23,60	0,24	1,00%	0,41
1x1200 KG	1258,80	12,59	1,00%	22,03
1x25 KG	26,25	0,26	1,00%	0,46
1x25 KG	26,25	0,26	1,00%	0,46
1x25 KG	26,10	0,26	1,00%	0,46
1x25 LT	21,98	0,22	1,00%	0,38
1x25 KG	26,60	0,27	1,00%	0,47
1x200 LT	216,20	2,16	1,00%	3,78
1x25 LT	26,15	0,26	1,00%	0,46
1x20 KG	21,26	0,21	1,00%	0,37

Anexo A – Estrutura Organizacional DEIBA



* Cargo com atribuição de responsabilidades específicas no âmbito do Sistema de Gestão de Segurança e Prevenção de Acidentes Graves (SGSPAG)



BALANÇAS PARA EMPILHADORES

RAVAS iForks-32

Garfos com balança completamente sem fios

BENEFÍCIOS

- Conexão completamente sem fios: sem cabos
- Alimentação dos garfos por baterias compactas de **lões de lítio**
- Calibração digital
- Aviso de carga inclinada ou lateral
- Fácil de instalar em combinação com os encostos dos garfos
- Gestão de energia eficiente
- Testado 1.000.000 de ciclos a 125% da capacidade



Qualidade superior

Ligar e pesar



lões de lítio



RAVAS Indicator App

RAVAS

RAVAS iForks-32

FUNÇÕES

- Correção a zero automática e manual
- Peso bruto/líquido
- Cálculo de total com sequência numérica
- Introdução de código de ID (5 dígitos)
- Correção de nível integrada nos garfos
- Relógio interno para a data e hora
- A bordo:
 - Ligação por porta RS232 para porta de impressora
 - Conectividade para aplicação indicador RAVAS
- Opcional:
 - Transferência de dados para dispositivos que possuem WiFi ou tecnologia Bluetooth®
- Mensagem de erro de inclinação com registo
- Modo de pausa dos garfos com arranque automático
- Proteção contra sobrecarga de 200% na construção mecânica; de acordo com ISO 2330

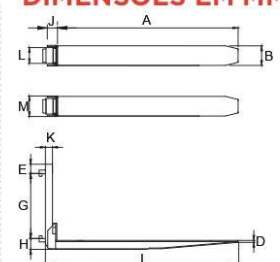
ESPECIFICAÇÕES PADRÃO

- Capacidade: 2.500 kg; 3.000 kg; 5.000 kg*; 8.000 kg**
 - Graduação multiescala:
 - Q-max 2.500 kg e Q-max 3.000 kg:
 - 0 - 1.000 kg: graduação 1 kg
 - 1.000 - Q.max: graduação 2 kg
 - Q-max 5.000 kg:
 - 0 - 2.000 kg: graduação 2 kg
 - 2.000 - Q.max: graduação 5 kg
 - Tolerância do sistema: 0,1% da carga elevada
 - Visor:
 - duas cores (verde/vermelho), dígitos com 20 mm de altura, retroiluminação, 5 dígitos
 - Transferência de sinal:
 - conexão sem fios entre célula de carga e indicador
 - Controlos:
 - 4 teclas de função, tecla de ligar/desligar
 - Classe de proteção: IP65
 - Dimensões da caixa: 60 x 77 x 182 mm (excluindo suporte)
- * em combinação com cabeças rotativas: redução de capacidade de 40%
- ** iForks 8.000: para dimensões, opções, etc. solicite um orçamento

ALIMENTAÇÃO

- Cada garfo tem a sua própria bateria recarregável de íons de lítio de 3,7 V / 5,2 Ah. Autonomia de 75 horas de uso contínuo. Estação de carga incluída.
- Indicador alimentado por 4 pilhas AA. Autonomia de cerca de 50 horas de uso contínuo. Alimentação opcional através da bateria do empilhador (com autonomia reduzida para opções de ligações de dados).
- Função de pausa com arranque automático dos transmissores dos garfos, função de desligamento automático do indicador.

DIMENSÕES EM MM



	2.500 kg*	3.000 kg*	5.000 kg*	8.000 kg*
A	FEM2	FEM3	FEM3	FEM3
A	Comprimento do garfo	1150	1150	1150
B	Largura do garfo	135	155	175
C	Altura do garfo	58	58	76
D	Espessura da ponta do garfo	15	15	15
E	Altura acima do porta-garfos	68	68	70
F	Altura do porta-garfos	407	508	508
G	Distância entre garras	418	518	518
H	Altura do garfo ao chão FEM A/B	76/152	76/203	76/203
I	Distância entre parte de trás e frente do garfo	1237	1237	1252
J	Batente de palete	64	64	64
K	Espessura da base do garfo	45	45	60
L	Largura da base do garfo	100	120	140
M	Largura do batente de palete	143	163	183
N	Altura do batente de palete	142	142	142
	Peso próprio por garfo (kg)	65	79	119
				208

Tolerância +/- 2 mm; de acordo com ISO 2328

* Capacidade máxima baseada no LCP de 500 mm; diminui à medida que a carga se afasta do porta-garfos. O peso extra do acessório e a posição do LCP afetam a capacidade do empilhador. Consulte sempre o manual do fabricante. A capacidade máxima aplica-se apenas ao instrumento de pesagem RAVAS.



OPÇÕES*

- Versão homologada, OIML III
- Vários comprimentos de garfos (desde > 1700 mm de comprimento e +5 mm de altura)
- Redução da capacidade com garfos de maior comprimento
- Regulador de tensão de 12 V - 12 v para empilhadores CI
- Conversor de tensão para empilhadores elétricos máx. 100 V - 12 V
- Impressora térmica ou matricial
- Transferência de dados para dispositivos que possuem WiFi ou tecnologia Bluetooth®
- Conjunto adicional de baterias de íons de lítio
- Garra largas para uso combinado com cabeças rotativas ou encostos
- Garfos com maior altura até ao chão para tipos de empilhadores especiais
- RDC, RAVAS Data Collector Software
- RIS, RAVAS Integration Software

RAVAS Europe B.V.

Veilingweg 17, 5301 KM Zaltbommel, The Netherlands
T: +31 418 515220 E: salesoffice@ravas.com
WWW.RAVAS.COM

RAVAS

*A utilização de opções poderá alterar as especificações relacionadas. Alterações reservadas. rev. 20250925