



Roadmap towards Toyota Parts Center Portugal reborn to meet New Ideal Warehouse

JOSÉ DAVID PINHEIRO MOREIRA

Setembro de 2024

Roadmap towards Toyota Parts Center Portugal

reborn to meet New Ideal Warehouse

José David Pinheiro Moreira

**Tese do Mestrado em
Engenharia Automóvel**

Orientador: [Professor Engenheiro José Carlos Jorge Valentim]

Porto, 20 de Setembro 2024

Resumo

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia Automóvel no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Ao longo deste estudo, foi realizada uma revisão bibliográfica e uma análise empírica focadas na otimização dos processos logísticos de armazenamento e distribuição, com base em conceitos amplamente aceites e praticados na indústria, como o *Toyota Production System* (TPS) e técnicas do *Lean Management*.

Com o avanço da competitividade e dinamismo no contexto empresarial, a eficiência operacional tornou-se um fator determinante para o sucesso das organizações, sobretudo na gestão de armazéns e na distribuição de mercadorias. Assim, o estudo abordou as variáveis que impactam diretamente esses processos, desde as características físicas e funcionais dos armazéns até às estratégias de gestão de *stock*, que visam minimizar desperdícios e otimizar a produtividade.

A aplicação do TPS e de metodologias *Lean* foi estudada com o intuito de melhorar o fluxo de trabalho, reduzir o tempo de ciclo e aumentar a flexibilidade na resposta à variabilidade da procura, fatores que são críticos para a satisfação do cliente e para a competitividade das empresas. Foram analisados diversos métodos de *sorting* e *picking*, demonstrando o impacto direto dessas atividades na eficiência do armazém e na cadeia de abastecimento.

Foram incluídas também ferramentas de gestão como o *M&I*, que permitiram mapear o fluxo de materiais e visualizar de forma clara a gestão dos diferentes tipos de peças, desde pequenos componentes até materiais de maior dimensão, incluindo itens perigosos como os materiais *hazmat*. Esta ferramenta foi crucial para compreender a complexidade dos fluxos de materiais e as interações entre os processos de arrumação, *sorting* e expedição.

Adicionalmente, o trabalho apresenta uma análise detalhada do ciclo de arrumação e *sorting*, exemplificando diferentes tipos de materiais e seus métodos de armazenamento. O estudo inclui casos práticos, como a utilização de carros de *picking* e processos de etiquetagem, e evidencia como a correta manipulação e arrumação dos itens contribuem para a eficiência geral do armazém.

Este trabalho, ao documentar todo o processo investigativo e as conclusões alcançadas, visa não só contribuir para o campo da Engenharia Automóvel, mas também fornecer ferramentas e *insights* valiosos para profissionais da área da logística e gestão de armazéns. A sua realização constitui um passo importante para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Automóvel pelo ISEP.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de armazenamento, Gestão de *Stocks*, Melhoria contínua, Processos Internos, Análise de Desempenho, *Lean Management*

Abstract

This work was developed as part of the Master's programme in Automotive Engineering at the *Instituto Superior de Engenharia do Porto* (ISEP). Throughout this study, a comprehensive literature review and empirical analysis were conducted, focusing on optimising logistics processes related to storage and distribution, based on well-established industry concepts such as the Toyota Production System (TPS) and Lean Management techniques.

As the business environment becomes increasingly competitive and dynamic, operational efficiency has emerged as a critical factor for organisational success, particularly in warehouse management and goods distribution. Thus, this study explored the variables that directly influence these processes, ranging from the physical and functional characteristics of warehouses to stock management strategies aimed at minimising waste and optimising productivity.

The application of TPS and Lean methodologies was examined with the objective of enhancing workflow, reducing cycle times, and increasing flexibility in response to demand variability—factors essential for customer satisfaction and competitive advantage. Several sorting and picking methods were analysed, demonstrating their direct impact on warehouse efficiency and the supply chain as a whole.

Management tools such as M&I were also explored, enabling a clear visualisation of material flows and facilitating the understanding of different types of goods, from small components to larger items, including hazardous materials (hazmat). This tool was vital in grasping the complexity of material flows and the interactions between storage, sorting, and dispatch processes.

Additionally, the present work presents a detailed analysis of the sorting and storage cycle, providing practical examples of different types of materials and their storage methods. Case studies include the use of picking carts and labelling processes, highlighting how the correct handling and organisation of items contribute to the overall efficiency of the warehouse.

This work, by documenting the investigative process and the conclusions reached, aims not only to contribute to the field of Automotive Engineering but also to provide valuable tools and insights for professionals in logistics and warehouse management. Its completion represents a significant step towards obtaining the degree of Master in Automotive Engineering at ISEP.

KEYWORDS: Warehouse management, Kaizen, Warehouse processes, Lean Tools, Logistics, efficiency.

Índice

Lista de Figuras.....	X
Lista de Tabelas.....	xiv
Acrónimos e Símbolos.....	xvi
1. Introdução.....	17
1.1. Contextualização.....	17
1.2. Apresentação da Empresa de Acolhimento.....	18
1.3. Objetivos.....	19
1.4. Motivação.....	20
1.5. Organização da Dissertação.....	20
2. Revisão Bibliográfica.....	23
2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	23
2.2. Armazém.....	25
2.2.1. Armazém – Fluxos.....	25
2.2.2. Armazém – <i>Layout</i>	26
2.3. Operações básicas de um armazém.....	28
2.3.1. Receção.....	29
2.3.2. Arrumação.....	30
2.3.3. <i>Cross-Dock</i>	30
2.3.4. <i>Picking</i>	31
2.3.5. Conferência.....	32
2.3.6. Expedição.....	32
2.4. Gestão de Stocks.....	32
2.5. Modelos de Gestão de Stocks.....	34
2.5.1. Análise <i>ABC</i>	34
2.5.2. Modelo de revisão contínua / Modelo ponto de encomenda.....	35
2.5.3. Modelo de período fixo / revisão periódica.....	38
2.5.4. Revisão contínua vs Revisão periódica.....	40
2.6. Toyota Production System (TPS).....	41
2.6.1. Evolução do TPS para o <i>Lean Manufacturing</i>	43
2.7. Filosofia <i>Lean</i>	44
2.7.1. Princípios da metodologia <i>Lean</i>	44
2.7.2. Desperdícios - Análise e Eliminação de Desperdícios para Competitividade Organizacional.....	45
2.8. Ferramentas <i>Lean</i>	47
2.8.1. Kaizen – Melhoria Contínua.....	47
2.8.2. Metodologia dos 5S: Estrutura e Implementação.....	48
2.8.3. <i>Just in Time</i> (JIT) – Princípios e Implementação.....	50

2.8.4. SMED – <i>Single Minute Exchange Die</i>	51
2.8.5. <i>Standart Work</i> – Normalização de Trabalho.....	52
2.8.6. Gestão Visual	53
2.8.7. <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	54
3. Caracterização da situação Inicial	57
3.1. Tipos de produtos	57
3.2. Descrição do fluxo de materiais	57
3.2.1. Descarga.....	58
3.2.2. <i>Sorting</i> e arrumação.....	59
3.2.2.1. <i>Sort-Station 1</i> – SS1	60
3.2.2.2. <i>Sort-Station 2</i> – SS2	64
3.2.2.2.1. Material médio.....	64
3.2.2.2.2. <i>Mix</i> – Médio/graúdo	69
3.2.2.2.3. Material HAZMAT.....	72
3.2.2.3. <i>Cross-Dock</i>	73
3.2.2.4. <i>Flat-Bay</i>	75
3.2.3. Armazenamento	78
3.2.3.1. <i>RB1 (Sort-Station 1)</i>	78
3.2.3.2. <i>RB2 (Sort-Station 2)</i>	82
3.2.3.3. <i>Flat-Bay</i>	84
3.2.3.4. <i>Direct Binning</i>	88
3.2.4. Expedição	90
3.2.4.1. Preparação de linhas	91
3.2.4.2. <i>Picking</i>	93
3.2.4.3. Conferência.....	96
3.2.4.4. <i>Loading</i>	99
3.2.5. <i>Claims</i>	101
3.2.6. <i>Kaizen</i>	104
4. Identificação de constrangimento nos processos	107
4.1. Pontos de estagnação	107
4.2. Inversões de fluxo	108
4.3. Flutuações	110
5. Soluções propostas	113
5.1. Normalização do Processo de <i>Direct Binning</i>	113
5.1.1 Medida de melhoramento (<i>Kaizen</i>)	113
5.1.2 Procedimento operacional padrão (<i>SOP</i>) (1)	118
5.1.3 Procedimento operacional padrão (<i>SOP</i>) (2)	120
5.1.4 Reservas	122
5.1.5 Expectativas e resultados.....	123

5.2. Mitigação das inversões de fluxo	126
5.3. Mitigação das flutuações de material em estágio	127
6. Conclusão	131
7. Referências.....	135
Declaração de Integridade	141

Lista de Figuras

Figura 1 - Armazém Toyota Parts.....	18
Figura 2 - Logística Integrada	24
Figura 3 - Diferentes tipos de fluxos num armazém	26
Figura 4 - A chave (PQRST), para a aplicação da metodologia SLP (fonte: Muther & Halles, 2015)	27
Figura 5 - Curva ABC.....	35
Figura 6 - Representação gráfica do funcionamento do modelo de revisão contínua.....	36
Figura 7 - Representação gráfica do funcionamento do modelo de revisão periódica	38
Figura 8 - Os 14 princípios de gestão	42
Figura 9 - implementação do SMED.....	52
Figura 10 - Processo VSM.....	55
Figura 11 - Procedimento VSM Modificado.....	55
Figura 12 - Esquema de chegada de camiões	58
Figura 13 - Zonas de estágio/cais de descarga.....	59
Figura 14 - Exemplos de material miúdo	60
Figura 15 - Localização das Sort-Stations no armazém.....	61
Figura 16 - Unata Cart	62
Figura 17 - Diferentes posições na Sort-Station 1.....	63
Figura 18 - Carro de arrumação	63
Figura 19 - Fluxo do material miúdo (SS1)	64
Figura 20 - Material preparado para sorting.....	65
Figura 21 - Posições de sorting (SS2)	65
Figura 22 - MU Label	66
Figura 23 - Interface do AS400.....	66
Figura 24 - Posição final específica apresentada na interface da Figura 23	67
Figura 25 - Carro LOC MEDIUM.....	68
Figura 26 - Interface do AS400 para mudança de carro de sorting/arrumação	68
Figura 27 - Ferramenta M&I do sorting de material médio (SS2).....	69
Figura 28 - Mix de material médio/graúdo	70
Figura 29 - Conveyor. (a) cartão e plástico (b) ferro	71
Figura 30 - Ferramenta M&I do processo de sorting do material médio/graúdo (SS2)	71
Figura 31 - Ferramenta M&I do processo de sorting do material hazmat (SS2)	72
Figura 32 – Estação Cross-Dock. (a) 1 (b) 2	73
Figura 33 - Paletes de material médio graúdo da Cross-Dock. (a) TES-01 (b) TPT-07 (c) TPT-06	74
Figura 34 - High Picker	75
Figura 35 - Zona de estágio das paletes de para-choques	76
Figura 36 - palete de para-choques para armazenamento.....	77
Figura 37 - Ferramenta M&I do processo de sorting de para-choques (Flat-Bay).....	78
Figura 38 - Ferramenta M&I do processo de sorting das portas (Flat-Bay).....	78

Figura 39 - Diferentes áreas da zona de estágio dos carros de armazenamento da Sort-Station 1 (SS1) e percursos de armazenamento	79
Figura 40 - percurso de armazenamento do material do Piso 1 do mezzanina. (a) piso 0 (b) piso 1	80
Figura 41 - Percurso de armazenagem do carro KK da Sort-Station 1 (SS1).....	80
Figura 42 - Binning Cassette (SS1).....	81
Figura 43 - Ferramenta M&I representando o processo de armazenagem da Sort-Station 1 (SS1)	82
Figura 44 - Carro de arrumação de material médio da sort-station 2 (SS2)	82
Figura 45 - Binning Cassette SS2	83
Figura 46 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação de material médio (SS2)	84
Figura 47 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação de para-choques (Flat-Bay) 84	
Figura 48 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de direct binning no (Flat-Bay)	85
Figura 49 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação das baterias híbridas (Flat-Bay)	85
Figura 50 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação do material Hazmat (Flat-Bay)	86
Figura 51 - Processo de cintar bidões. (a) posição do bidão para a realização do processo (b) ferramenta utilizada para o transporte desta para a zona (a).....	86
Figura 52 - Cintar bidões. (a) ferramenta ergonómica (b) procedimento realizado com o uso da ferramenta	87
Figura 53 - Processo final de cintar bidões. (a) vulcanização na união da cinta (b) cartão de proteção.....	88
Figura 54 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de tratamento de bidões de 200l	88
Figura 55 - posições de sorting num carro de arrumação (SS1). (a) 1 (b) 2.....	89
Figura 56 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de Direct Binning (SS1/SS2)	90
Figura 57 - Corex	91
Figura 58 - Preparação de linhas (TPT-07)	92
Figura 59 - carro de picking (material médio).....	92
Figura 60 - carro de picking (material miúdo).....	93
Figura 61 - Picking à peça.....	94
Figura 62 - Picking Cassette.....	95
Figura 63 - Zona de estágio de material para conferência	96
Figura 64 - Paletes de material conferido. (a) TPT-06 (b) TPT-07 (c) TES-01	97
Figura 65 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de picking e conferência dos diferentes tipos de material	98
Figura 66 - Zonas de estágio do material para cada respetivo shipment. (a) TES-01 (b) TPT-06 (c) TPT-07	99
Figura 67 - Clientes e horários de carga dos respetivos na TLSPT	100
Figura 68 - Processo de Loading do material	100
Figura 69 - Label de uma peça de Claims	101
Figura 70 - Exemplo de palete de "Reman Parts"	102
Figura 71 - Label de um fornecedor	102

Figura 72 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de Claims	103
Figura 73 - Fluxograma do procedimento inicial de material para Direct Binning	108
Figura 74 - mapeamento de um ponto crítico de inversão de fluxo no armazém	109
Figura 75 - Diagrama de esparguete da inversão de fluxo identificada	110
Figura 76 - Otimização do espaço apresentado na proposta	115
Figura 77 - Relocalização do material	116
Figura 78 - Marcações na área proposta	117
Figura 79 - Finalização da proposta apresentada	117
Figura 80 - Processo de re-alocação da caixa de filtros vazia	119
Figura 81 - Processo de transporte de uma palete de filtros pronta a ser abastecida	119
Figura 82 - Corte da caixa.....	120
Figura 83 - Finalização do processo	121
Figura 84 - Zona de reserva.....	122
Figura 85 - Estudo do espaço disponível.....	123
Figura 86 - Criação de novas "gavetas"	124

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Tabela PQRST.....	28
Tabela 2 - Revisão contínua vs Revisão periódica.....	40
Tabela 3 - Quantidade de filtros em cada caixa das diferentes referências.....	125

Acrónimos e Símbolos

Lista de Acrónimos

CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
TPS	<i>Toyota production System</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
4P's	<i>Philosofia, Process, People and Partners, Problem Solving</i>
PDCA	<i>Plan/ Do/ Check/ Act</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work In Progress</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
KPI	<i>Key Performance indicators</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SDS	<i>Same Day Service</i>
SLP	<i>Systematic Layout Planning</i>
TLSPT	<i>Toyota Logísticos Serviços Portugal Unipessoal, Lda.</i>
TME	<i>Toyota Motor Europe</i>
TPCE	<i>Toyota Parts Centre Europe</i>
M&I	<i>Material & Information Flow</i>

1. Introdução

1.1. Contextualização

Os desafios do mercado global contemporâneo impõem a necessidade de eficiência e eficácia às empresas para se manterem competitivas (Bakri, Rahim, Yusof, & Ahmad, 2012). A logística desempenha um papel crucial na criação de vantagem competitiva, passando de uma abordagem tática para uma estratégica, com ênfase no valor acrescentado (Christopher, M, 2005). A gestão eficiente das atividades logísticas, como transporte, armazenagem e gestão de materiais, torna-se essencial para alavancar a competitividade (Wu, 2003) (Carvalho, et al., 2010).

Nesse contexto, a metodologia *Lean*, oriunda do *Toyota Production System* (TPS), destaca-se como uma filosofia de liderança e gestão voltada para a eliminação de desperdícios e criação de valor (Womack & Jones, 2005). A gestão eficaz de armazéns, focada na eliminação de atividades sem valor acrescentado, torna-se crucial para melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento (Martins, Pereira, Ferreira, Sá, & Silva, 2020).

A implementação de práticas *Lean* em contexto de armazém é um tema relativamente recente na literatura, com o objetivo de melhorar o desempenho organizacional. A metodologia de investigação "*Action-Research*" é uma abordagem aplicada para diagnosticar, planejar, implementar, monitorar e aprender, envolvendo diretamente o autor e especialistas da empresa para solucionar problemas e melhorar a eficiência logística.

A abordagem *Lean*, consolidada por princípios como a redução de desperdícios, é implementada em diversos setores, desde a produção até aos serviços. As ferramentas *Lean*, são aplicadas para eliminar desperdícios e otimizar processos (Pinto, 2009). Empresas como *Toyota*, *Dell* e *Zara* evidenciam os benefícios dessa abordagem, reportando ganhos significativos com a sua implementação (Pinto J., 2009).

Assim, esta dissertação visa explorar a interseção entre a metodologia *Lean*, a logística e a gestão de armazém, analisando como a integração desses elementos pode otimizar as operações, promovendo a excelência operacional e a competitividade organizacional, alinhando-se com a crescente necessidade de melhoria do desempenho na cadeia de abastecimento.

1.2. Apresentação da Empresa de Acolhimento

Com uma história marcada por inovações, qualidade e comprometimento com a sustentabilidade, a Toyota Motor Europa disponibilizou-se a que fosse realizada uma tese de mestrado com foco no aprimoramento de processos específicos, no armazém de peças *Toyota Parts*, em Vila Nova de Gaia.

A parceria envolve a colaboração com um grupo de 28 colaboradores da empresa, demonstrando o empenho coletivo em atingir padrões excepcionais. Na Figura 1 é possível observar o armazém de peças, *Toyota Parts*, onde é realizado todo o processo de logística e distribuição de peças a todas oficinas Toyota, a nível nacional.



Figura 1 - Armazém Toyota Parts

O armazém apresentado representa uma peça essencial na cadeia logística, desempenhando um papel crucial na operação eficiente e na gestão otimizada de produtos. Este segmento operacional, composto por uma equipa dedicada e multifuncional, é constituído por 17 operadores logísticos, 3 *team leaders*, 2 supervisores e 1 *warehouse assistant manager*, todos fundamentais para o sucesso das operações.

No ambiente de escritório, quatro colaboradores desempenham funções essenciais para a coordenação eficaz das atividades do armazém, sob a liderança de um *depot manager*.

De seguida são apresentados alguns dados fornecidos das operações, das operações do dia a dia, do armazém da *Toyota Parts* de Vila nova de Gaia:

1. **Inbound:** A secção de *inbound* gerência um processamento médio de 2.200 linhas por dia, recebendo, em média, sete camiões semanais e cinco OGE (Contentores Expresso) semanais.
2. **Outbound:** Na vertente *outbound*, o armazém lida com a expedição de 3.800 linhas por dia, distribuídas de maneira equitativa entre *dealers Toyota* e *Lexus* de Portugal (75%) e *dealers* do norte de Espanha (25%).

3. **Distribuição:** Para os *dealers* localizados no Grande Porto, foi implementado o sistema *Same Day Service* (SDS), garantindo entregas rápidas e eficientes. Além disso, as entregas noturnas para a rede de *dealers* são realizadas com a precisão necessária para assegurar que os produtos estejam disponíveis antes das 08:00h do dia seguinte.
4. **Açores e Madeira:** Dando resposta às particularidades geográficas das regiões autónomas dos Açores e da Madeira, são implementados envios expressos diários e semanais via barco.

A interligação eficiente destes componentes operacionais é crucial para assegurar a eficácia do armazém colaborador. Este apresenta-se não apenas como um espaço físico de armazenamento, mas como um elo vital na cadeia de abastecimento, onde a coordenação cuidadosa, gestão eficaz e a integração de sistemas garantem uma operação fluida e eficiente. A dedicação da equipa e a eficácia destas operações são pilares fundamentais para alcançar os objetivos logísticos da empresa.

1.3. Objetivos

Na presente dissertação, os objetivos fundamentais abrangem uma análise abrangente do processo logístico, desde a receção até a expedição de peças. Os principais focos de investigação incluem:

1. **Mapeamento do Processo Atual:** O primeiro passo envolve a criação de um mapeamento detalhado do fluxo atual das peças, desde a sua receção até ao momento da expedição. Com o M&I, será possível identificar os pontos de agregação de valor e os que geram desperdícios, promovendo uma visão holística do processo.
2. **Identificação de Constrangimentos:** Durante o mapeamento do processo, serão analisados os principais pontos de estrangulamento que comprometem a eficiência do fluxo. Os seguintes constrangimentos terão um enfoque especial:
 - **Pontos de estagnação:** Secções do processo onde o material ou informação se acumulam, resultando em atrasos.
 - **Inversões de fluxo:** Situações em que o fluxo natural de materiais é interrompido, levando a movimentos retrógrados e perda de eficiência.
 - **Flutuações:** Variações imprevisíveis nos tempos de processamento, que criam desigualdades e desequilíbrios nas operações.
3. **Proposição de Soluções:** A análise das áreas problemáticas identificadas permitirá a formulação de soluções para assegurar um fluxo mais estável e eficiente. Entre os principais objetivos estão:
 - **Fluxo constante e equilibrado:** Redução dos pontos de estagnação, permitindo que o fluxo de peças seja contínuo e sem interrupções.

- Minimização das inversões de fluxo e da manipulação: Implementação de processos de *sorting*, arrumação e *picking* otimizados, em que cada peça seja manipulada apenas uma vez por processo ("*1 touch by process*"), eliminando a necessidade de manuseio adicional e reduzindo o tempo total de ciclo.
- Integração com o Planeamento Diário (TLSPT): As soluções propostas serão integradas no planeamento operacional diário, efetuado através do software *Sherpa*, de modo a garantir uma implementação eficiente e sustentável das melhorias no contexto das operações logísticas.

1.4. Motivação

A excelência no aprimoramento do armazém não é apenas uma meta; é a procura por um padrão superior de desempenho logístico que colocará a *Toyota Parts* na vanguarda do setor. Esta dissertação é impulsionada pela convicção de que a inovação no gerenciamento de peças, a conquista das limitações existentes desde a receção à expedição das peças, é a chave para proporcionar uma experiência excepcional aos clientes, consolidando a reputação da *Toyota Parts* como líder incontestável na oferta de serviços pós-venda.

Ao longo dos anos foram criados uma multitude de artigos e estudos sobre a logística, gestão de *stocks*, ferramentas *Lean*, TPS, entre outros, mas, denota-se a escassez de estudos onde é realizado um estudo completo, com ênfase na aplicação destes conceitos, na melhoria de processos numa empresa líder na área, como é a *Toyota Motor Europa*.

1.5. Organização da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos que abordam a eficiência dos processos logísticos no armazém da TLSPT. No Capítulo 1, são apresentadas a introdução e a motivação para o estudo, juntamente com os objetivos específicos. O Capítulo 2 contém a revisão bibliográfica, que explora temas como logística, gestão de *stocks*, o *Toyota Production System* e *Lean Manufacturing*. No Capítulo 3, é descrita a situação atual do armazém, mapeando cada processo e caracterizando os tipos de produtos existentes. O Capítulo 4 identifica os principais constrangimentos nos processos, como pontos de estagnação, inversões de fluxo e flutuações. No Capítulo 5, são apresentadas as soluções propostas para otimizar o fluxo de trabalho e eliminar os problemas identificados, alinhadas com as ferramentas *Lean*. Finalmente, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões, com sugestões de novas intervenções e linhas de ação para a melhoria contínua dos processos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

A logística, ao longo do tempo, evoluiu num caminho de modo a ser tornar um processo capaz de criar valor, diferenciação e vantagens competitivas, segundo a visão de (Christopher M. , 1999). Ela envolve o planeamento, movimentação e armazenamento de matérias-primas, componentes e produtos acabados; além do fluxo de informações, internamente e através dos canais de distribuição.

O conceito de logística, segundo o CSCMP (*Council of Supply Chain Management Professionals*), destaca-se como uma função integradora que coordena e otimiza todas as atividades logísticas. Esta abordagem não só foca na eficiência na gestão logística, mas também promove a integração com outras funções cruciais, como marketing, vendas, área financeira e tecnologias de informação. Esta visão integrada procura alcançar uma gestão sinérgica e eficiente de todas as atividades relacionadas com a cadeia de abastecimento, alinhando-se desta forma com a procura constante pela excelência nas operações empresariais. (CSCMP, 2012)

Segundo (Carvalho J. , 2004), a logística desempenha um papel crucial ao garantir fluxos eficientes desde fornecedores até clientes e também gerindo fluxos inversos, como devoluções e reciclagem de materiais. Este processo integra os participantes da cadeia de abastecimento em operações unificadas. Apesar de ser uma despesa significativa, o custo inerente à logística é fundamental para a maioria das empresas e modalidades de cadeia de abastecimento. A logística, vista de outra forma, é centrada em fornecer serviços essenciais ao cliente com o menor custo possível, melhores tempos de resposta e melhor eficiência, embora esse desafio seja frequentemente intrincado e complexo, conforme discutido por (Moura, 2006).

(Porter, 1990) argumenta que a vantagem competitiva de uma empresa não apenas decorre do desempenho das atividades, mas também da integração dessas atividades numa cadeia de abastecimento mais ampla. Atualmente, a competição requer uma abordagem integrada, envolvendo cooperação entre clientes, fornecedores e parceiros de negócios (Pinto J. , 2009).

A cadeia de abastecimento é definida como um sistema que abrange organizações, pessoas, atividades, informações e recursos, desempenhando um papel importante na conceção, construção, comercialização e distribuição de produtos e serviços até o cliente (Muckstadt, David, James, & Dwight, 2001).

Diante dessa complexidade, surge o conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento (*Supply Chain Management* - SCM), considerada uma extensão da logística, indo além da integração e coordenação das atividades logísticas, conforme definido pelo CSCMP e autores como (Ballou, 2004). A SCM abrange o planejamento e gestão de todas as atividades de fornecimento e aquisição, enfatizando a coordenação e colaboração entre parceiros da cadeia.

O planejamento estratégico na SCM inicia com a determinação do melhor desenho da cadeia de abastecimento para realizar eficaz e eficientemente o trabalho logístico necessário. O objetivo principal da SCM e gestão logística é alcançar um serviço global eficaz com o menor custo total possível, definido pelo grau de satisfação do cliente. A logística também abrange a gestão de valores imobilizados, como *stocks*.

Na Figura 2 é apresentado um sistema de logística integrada.

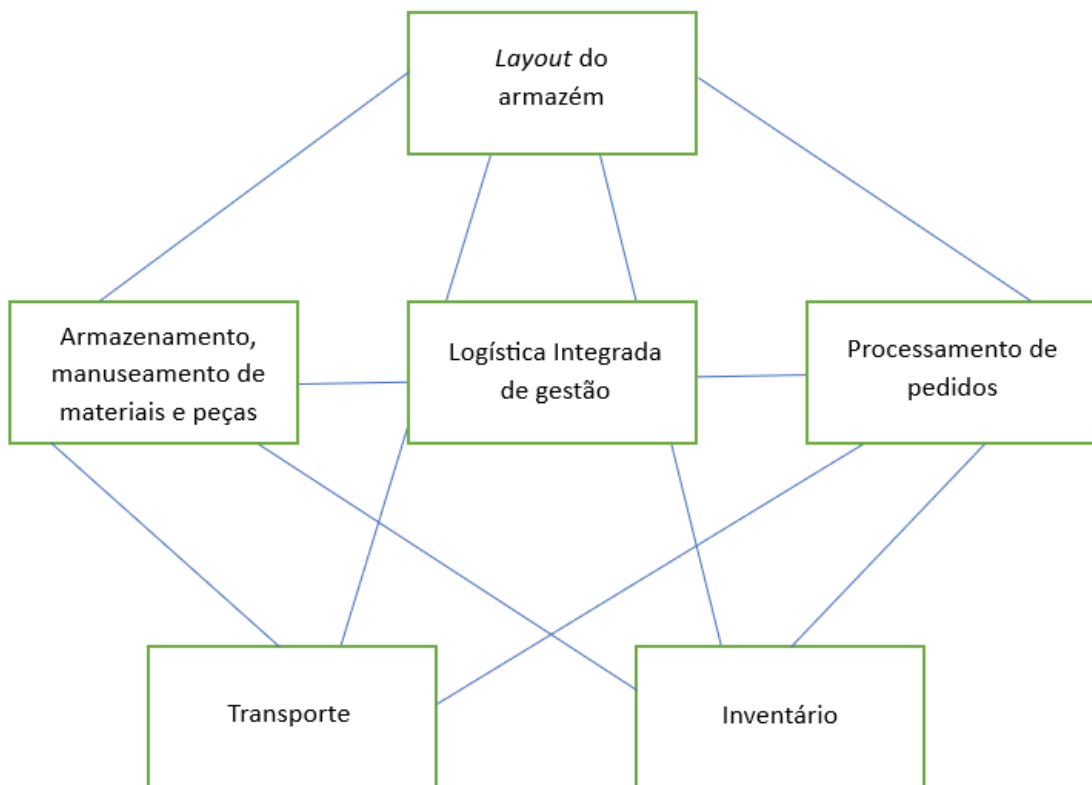


Figura 2 - Logística Integrada

2.2. Armazém

O papel dos armazéns na cadeia de abastecimento é crucial, mesmo que não adicionem valor diretamente aos produtos. (Santos, 1975) Estes desempenham uma função essencial na logística, garantindo a disponibilidade oportuna e eficiente dos produtos nos locais de consumo, funcionando como um amortecedor entre as flutuações no consumo e no abastecimento, possibilitando uma resposta mais ágil a mudanças na procura (Bartholdi & Hackman, 2014).

A necessidade de manter *stocks* requer a criação de infraestruturas de armazenagem. O *layout* do armazém, bem como a disposição e localização dos produtos dentro do espaço de armazenagem, são elementos cruciais para a organização eficiente.

Segundo o estudo efetuado por (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2010) é apresentada uma abordagem abrangente das metodologias e ferramentas destinadas a aprimorar as práticas de *design* de armazém. Os autores destacam o *design* do armazém como uma fase de planeamento que envolve cinco grandes decisões:

1. Determinação toda a estrutura do armazém;
2. Determinação do tamanho e dimensão do armazém e seus respetivos departamentos;
3. Determinação do *layout* detalhado em cada departamento;
4. Realizar a seleção do equipamento de armazém;
5. Realizar a seleção das estratégias operacionais.

2.2.1. Armazém – Fluxos

O *design* de um armazém é fundamental para a organização do fluxo de trabalho, influenciando diretamente o desempenho operacional. Dado o papel vital dos armazéns na cadeia de abastecimento, a sua organização e operação devem estar alinhadas com as procuras impostas. (Coimbra E. A., 2009) ressalta a importância de uma mudança de paradigma em relação à organização tradicional dos armazéns.

Os armazéns tradicionais baseiam-se numa metodologia de planeamento "*push*", focada em manter um *stock* elevado para atender às necessidades dos clientes. No entanto, esse método pode resultar em excesso de *stock* que não corresponde às encomendas dos clientes e limita a flexibilidade frente a mudanças na procura (Simchi-Levi, 2008). Nesse cenário, a gestão é centrada no espaço, e não no fluxo, levando a processos ineficientes e má alocação de recursos.

Por outro lado, um armazém baseado no fluxo adota uma metodologia de planeamento "*pull*", que visa garantir um fluxo contínuo de materiais, cumprindo suas obrigações sem gerar desperdícios. O foco está em sincronizar o fluxo de materiais, resultando em tempos de entrega mais curtos, inventário reduzido, processos padronizados e alocações eficientes de materiais.

(Childerhouse & Towill, 2003) demonstram que a simplificação do fluxo está correlacionada com o nível de integração da cadeia de abastecimento, destacando a importância da colaboração. (Christopher M. , 2016) enfatiza a relevância das relações com fornecedores para reduzir o *lead time* na cadeia.

No âmbito de uma gestão eficaz do sistema de armazenamento, destaca-se a importância da consideração cuidadosa da localização dos produtos e da disposição dos equipamentos de movimentação. O autor (Carvalho, et al., 2010) ressalta que a escolha da melhor solução para o fluxo de materiais é crucial nesse contexto. Duas situações comuns são identificadas como o Fluxo em "U" e o Fluxo Contínuo, representados de maneira ilustrativa na Figura 3. Essa abordagem visa otimizar a eficiência operacional e garantir um fluxo suave e eficaz de materiais dentro do sistema de armazenamento.

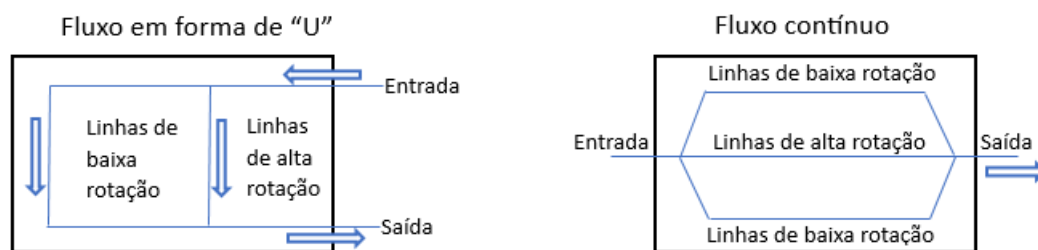


Figura 3 - Diferentes tipos de fluxos num armazém

2.2.2. Armazém – Layout

A concepção de armazéns tem sido amplamente discutida na literatura, destacando-se abordagens que procuram estruturar e otimizar o processo de desenho de armazéns. Por um lado, alguns autores concentram-se na criação de estruturas que guiem o processo de desenho. (Rouwenhorst, et al., 2000) caracterizam os processos, recursos e a organização dos armazéns, categorizando as decisões principais em níveis estratégicos, táticos e operacionais. Contudo, identificaram uma carência de estudos que integrem todas as variáveis relevantes, o que evidencia a necessidade de desenvolver modelos e técnicas abrangentes.

(Mohsen & Hassan, 2002) propuseram uma estrutura específica para a concepção de armazéns, cujo objetivo é organizar o processo de desenho, facilitar o trabalho dos *designers* e destacar os temas críticos, auxiliando os gestores a tomarem decisões mais fundamentadas. Essa abordagem é particularmente centrada na organização do *layout*.

Por outro lado, outros autores dão prioridade ao estudo das operações internas dos armazéns. (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007) realizaram uma revisão bibliográfica com foco nos aspectos operacionais do armazém, organizando as atividades em quatro etapas principais: recepção, armazenagem, *picking* e expedição. (De Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007) também realizaram uma revisão extensa sobre o *design* interno de armazéns, destacando políticas de

armazenamento, métodos de roteamento e técnicas de *picking*, mas sublinharam a falta de modelos de otimização globais e procedimentos gerais para o desenho.

A metodologia PQRST fornece um *framework* estruturado para reunir e categorizar informações essenciais, divididas em cinco categorias principais: Produto, Quantidade, Roteiro, Suporte Técnico e Tempo (Muther & Halles, 2015), apresentado na Figura 4.

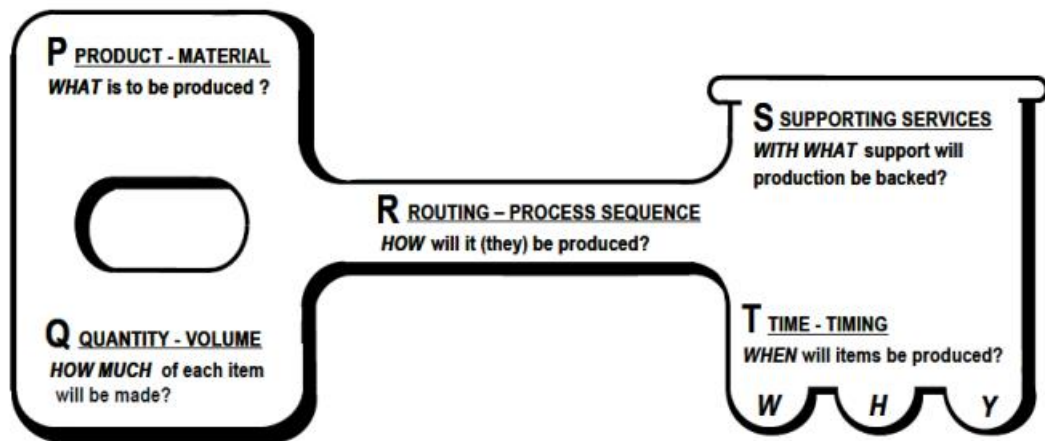


Figura 4 - A chave (PQRST), para a aplicação da metodologia SLP (fonte: Muther & Halles, 2015)

P	<i>Product (Materials, Items & orders)</i>	Esta categoria envolve a análise do produto considerando dimensões, peso, forma, potencial de danos, condições de armazenamento e valor. Tal análise permite agrupar produtos com características semelhantes na mesma área de armazenamento, otimizando assim o espaço e facilitando a gestão (Irani, Huaug, Udai, Zhang, & Zhou, 1998).
Q	<i>Quantity (Flows & Levels)</i>	Refere-se à análise das quantidades de produtos em <i>stock</i> e encomendados. Além das quantidades físicas, é importante analisar as quantidades nos fluxos de entrada e saída. Esta informação é crucial para determinar fluxos de movimentação, manuseio de materiais e cálculo da capacidade de armazenamento (Irani, Huaug, Udai, Zhang, & Zhou, 1998).
R	<i>Routing (Process Sequence & Methods)</i>	Esta categoria abrange a sequência de operações que cada produto ou grupo de produtos deve seguir desde a matéria-prima até o produto acabado. Os roteiros incluem as operações a serem executadas e os equipamentos e materiais necessários. O fluxo de material refere-se ao caminho definido pela quantidade de um produto ao longo de seu roteiro (Irani, Huaug, Udai, Zhang, & Zhou, 1998).
S	<i>Support Services (Surroundings & Systems)</i>	Inclui todo o suporte e manutenção necessários para o funcionamento eficiente do armazém, como manutenção de equipamentos, recargas de combustível, manutenção de sistemas tecnológicos e serviços subcontratados (Irani, Huaug, Udai, Zhang, & Zhou, 1998).
T	<i>Time (Timing, Regularity, Urgency, Duration)</i>	Esta categoria analisa o tempo de operação em horas, turnos e picos de atividade para cada área de trabalho. As variações de tempo e picos podem depender da atividade realizada, do período da semana, do mês ou do ano em que a medição é feita (Irani, Huaug, Udai, Zhang, & Zhou, 1998).

Tabela 1 - Tabela PQRST

2.3. Operações básicas de um armazém

As operações fundamentais num armazém podem ser categorizadas em quatro grupos principais: recepção, arrumação, *picking* e expedição (Rouwenhorst, et al., 2000). As duas primeiras atividades estão associadas ao fluxo de entrada de material, também conhecido como *inbound*. Este fluxo compreende a recepção dos materiais, a sua verificação e subsequente armazenamento. As duas últimas operações referem-se ao fluxo de saída, ou *outbound*, sendo acionadas quando ocorre uma encomenda. Neste caso, os artigos são selecionados (*picking*) e preparados para expedição.

A alocação eficiente de recursos, como espaço, mão de obra e equipamentos, entre as diversas funções do armazém é apontada como crucial. Cada função deve ser implementada, operada e coordenada cuidadosamente para atender aos requisitos do sistema em termos de capacidade, processamento e serviço, procurando minimizar o custo de recursos (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007) . Essa abordagem destaca a importância da gestão eficaz para otimizar as operações de armazenamento e alcançar eficiência operacional.

O armazenamento desempenha um papel crucial na eficiência logística, visando otimizar a utilização do espaço e facilitar o manuseamento eficiente de materiais. Cada uma dessas operações exige diferentes requisitos de espaço físico no armazém, o que afeta diretamente o desempenho das atividades. As áreas de recepção e expedição, por exemplo, necessitam de um espaço amplo, não apenas para facilitar o manuseamento eficiente dos materiais, mas também para acomodar etapas como o *repacking* e o *sorting*. As operações de picking e arrumação exigem corredores com espaço adequado, que permita o manuseamento e o acesso eficiente. A largura desses corredores é determinada principalmente pelo tipo de equipamento utilizado nessas operações. Entre todas as operações, o armazenamento é o processo que procura a maior quantidade de espaço físico, diretamente influenciado pela política ou método de armazenagem adotado pelo armazém. (Carvalho, et al., 2010).

2.3.1. Recepção

O processo de recepção marca o início do ciclo de qualquer artigo que chega ao armazém. A obtenção de uma notificação antecipada sobre a chegada de uma encomenda possibilita o planejamento eficiente da sua recepção e descarga, permitindo uma coordenação mais eficaz das atividades subsequentes no armazém (Bartholdi & Hackman, 2014).

Após a descarga, os artigos passam por um processo de *sorting* para assegurar que estão em conformidade com a encomenda original. Neste ponto, a chegada do produto é oficialmente registrada e o produto é encaminhado para ser armazenado. Paralelamente, realiza-se uma conferência física, que envolve a inspeção do produto para identificar eventuais não conformidades em termos de qualidade e quantidade. Se necessário, também é feita a verificação do prazo de validade das mercadorias. Os métodos de conferência aplicados devem ser adaptados conforme a criticidade dos produtos e o nível de serviço esperado do fornecedor. (Coimbra E. A., 2009)

Após a recepção, os produtos podem ser imediatamente encaminhados para a zona de expedição, através do processo conhecido como *cross-dock*, ou direcionados para as suas localizações específicas de armazenamento, no processo denominado de *Binning* (Gong & R., 2011).

2.3.2. Arrumação

O processo de arrumação envolve a verificação da localização, movimentação e colocação dos produtos em uma posição de armazenamento designada. Dependendo do método de armazenagem adotado, pode ser necessário definir uma nova posição para o artigo durante esse processo. Para garantir que a localização de cada produto possa ser identificada a qualquer momento, é essencial realizar um scan ou registo preciso que preserve essa informação.

Esse processo é particularmente desafiador, uma vez que, frequentemente, a posição de armazenamento do produto está distante da área de receção (Bartholdi & Hackman, 2014). Essa atividade representa, em média, 15% dos custos operacionais de um armazém (Frazelle, Supply chain strategy, 2001). No entanto, como o número de linhas de *picking* geralmente supera o número de linhas de *Binning*, é dada prioridade à proximidade da localização do produto à zona de expedição, mesmo que isso implique uma maior distância em relação à zona de receção.

2.3.3. Cross-Dock

O processo de *cross-dock* envolve a movimentação direta do material da estação de receção para a estação de expedição, permitindo a consolidação de encomendas com o mesmo destino final, sem a necessidade de armazenar os itens. Essa abordagem destaca dois objetivos principais: a consolidação eficiente de encomendas e a redução dos custos associados ao armazenamento.

A primeira questão, a consolidação de encomendas, é enfatizada por (Kinneer, 1997), que descreve o *cross-dock* como a receção de produtos de um fornecedor ou fabricante destinados a diversos clientes finais, consolidando-os com produtos de outros fornecedores para entrega em destinos comuns. (Apte & S., 2000) argumentam que a transferência imediata dos materiais contribui para minimizar o tempo de permanência no armazém.

A *cross-dock*, portanto, reduz significativamente as duas tarefas que representam os maiores custos para a organização ao eliminar a necessidade de armazenamento e as operações associadas, como arrumação, reposição e *picking* (Van Belle, Valckenaers, & Cattrysse, 2012). Como resultado, é possível reduzir o tempo de entrega ao longo da cadeia logística. Além disso, a *cross-dock* pode diminuir as necessidades de espaço na área de receção, já que os materiais não precisam aguardar o processo de arrumação (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2002).

No entanto, esse processo só é viável em situações onde há um fluxo estável de produtos e encomendas, baixo risco de rutura, um fluxo de informações confiável com rastreabilidade total dos materiais ao longo da cadeia, e uma alta capacidade de resposta dos fornecedores (Kaizen Institute, 2016).

2.3.4. *Picking*

Após o armazenamento, a atividade de *picking* torna-se crucial. (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007) destacam que a escolha do método de *picking* é uma decisão estratégica com amplo impacto em outras decisões de *design* e operações de armazém. O *picking* pode ocorrer em toda a zona de armazenamento ou numa área específica designada para essa atividade (Carvalho, et al., 2010). Segundo (De Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007), o *picking* é definido como o processo de extração de produtos das áreas de armazenamento, ou *buffer*, em resposta a um pedido específico de um cliente. Esta operação é a primeira a contribuir para o cumprimento do nível de serviço da organização, sendo, por isso, associada a uma parcela significativa dos custos operacionais de um armazém. Em sistemas manuais, esses custos estão principalmente ligados à mão-de-obra, enquanto em sistemas automatizados, concentram-se no capital intensivo necessário (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2002).

Embora a automação seja frequentemente vista como uma solução para reduzir custos com mão-de-obra, há vários fatores que ainda favorecem a adoção de sistemas manuais por parte das empresas. Entre esses fatores estão a instabilidade da procura, a sazonalidade dos produtos e o alto investimento inicial requerido para a automação (Petersen & G., 2004).

No processo de *picking*, a dependência do operador pode ser significativa, especialmente dependendo do grau de tecnologia adotado. Além das condições físicas, como a ergonomia, que impactam diretamente o desempenho do operador, há fatores psicológicos e mentais que também influenciam a eficiência e a eficácia do processo. Esses fatores, embora muitas vezes considerados menos relevantes, podem afetar significativamente não só o desempenho individual dos operadores, mas também o nível de serviço da organização, aumentando a taxa de erros.

A escolha do método de *picking* deve ser feita em conjunto com a estratégia de armazenamento do armazém, dada a interdependência entre esses elementos. Um dos primeiros pontos a considerar é a possibilidade de separar o *stock* de um determinado artigo em duas áreas: uma área de *picking* e uma área de reserva (Bartholdi & Hackman, 2014). Essa divisão tem como objetivo otimizar as operações, reduzindo os movimentos dos operadores e ajustando-se a fatores como a procura e o tamanho dos artigos (Mohsen & Hassan, 2002). Uma área de *picking* menor resulta em distâncias médias menores para os operadores, o que pode aumentar a eficiência. No entanto, (De Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007) destacam a importância de balancear os benefícios da redução no esforço de *picking* com a necessidade de reabastecimento frequente dessa área.

Em certos casos, pode ser mais vantajoso manter determinados artigos exclusivamente na área de reserva, especialmente se o volume de procura for muito alto (como quando um palete é a unidade de movimentação) ou se a frequência de pedidos for baixa, não justificando uma localização própria na área de *picking*. É importante notar que esse processo muitas vezes requer uma coordenação significativa dentro do armazém, para que os ciclos de reabastecimento sejam sincronizados com os ciclos de *picking*.

2.3.5. Conferência

A etapa de conferência consiste em preparar os artigos para a sua expedição. Quando a tarefa de conferência não está incorporada no método de *picking* utilizado, torna-se necessário agrupar os diferentes produtos que compõem cada encomenda e distribuí-los para os respetivos clientes (Frazelle, 2002).

2.3.6. Expedição

O processo de expedição representa o fluxo de saída de materiais do armazém (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007). Após a conclusão da conferência, ocorre o embalamento das encomendas. Este passo é crucial para garantir que os produtos chegam ao cliente sem danos. Dependendo da natureza dos produtos, o embalamento pode ser feito em caixas, paletes, envelopes almofadados, entre outros tipos de embalagens.

Antes do embalamento, é realizada uma conferência para garantir a conformidade dos pedidos em termos de qualidade e quantidade. A integração de múltiplas tarefas em um único local, como a conferência de encomendas durante o processo de embalamento, ao invés de em uma área separada, pode ser uma estratégia eficaz para otimizar o uso do espaço disponível.

Finalmente, as encomendas são organizadas por rota de destino e carregadas nos veículos de transporte apropriados.

Em modo de conclusão, no contexto das operações de armazém, todas as atividades relacionadas ao movimento dos artigos estão centralizadas nos *stocks*, sendo diretamente interligadas à gestão de *stocks*.

A gestão de *stocks* requiere atenção cuidadosa e rigorosa, iniciando com a necessidade de possuir conhecimento constante e necessário sobre o estado dos *stocks* da empresa em qualquer momento.

2.4. Gestão de Stocks

O desafio central na gestão de *stocks* reside na redução eficiente de *stocks*, considerando a necessidade de evitar ruturas e atrasos na entrega (Courtois et al., 2007). A origem dos *stocks* varia, desde, por exemplo erros na previsão da procura, produção excessiva, criação de *stocks* de segurança para imprevistos, entre outros (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2007). Os custos associados aos *stocks*, incluindo o transporte, a armazenagem e o processamento de encomendas, aumentam à medida que o produto se aproxima do consumidor final, representando entre 10 a 30% do custo total (Moura, 2006).

Com isto, de seguida são apresentadas duas métricas de avaliação de desempenho: a taxa de rotação e o tempo médio de conservação de *stocks*.

Taxa de Rotação

$$\text{Taxa de rotação} = \frac{\text{Vendas efetuadas anualmente}}{\text{Nível médio de stock}} \quad [1]$$

A taxa de rotação, que representa a frequência anual de renovação de cada unidade de artigo em *stock*, é crucial para avaliar a eficiência do sistema em análise. Em sistemas de *cross-dock*, onde o nível de *stock* é zero, a taxa de rotação teoricamente atinge o infinito, indicando máxima eficiência ao eliminar a necessidade de manter *stock*.

Tempo médio de conservação de Stock

Este indicador representa o inverso da taxa de rotação, refletindo o tempo (em semanas ou meses) de consumo assegurado pelo *stock* médio. Quanto menor, mais eficiente é o sistema. Contudo, é importante destacar que esses indicadores não devem ser utilizados isoladamente para avaliar a eficiência da gestão de *stocks*. A análise deve ser feita em conjunto com outros indicadores e medidas ajustadas a cada caso, incluindo elementos relacionados ao serviço ao cliente e custos operacionais da gestão.

A gestão de *stocks* atua na determinação de níveis de *stock* ideais, considerando custos de aquisição, encomenda e posse (Moura, 2006). Além desses, os custos de rotura, resultantes da falta de produtos para satisfazer as necessidades dos clientes, também são cruciais (Moura, 2006).

O *stock* de segurança é vital para proteger contra a rutura durante o *lead time*, sendo este o período no qual pode acontecer rutura de *stock*, embora aumente os custos de manutenção (Tersine, 1994). O nível de serviço, que indica a capacidade de atender à procura dos clientes, e o nível de rutura trabalham em conjunto, somando um total sempre entre si de 100% caso cada encomenda seja entregue a “tempo”. Estes indicadores são cruciais para avaliar a eficácia da gestão de *stocks* (Tersine, 1994). O desafio reside em equilibrar a necessidade de *stock* de segurança para enfrentar variações imprevisíveis, pois aumentar em demasiado esse *stock* pode não absorver totalmente essas variações (Carvalho, et al., 2010).

Para alcançar uma gestão eficiente, é necessário monitorar e definir níveis ideais de *stocks*, determinando quando, quanto e quais artigos encomendar (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006). A análise ABC é uma ferramenta valiosa que orienta a determinação dos níveis de *stock*, levando em conta a importância relativa de cada artigo (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006). Essa abordagem estratégica permite uma distribuição eficiente de recursos e uma resposta eficaz às dinâmicas entre oferta e procura, contribuindo para a eficácia global da gestão de *stocks*.

2.5. Modelos de Gestão de Stocks

Na perspectiva de (Carvalho, et al., 2010), a gestão de stocks engloba uma diversidade de modelos, cada qual oferecendo respostas distintas a desafios específicos. A seleção do modelo apropriado requer uma análise crucial do comportamento tanto da oferta como da procura, focalizando-se na presença ou ausência de aleatoriedade. No âmbito da oferta, a determinação recai sobre a variabilidade do prazo de entrega e a consistência nas quantidades fornecidas em relação às encomendadas. Caso o fornecedor mantenha prazos fixos e atenda consistentemente às quantidades solicitadas, a oferta é considerada determinística; no entanto, se houver flutuações nos prazos ou nas quantidades fornecidas, caracteriza-se por um comportamento aleatório. No que concerne à procura, a determinação da natureza determinística ou estocástica está associada à previsibilidade das quantidades procuradas. Se as quantidades procuradas forem conhecidas, trata-se de procura determinística; caso contrário, em cenários de variação e incerteza, defrontamo-nos com uma procura aleatória ou probabilística. Dessa forma, os modelos de gestão de *stocks* são categorizados em dois grandes grupos: modelos determinísticos, quando os fatores são previsíveis, e modelos estocásticos, quando há incerteza ou aleatoriedade envolvida. Essa distinção revela-se essencial na escolha do modelo mais adequado às características específicas do contexto logístico em análise. Dois modelos estocásticos fundamentais são o modelo de revisão contínua e o modelo de revisão periódica.

De seguida, serão abordados estes respetivos modelos. Porém, de modo a completar o conhecimento destes modelos, será apresentada, inicialmente, a análise ABC mencionada anteriormente como uma ferramenta valiosa que permite determinar o nível de *stock* de acordo com a importância de cada peça.

2.5.1. Análise ABC

O conceito da curva ABC é baseado no Princípio de *Pareto*, desenvolvido por *Vilfredo Pareto* no século XIX. *Pareto* observou que 80% da riqueza era controlada por 20% da população em sua análise da distribuição de riqueza na sociedade *Milaneza* (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006).

A metodologia da análise ABC classifica um conjunto de artigos em três categorias: Classe A, Classe B e Classe C. A Classe A engloba os artigos mais cruciais em termos de procura, valor monetário e importância estratégica, representando cerca de 20% dos itens, contribuindo com aproximadamente 80% do valor total. A Classe B abrange artigos de relevância intermediária, enquanto a Classe C inclui os menos relevantes, sendo isso possível observar na Figura 5. A classificação é baseada em critérios como faturação, custo, volume ocupado ou movimentado. Esta abordagem segue a regra de *Pareto*, fornecendo perspectivas valiosas para a gestão eficaz de *stocks* em diversos setores de atividade (Carvalho, et al., 2010).

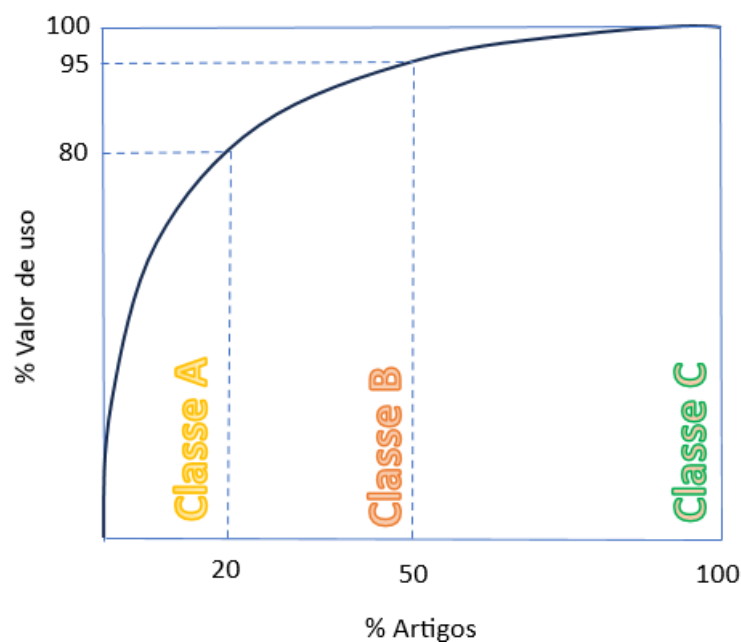


Figura 5 - Curva ABC

A análise ABC é uma ferramenta decisiva na gestão de stocks, destacando os artigos que requerem maior investimento em termos de controlo. Essa análise hierarquiza os artigos em classes de A (mais importante) a C (menos importante), fornecendo não apenas *insights* analíticos, mas também servindo como indicador de desempenho.

O resultado da análise pode avaliar a importância relativa dada aos artigos da classe A em um determinado sistema, permitindo uma avaliação contínua do desempenho do sistema (Carvalho J. , 2004).

2.5.2. Modelo de revisão contínua / Modelo ponto de encomenda

No modelo descrito, é essencial manter um controlo constante dos níveis de *stock*, procurando um conhecimento contínuo das existências. Quando o *stock* atinge um determinado limiar predefinido (ponto de encomenda), é crucial iniciar um pedido ao fornecedor. A falta desse procedimento aumenta o risco de rutura, conforme discutido por (Carvalho, et al., 2010).

Na Figura 6 é apresentado em forma gráfica o funcionamento deste modelo.

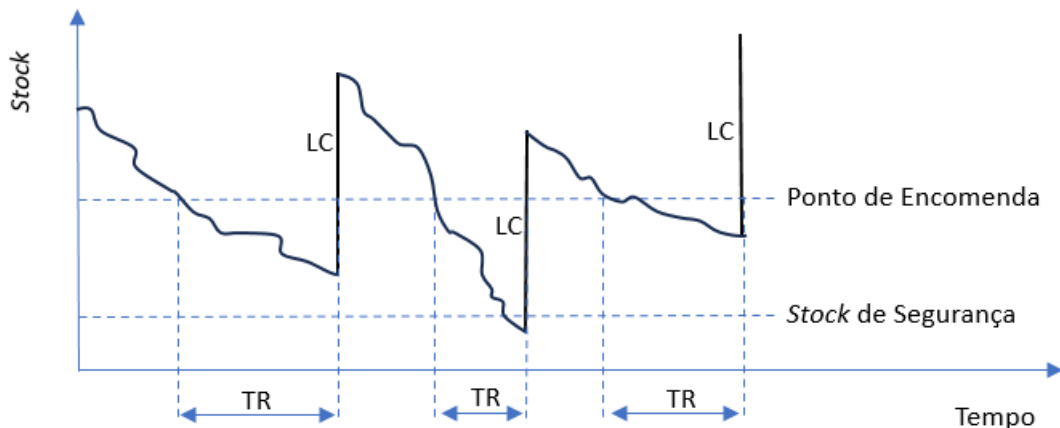


Figura 6 - Representação gráfica do funcionamento do modelo de revisão contínua

Na figura 6 seguinte é possível observar que, a quantidade a ser encomendada (LC) é constante, mas o intervalo entre encomendas varia (TR). Quando o *stock* atinge um determinado ponto de encomenda, uma ordem é imediatamente feita para a quantidade fixa, LC.

As encomendas estão sujeitas à variabilidade da procura, sendo influenciadas pelas flutuações na procura. Tanto a procura quanto o prazo de entrega são indicadores variáveis, o que implica a possibilidade da ocorrência de rutura de *stock*.

O modelo de revisão contínua, um dos modelos estocásticos fundamentais de gestão de *stocks*, assume determinadas condições para sua aplicação eficaz (Jacobs & Chase, 2012). Essas condições incluem:

- Uma procura constante e uniforme ao longo do tempo;
- O prazo de entrega do produto deve permanecer constante;
- O custo de um produto deve permanecer constante;
- Os custos de encomenda permanecerem constantes;
- Não existir ruturas de *stock* em qualquer instância;
- Os custos associados à posse de *stock* serem calculados com base no *stock* médio.

Estas premissas fornecem a base para a aplicação deste modelo, permitindo uma gestão mais eficiente de *stocks* em ambientes onde essas condições são razoavelmente cumpridas.

Num ambiente onde a incerteza sobre a procura e o prazo de entrega é uma realidade, a constituição de um *stock* de segurança torna-se imperativa para mitigar o risco de rutura durante o período de entrega.

Diferentes abordagens podem ser adotadas para definir o *stock* de segurança, sendo frequentemente utilizado o seguinte método prático, conforme explicado por (Jacobs & Chase, 2012): estabelecer um nível de serviço ao cliente, ou seja, uma taxa de rutura aceitável. O cálculo do *stock* de segurança é então realizado com base nesse nível de serviço estabelecido.

Este processo visa garantir a satisfação do cliente e a continuidade do fornecimento, mesmo em face de variações imprevistas na procura ou no prazo de entrega.

Para o qual, o *stock* de segurança é calculado através da equação [2].

$$SSeg = z \times \sigma_{TR} \quad [2]$$

Onde na equação:

SSeg é referente ao *stock* de segurança;

z é o fator de segurança, retirado da tabela da distribuição Normal, consoante o nível de serviço apresentado;

σ_{TR} corresponde ao valor do desvio padrão da procura no prazo de entrega.

Assim, o cálculo do ponto de encomenda (*R*), considerando o *stock* de segurança, é realizado conforme a equação [3], conforme proposto por (Jacobs & Chase, 2012). Este cálculo é crucial para determinar o momento ideal de realizar uma nova encomenda, garantindo que o *stock* de segurança está em vigor antes do potencial período de rutura. O ponto de encomenda é uma peça-chave na gestão eficiente de *stocks*, contribuindo para a minimização de custos e a otimização do nível de serviço prestado ao cliente.

$$R = d \times TR + z \times \sigma_{TR} \quad [3]$$

Onde na equação:

R representa o ponto de encomenda;

d é equivalente á média da procura diária;

TR representa, em dias, o prazo de entrega;

z é o fator de segurança, retirado da tabela da distribuição Normal, consoante o nível de serviço apresentado;

σ_{TR} corresponde ao valor do desvio padrão da procura no prazo de entrega.

2.5.3. Modelo de período fixo / revisão periódica

No âmbito do modelo de revisão periódica, o processo de reabastecimento de stocks segue uma agenda fixa entre duas encomendas consecutivas. A quantidade a ser solicitada é determinada pela diferença entre um nível máximo de referência e o *stock* disponível, considerando tanto as existências físicas como as encomendas em andamento. Em contraste com o modelo de revisão contínua, a característica distintiva deste modelo reside na revisão periódica dos níveis de *stock*, em oposição à monitorização contínua. Esta abordagem é particularmente relevante em situações em que a revisão constante não é praticável ou eficiente, oferecendo uma estratégia alternativa para otimizar a gestão de *stocks* (Carvalho, et al., 2010).

Na Figura 7 é apresentado em forma gráfica o funcionamento deste modelo.

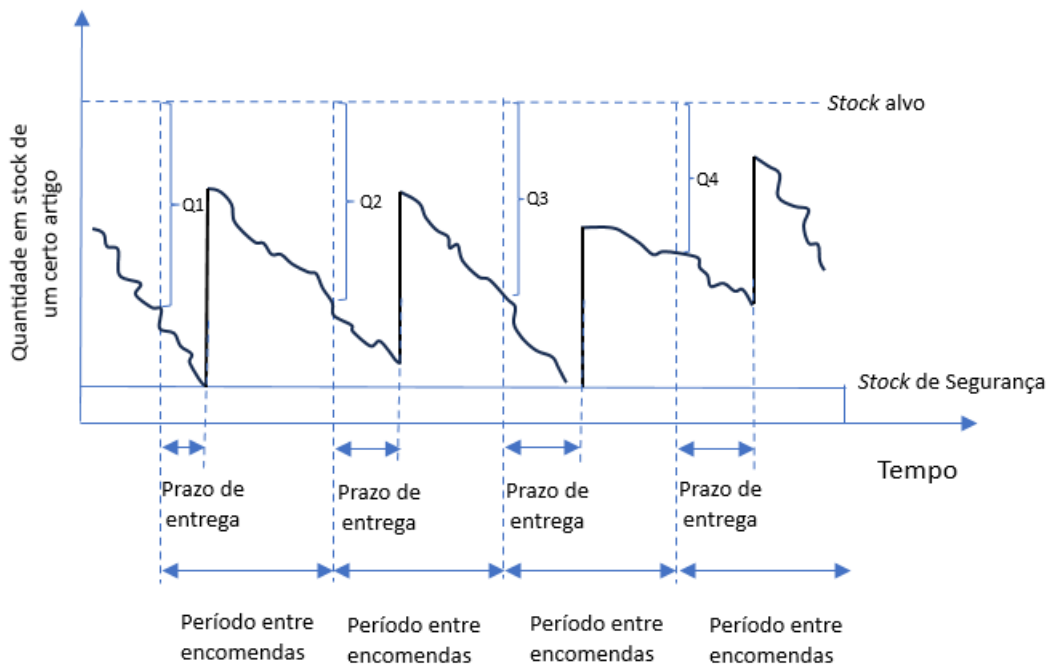


Figura 7 - Representação gráfica do funcionamento do modelo de revisão periódica

No cenário deste modelo, a flexibilidade é incorporada na quantidade a ser encomendada (Q), enquanto o intervalo entre encomendas permanece inalterado. A definição do dia específico para efetuar a encomenda ao fornecedor é estabelecida antecipadamente, seja por meio de acordo com o fornecedor ou através de uma programação realizada internamente na própria empresa, garantindo uma periodicidade constante entre as encomendas. A adaptação da quantidade a encomendar é dinâmica, baseando-se na comparação entre o *stock* disponível e o *stock* necessário no momento da encomenda. Essencialmente, a quantidade solicitada é

determinada pela discrepância entre esses dois valores, proporcionando uma abordagem flexível e eficaz para a gestão de *stocks* (Carvalho, et al., 2010).

Dentro do contexto deste modelo particular, a determinação do stock de segurança é realizada de acordo com a equação [4], conforme proposto por (Jacobs & Chase, 2012). Este método específico oferece uma abordagem estruturada para calcular o *stock* de segurança, contribuindo para a gestão eficiente dos níveis de *stock* neste modelo de revisão periódica.

$$SSeg = z \times \sigma_{TR+P} \quad [4]$$

Onde na equação:

SSeg é referente ao *stock* de segurança;

z é o fator de segurança, retirado da tabela da distribuição Normal, consoante o nível de serviço apresentado;

TR representa, em dias, o prazo de entrega;

P representa o período de revisão;

σ_{TR+P} corresponde ao valor do desvio padrão no intervalo de tempo de risco de rutura.

Como já abordado, a quantidade a ser requisitada é estabelecida em cada período de revisão, orientando-se pelos parâmetros descritos na equação [5], de acordo com a metodologia proposta por (Jacobs & Chase, 2012). Este procedimento estruturado oferece uma abordagem sistemática para determinar a quantidade de encomenda em cada ciclo de revisão, contribuindo para a eficácia deste modelo de revisão periódica na gestão de *stocks*.

$$Q = d \times (TR + P) + z \times \sigma_{TR+P} - SA \quad [5]$$

Onde na equação:

Q é referente á quantidade a encomendar;

d é equivalente á média da procura diária;

z é o fator de segurança, retirado da tabela da distribuição Normal, consoante o nível de serviço apresentado;

TR representa, em dias, o prazo de entrega;

P representa o período de revisão;

σ_{TR+P} corresponde ao valor do desvio padrão no intervalo de tempo de risco de rutura.

SA corresponde ao respetivo *stock* em armazenamento ou a quantidade encomendada por entregar.

2.5.4. Revisão contínua vs Revisão periódica

No sistema de revisão contínua, determina-se uma quantidade fixa a encomendar, e sempre que o *stock* atinge um nível predeterminado, uma nova encomenda é realizada. Assim, o período entre encomendas varia de acordo com o consumo dos produtos (Carvalho, et al., 2010).

Por outro lado, o sistema de revisão periódica estabelece um período fixo entre encomendas, variando a quantidade de encomenda em cada ciclo. Os dois modelos representam abordagens extremas, mas é possível conceber soluções intermédias que combinam as características de ambos (Carvalho, et al., 2010).

Na Tabela 2 é possível observar uma comparação direta entre estes dois modelos.

Período \ Quantidade	Fixa	Variável
	Fixo	
Variável	Revisão contínua	

Tabela 2 - Revisão contínua vs Revisão periódica

Essa flexibilidade permite adaptar a gestão de stocks às especificidades de cada contexto, garantindo um equilíbrio entre custos, eficiência e a manutenção de níveis adequados de inventário. A escolha entre os modelos dependerá das características da procura, do fornecimento e das metas específicas de cada organização (Moura, 2006). Essa adaptação estratégica é essencial para enfrentar os desafios dinâmicos do ambiente empresarial e garantir uma gestão de *stocks* eficaz.

2.6. Toyota Production System (TPS)

O *Toyota Production System* (TPS) foi concebido após o término da Segunda Guerra Mundial por *Taiichi Ohno* e *Eiji Toyoda*, gestores da *Toyota*. O TPS, desenvolvido nas décadas de 60 e 70 do século passado, revolucionou a indústria automóvel, introduzindo técnicas como *Just-In-Time* (JIT), *poka-yoke*, sistema de controlo *kanban* e a filosofia de melhoria contínua, *kaizen*, envolvendo todos os colaboradores (Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003).

O *Toyota Production System* (TPS) representa uma filosofia de gestão que destaca a importância das pessoas como fator determinante para o sucesso organizacional. A essência do TPS reside na compreensão de que são as pessoas que fazem a diferença, contribuindo para o desenvolvimento de processos e sistemas que visam a eliminação do desperdício em todas as facetas da organização (Liker J. , 2004).

Segundo a literatura, a filosofia do TPS é intrinsecamente orientada para a criação de valor para todas as partes interessadas. Procura otimizar a organização para atender às necessidades do cliente no menor prazo possível, com a mais elevada qualidade e ao menor custo. Além disso, visa aumentar os índices de segurança e motivar os colaboradores, envolvendo não apenas a produção, mas todas as áreas da organização (Pinto J. , 2006).

Um princípio fundamental do TPS, segundo (Stewart, 2011) é a inversão da equação tradicional de custo e preço. Em vez de seguir a ideia convencional de que "O Custo Determina o Preço", o TPS propõe "O Preço Determina o Custo". Essa abordagem reforça a importância de compreender as procuras do mercado e, a partir delas, moldar os custos de produção.

(Liker J. , 2004) afirma que é crucial compreender que o TPS vai além de ser apenas uma ferramenta para implementar mudanças nas organizações. É sim uma atitude, uma forma de gerir e uma cultura empresarial. Ao adotar os princípios do TPS, as organizações procuram não apenas eficiência operacional, mas também uma transformação fundamental na maneira como abordam seus processos e interações, promovendo uma mentalidade de melhoria contínua em todos os níveis da empresa.

De acordo com (Ohno, 1988), o *Toyota Production System* (TPS), é baseado em quatro regras fundamentais, os 4P's (*Philosophy, Process, People and Partners, Problem Solving*). Estes são fundamentados em uma série de princípios que orientam a gestão e operação da empresa, promovendo uma abordagem holística para alcançar a eficiência e a qualidade. Estes princípios, quando aplicados de forma integrada, contribuem para o sucesso a longo prazo da organização. Na Figura 8, estão delineados os 14 princípios do TPS com as suas respetivas regras.

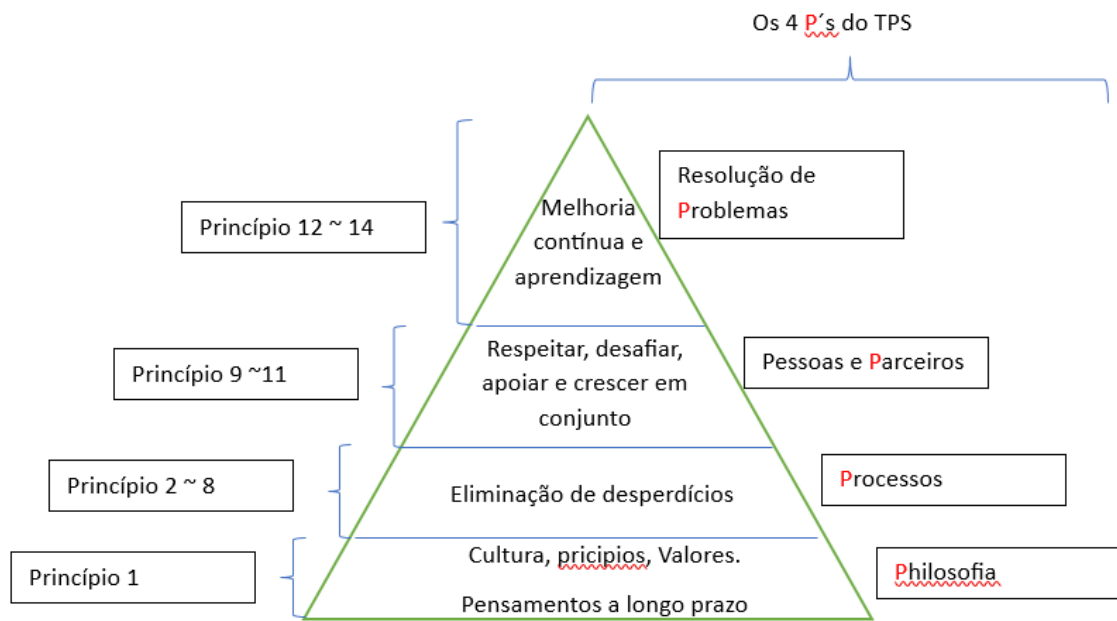


Figura 8 - Os 14 princípios de gestão

Estes princípios formam a base do TPS, contribuem para uma abordagem robusta e sustentável na gestão de operações e na procura incessante pela excelência organizacional (Ohno, 1988). Estes são:

1. Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo:

- Priorizar o planeamento estratégico de longo prazo sobre ganhos financeiros imediatos.

2. Criar Processos/Fluxos contínuos para tornar os problemas evidentes:

- Estabelecer processos que evidenciem imediatamente qualquer problema, facilitando a sua resolução.

3. Usar sistemas Pull para evitar excessos de produção:

- Implementar sistemas que respondam à procura real do cliente, evitando a sobreprodução.

4. Balancear a carga de trabalho (*Heijunka*):

- Distribuir uniformemente o trabalho ao longo do tempo para evitar picos de produção.

5. Criar o hábito de interromper os processos para resolver problemas:

- Incentivar a interrupção dos processos para abordar problemas e garantir qualidade desde o início.

6. Standardizar como base da melhoria contínua e capacitação das pessoas:

- Estabelecer padrões para permitir melhorias contínuas e capacitar os colaboradores.

7. Usar controlo visual para evidenciar problemas:

- Implementar sistemas visuais que tornem os problemas imediatamente visíveis.

8. Usar apenas tecnologia fiável e já testada:

- Preferir tecnologias confiáveis que suportem eficazmente as pessoas e os processos.

9. Desenvolver líderes que conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros:

- Cultivar líderes que compreendam profundamente as operações, incorporem a filosofia da empresa e sejam mentores para os outros.

10. Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da empresa:

- Investir no desenvolvimento das capacidades das pessoas e equipas, alinhando-os com a filosofia organizacional.

11. Estender a filosofia aos parceiros, desafiando-os e ajudando-os a melhorar:

- Expandir os princípios do TPS para a rede de parceiros, incluindo fornecedores, incentivando-os a melhorar continuamente.

12. “Vá, veja por si e perceba verdadeiramente a situação” – *Genchi Genbutsu*:

- Encorajar a prática de ir ao local de trabalho para compreender a realidade e tomar decisões informadas.

13. Tomar decisões consensuais, considerando todas as opiniões:

- Procurar consenso na tomada de decisões, envolvendo todas as partes interessadas e implementando-as rapidamente.

14. Fomentar a criação de uma “Aprendizagem Organizacional” através de reflexão segura e melhoria contínua (Kaizen):

- Promover uma cultura de aprendizagem contínua, estimulando a reflexão segura e a melhoria constante (*kaizen*).

2.6.1. Evolução do TPS para o *Lean Manufacturing*

(Womack J. , Jones, Roos, & Technology, 1990) atribuem a origem do *Lean Manufacturing* a Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, criadores do *Toyota Production System* (TPS). O TPS, a base do *Lean*, começou a ganhar maior disseminação a partir dos anos 90 (Liker J. , 2004). De acordo com (Tošanović & Štefanić, 2022), o *Lean* representa uma evolução do TPS e é uma das principais metodologias para a implementação da melhoria contínua.

A origem do conceito *Lean* remonta ao pós Segunda Guerra Mundial no Japão, quando a *Toyota* adotou práticas que resultaram no surgimento do *Lean*, inicialmente chamado *Toyota Production System* (TPS), anteriormente abordado e explicado. O termo foi popularizado por (Womack J. , Jones, Roos, & Technology, 1990) na sua obra. Definido por (Womack & Jones, 2003) como *Lean Thinking*, é um método para alcançar mais com menos esforço humano,

equipamento, tempo e espaço. A definição de *Lean Manufacturing* varia, sendo considerado um processo, um conjunto de princípios, ferramentas, abordagens, filosofias e práticas. A filosofia *Lean* visa eliminar desperdícios, acrescentar valor ao cliente e promover a melhoria contínua, eliminando atividades sem valor.

2.7. Filosofia *Lean*

2.7.1. Princípios da metodologia *Lean*

A filosofia *Lean* prioriza a entrega de valor ao cliente, focando na percepção do cliente sobre o valor de um produto ou serviço. O valor é definido pelo cliente, que está disposto a pagar por algo que atenda às suas necessidades específicas (Ruben, Vinodh, & Asokan, 2019) (Goshime, Kitaw, & Jilcha, 2019). A eliminação sistemática de desperdícios, ou atividades sem valor, é crucial para aumentar o valor entregue ao cliente. Existem três tipos de atividades: as que adicionam valor, as que não adicionam valor (consideradas estas como desperdício e a serem eliminadas) e as que não adicionam valor, mas são necessárias para a entrega do produto (Goshime, Kitaw, & Jilcha, 2019). Identificar o valor implica compreender as atividades associadas à entrega do produto ou serviço. Tornar o desperdício visível é fundamental para sua eliminação.

Os cinco princípios fundamentais da metodologia *Lean*, estabelecidos por (Womack & Jones, 1996), são os seguintes:

1. Identificar o Valor:

- Analisar e identificar as características do produto valorizadas pelos clientes.
- Eliminar atividades que não agregam valor ao cliente, considerando-as como desperdícios.
- Determinar o custo do produto, identificando e eliminando processos que não adicionam valor.

2. Mapear a cadeia de Valor:

- Identificar atividades que agregam valor, desde o pedido até a entrega.
- Solucionar problemas, controlar informações e realizar a transformação do produto.
- Descartar atividades que não agregam valor ao sistema produtivo.

3. Criar um fluxo contínuo de Valor:

- Criar um fluxo contínuo de processos essenciais para o sistema produtivo.

4. Estabelecer o sistema *Pull*:

- Implementar o sistema *Pull*, produzindo somente quando há uma ordem do cliente.
- Reduzir *stocks*, evitar superprodução e basear a produção nas necessidades reais do cliente.

5. Procura a perfeição:

- Procurar continuamente a melhoria de todos os processos.
- Eliminar desperdícios para estabelecer um fluxo de valor contínuo, eficaz e eficiente, atendendo às necessidades dos clientes.

2.7.2. Desperdícios - Análise e Eliminação de Desperdícios para Competitividade Organizacional

Para que uma organização se torne competitiva, é essencial realizar uma análise detalhada dos processos internos com o objetivo de identificar quais atividades agregam valor e quais não. Qualquer atividade que não agregue valor é considerada desperdício. Após a identificação, as atividades que não agregam valor devem ser eliminadas se forem desnecessárias. No caso das atividades que não agregam valor, mas são necessárias, deve-se trabalhar para minimizá-las. (Ohno, 1988)

Shigeo Shingo, conhecido por trabalhar com *Taichi Ohno* e desenvolver a técnica SMED, afirmou: "O desperdício mais perigoso é aquele que não reconhecemos". Portanto, é crucial tornar o desperdício visível, reconhecer sua existência, assumir responsabilidade por ele, medi-lo e trabalhar para eliminá-lo ou reduzi-lo. (Ohno, 1988)

No contexto japonês, refere-se ao "muda" como os recursos utilizados indevidamente que, invariavelmente, aumentam o tempo e os custos, além de reduzir a satisfação do cliente e das partes interessadas.

Como Eliminar os Desperdícios: (Radnor, 2010)

1. Tornar o Desperdício Visível: Identificar claramente onde ocorrem os desperdícios.
2. Conscientização do Desperdício: Promover a conscientização sobre a existência de desperdícios em todas as áreas da organização.
3. Assumir a Responsabilidade pelo Desperdício: Todos os colaboradores devem assumir a responsabilidade pelos desperdícios identificados.
4. Medir o Desperdício: Quantificar os desperdícios para entender sua extensão e impacto.
5. Eliminar ou Reduzir o Desperdício: Implementar ações para eliminar ou, se não for possível, reduzir os desperdícios identificados.

Técnicas e Ferramentas para Identificar Desperdícios: (Radnor, 2010)

- *Muri*: Eliminado pela uniformização do trabalho, garantindo procedimentos previsíveis e controláveis.
- *Mura*: Eliminado através do sistema JIT, produzindo conforme necessário e quando solicitado, com um sistema "*pull*" que permite ao cliente puxar os produtos ou serviços.
- *Muda*: Qualquer coisa que não acrescente valor é considerada desperdício e deve ser eliminada.

De acordo com (Ohno, 1988) existem sete tipos de desperdícios, sendo caracterizados da seguinte forma (Pinto J. , 2014) (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014):

1. Excesso de Produção:
 - Produzir mais do que o necessário;
 - Produzir para estoque com base em previsões de vendas;
 - Processar grandes lotes para maximizar saídas;
 - Manter elevado *stock*;
 - Transportar em grandes quantidades para reduzir custos de transporte;
 - Entregar mais do que o necessário.
2. Transporte:
 - Movimentação de produtos que não agregam valor;
 - Gastos desnecessários de capital, tempo e energia;
 - Movimentos desnecessários entre armazéns.
3. Movimento:
 - Movimentação de pessoas que não agregam valor;
 - Desorganização dos locais de trabalho;
 - *Layouts* incorretos.
4. Tempos de Espera:
 - Tempo livre porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão prontos;
 - Desnívelamento do fluxo produtivo com períodos de paragem;
 - Fluxos irregulares e longos lead times.
5. Sobreprocessamento:
 - Esforço que não agrega valor do ponto de vista do cliente;
 - Utilização incorreta de equipamentos e ferramentas;
 - Aplicações de recursos e processos inadequados às funções.

6. Stocks:

- Muitos locais de armazenamento;
- Custos excessivos e baixo desempenho;
- Ter quantidades de produtos e materiais superiores ao necessário;
- Erros de planejamento.

7. Defeitos:

- Problemas de processo e de qualidade do produto;
- Retrabalho;
- Enganos ou falta de alguma coisa necessária.

De acordo com (Ohno, 1988), os sete desperdícios são todas as atividades que não agregam valor ao cliente e apenas adicionam custos ao produto.

(Pinto J. , 2014) acrescenta mais dois desperdícios: capital humano e burocracia. Identificar o desperdício não é uma tarefa fácil, pois muitas vezes é percebido como parte do processo, mas é crucial saber identificá-los e atuar na sua redução.

Para eliminar desperdícios e melhorar a eficiência organizacional, é fundamental aplicar ferramentas e técnicas que ajudem a identificar e reduzir atividades que não agregam valor. A abordagem *Lean*, com foco na eliminação dos três M (Muri, Mura, Muda) e a gestão do fluxo de operações, oferece um caminho estruturado para alcançar esse objetivo, proporcionando ganhos significativos em termos de qualidade e custo.

2.8. Ferramentas *Lean*

2.8.1. Kaizen – Melhoria Contínua

O termo "*Kaizen*," originário do japonês e significando, melhoria contínua, tornou-se uma filosofia essencial em organizações (Coimbra E. , 2013). Esta abordagem visa eliminar desperdícios através do refinamento contínuo de operações, normalizando tarefas e envolvendo os colaboradores no processo (Garza-Reyes, Kumar, Chaikittisilp, & Tan, 2018a) (Imai, 2012). Segundo (Melton, 2005), a ferramenta *Kaizen* atende à criação de valor e à eliminação de desperdício, requerendo a identificação e resolução contínua de problemas, além de promover a metodologia *Lean* entre todos os colaboradores.

Para incorporar eficazmente o *Kaizen* na cultura empresarial, é crucial que os colaboradores compreendam sua relevância para as atividades específicas. A resistência à mudança pode ser superada ao motivar e envolver os funcionários, permitindo a identificação e implementação de soluções necessárias (García, Maldonado, Alvarado, & Rivera, 2014). Conforme (García,

Maldonado, Alvarado, & Rivera, 2014), esta abordagem é vital para promover a aceitação e a eficácia das práticas *Kaizen* na empresa.

Para garantir a melhoria contínua dos processos, adota-se a metodologia PDCA (Plan/ Do/ Check/ Act). A norma PDCA, possibilita a medição de custos associados aos processos e o controlo das atividades, proporcionando maior domínio sobre os índices de desempenho dos processos (Hasan & Hossain, 2018) (Garza-Reyes, Romero, Govindan, Cherrafi, & Ramanathan, 2018b).

Esse ciclo PDCA compreende quatro etapas: Planear (Plan), Fazer (Do), Verificar (Check) e Agir (Act):

1. Planeamento (Plan): Nesta fase, a estratégia é definida, dados são recolhidos de modo a se realizar uma análise inicial. O objetivo é diagnosticar o problema e planear soluções para alcançar os objetivos. (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017)
2. Implementação (Do): Para atingir os objetivos delineados no planeamento, esta etapa é dedicada à aplicação das estratégias definidas na fase anterior. (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017)
3. Verificação (Check): Na verificação, todas as tarefas são supervisionadas de modo a garantir conformidade com o plano de ações. Realiza-se uma análise comparativa entre os resultados esperados e obtidos. (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017)
4. Ação (Act): Durante esta fase, ocorre uma análise de dois tipos de ações: aquelas que contribuíram para o objetivo inicialmente definido e aquelas que não produziram o efeito esperado. As últimas ações são revistas e reavaliadas, iniciando um novo ciclo para a deteção de resultados de melhoria contínua. (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017)

2.8.2. Metodologia dos 5S: Estrutura e Implementação

A metodologia dos 5S foi desenvolvida no Japão logo após a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de auxiliar na reestruturação do país e reorganização das indústrias, melhorando a produção em resposta à alta competitividade do período pós-guerra. A metodologia "5S" emerge como uma ferramenta eficaz na gestão do ambiente de trabalho, visando a organização, limpeza e a redução de desperdícios, com potenciais melhorias na produtividade dos funcionários (Al-Aomar, 2011) (Gao & Low, 2014). Reconhecida na literatura como uma estratégia acessível para atingir metas no *Lean Management* (LM), a metodologia 5S é elogiada por sua simplicidade e ausência de custos significativos para implementação (Omogai & Salonitis, 2017). Sendo este modelo composto por cinco fases - *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*, tem como objetivo eliminar erros, defeitos e lesões no contexto da produção (Gao & Low, 2014) (Liker J. , 2004).

1. *Seiri* – Senso de Utilização e Separação (Organização);
2. *Seiton* – Senso de Arrumação e Ordenação (Sistematização);
3. *Seiso* – Senso de Limpeza (Limpeza);
4. *Seiketsu* – Senso de Saúde e Higiene (Normalização);
5. *Shitsuke* – Senso de Autodisciplina (Autodisciplina).

Os 5S influenciam diretamente diversas outras ferramentas associadas ao *Lean* e ao *Toyota Production System (TPS)*, independentemente do ramo de atividade da organização. Esta metodologia é composta por práticas que visam a redução de desperdícios e a melhoria do desempenho das pessoas e processos no local de trabalho. Baseia-se na manutenção de condições ótimas de trabalho, garantindo um ambiente ordenado, limpo e organizado.

1. *Seiri* – Organização (Gao & Low, 2014)
 - Definição: Eliminar o que não é útil.
 - Descrição: Separar o útil do inútil, identificando as ferramentas e materiais necessários à execução das tarefas e eliminando os desnecessários. Esta etapa promove a organização e a eficiência ao liberar espaço e proporcionar um ambiente de trabalho mais agradável.
 - Benefícios: Melhor visualização, liberação de espaço, ambiente de trabalho mais agradável.
2. *Seiton* – Arrumação (Gao & Low, 2014)
 - Definição: Arrumar e ordenar todo o material.
 - Descrição: Após a organização, é necessário definir um local específico para cada item, classificando e etiquetando os materiais de uso frequente para fácil acesso e identificação. Esta etapa também auxilia na gestão de estoques, evitando faltas ou excessos.
 - Benefícios: Redução do tempo de procura, aumento da produtividade.
3. *Seiso* – Limpeza (Gao & Low, 2014) (Liker J. , 2004)
 - Definição: Manter o ambiente de trabalho limpo.
 - Descrição: Estabelecer normas de limpeza para cada área, limpando regularmente e reparando danos quando necessário. Um ambiente limpo proporciona segurança e conforto, além de evitar desperdícios de tempo e dinheiro.
 - Benefícios: Redução de desperdícios e riscos de acidentes, ambiente de trabalho mais agradável.
4. *Seiketsu* – Normalização (Gao & Low, 2014) (Liker J. , 2004)
 - Definição: Padronizar os procedimentos.
 - Descrição: Criar e manter padrões de organização e limpeza para garantir a constância nas atividades. Eliminar hábitos prejudiciais e normalizar as práticas para todos os colaboradores, criando um ambiente de trabalho saudável.

- Benefícios: Ambiente de trabalho propício e bem organizado.
5. Shitsuke – Disciplina (Gao & Low, 2014) (Liker J. , 2004)
- Definição: Aceitação e comprometimento com a metodologia.
 - Descrição: Fomentar a autodisciplina entre os colaboradores, promovendo um ambiente de trabalho ético e responsável. Realizar auditorias regulares para assegurar a manutenção dos princípios dos 5S.
 - Benefícios: Maior envolvimento dos colaboradores, melhoria na execução das tarefas, ambiente de trabalho mais organizado.

Objetivos Principais dos 5S:

1. Redução e eliminação de desperdícios (muda).
2. Melhoria da qualidade do trabalho de todos os colaboradores.
3. Melhoria da atitude, envolvendo todos no processo de melhoria contínua.
4. Maximização do aproveitamento dos recursos disponíveis.
5. Otimização do espaço físico.
6. Redução e prevenção de acidentes.

Segundo (Pinto J. , 2014), a implementação dos 5S em uma empresa contribui significativamente para a padronização dos espaços e a melhoria contínua dos processos produtivos. Além disso, um sexto S, relacionado à segurança, tem sido incorporado por diversas empresas, reforçando a importância da segurança no ambiente de trabalho.

A metodologia dos 5S é uma ferramenta prática e eficaz para a organização do local de trabalho, proporcionando um ambiente mais produtivo, seguro e agradável para todos os colaboradores. Através de uma abordagem sistemática e disciplinada, as empresas podem alcançar um alto nível de eficiência e qualidade em seus processos produtivos.

2.8.3. *Just in Time* (JIT) – Princípios e Implementação

O sistema *Just in Time* (JIT), uma técnica de melhoria contínua, é reconhecido pela eliminação contínua de desperdícios, ao mesmo tempo em que preserva ou melhora a qualidade dos produtos (Xu & Chen, 2016) (Kiran, 2019). Originado como um pilar do *Toyota Production System* (TPS), o JIT teve sua concepção inicial por *Henry Ford* e foi refinado por *Taichii Ohno* na *Toyota Motor Corporation* (Kiran, 2019).

O pensamento *Lean* baseia-se nos princípios do *Just-In-Time* (JIT), desenvolvendo um sistema operacional mais ágil e eficiente, através da eliminação progressiva de todas as fontes de

desperdício. Esta abordagem visa criar valor para todas as partes interessadas no negócio, tornando a empresa mais eficiente na produção de produtos e serviços de alta qualidade a baixo custo. O *JIT* é amplamente utilizado no setor automotivo, onde demonstrou melhorar significativamente a produtividade. (Javadian, Baku, & Talari, 2013) (Puchkova, Le Romancer, & McFarlane, 2016)

A filosofia *JIT* é fundamentada no nivelamento da produção (*heijunka*) e em uma produção "Pull", onde a produção e a movimentação ocorrem conforme a necessidade. Este sistema é caracterizado pela entrega do produto certo, no momento exato, na quantidade requerida e no local especificado, eliminando a necessidade de *stocks*. A técnica *JIT* visa reduzir o trabalho em progresso (*WIP - Work In Process*) e apoia-se em conceitos como *heijunka*, eliminação de desperdícios, *takt-time* e *kanban*, sempre com foco na melhoria contínua e no envolvimento de todos os colaboradores. (Kiran, 2019) (Lyu, Lin, Guo, & Huang, 2020)

Taichi Ohno (1988) afirmou que o conceito de *JIT* surgiu da ideia de *Kiichiro Toyoda*, que visualizou a necessidade de ter todas as peças disponíveis ao lado da linha de montagem no momento exato da sua utilização. Este sistema procura garantir a produção do produto correto, na qualidade exata e no momento certo, minimizando estoques e melhorando a eficiência. (Ohno, 1988)

Segundo (Pinto J. , 2014), o sucesso do sistema *JIT* depende de vários fatores, incluindo:

- Estabilidade e Normalização das Operações: Processos bem definidos e estáveis são cruciais.
- Motivação dos Colaboradores: O engajamento e a motivação dos funcionários são essenciais.
- Flexibilidade dos Processos: A capacidade de adaptar-se a variações no volume de produção, *mix* de produtos e prazos de entrega é fundamental.

O pensamento *Lean*, fundamentado nos princípios do *JIT*, oferece uma abordagem estratégica para a melhoria contínua e a eliminação de desperdícios, resultando em produtos e serviços de alta qualidade a baixo custo. A flexibilidade, estabilidade e envolvimento de todos os colaboradores são essenciais para o sucesso desta metodologia, especialmente em indústrias como a automotiva, onde a eficiência e a precisão são cruciais.

2.8.4. SMED – Single Minute Exchange Die

A ferramenta *SMED*, também conhecida como método de troca agilizada de ferramentas, é uma técnica do *Lean* com o objetivo reduzir os intervalos entre as trocas de ferramental dentro de um processo produtivo (Liker & Meier, 2006). Desenvolvida por *Shigeo Shingo*, engenheiro da Toyota, essa abordagem versátil pode ser aplicada em qualquer equipamento que necessite passar por mudanças relacionadas a ferramentas, materiais ou produtos. O *SMED* é considerado eficaz para alcançar o *Just in Time* (*JIT*) no processo produtivo, flexibilizando o

processo e permitindo uma resposta rápida às flutuações na procura (Kiran, 2019) (Obara & Wilburn, 2012).

O tempo elevado na substituição de ferramentas pode levar a vários desperdícios dentro de um processo produtivo, como a necessidade de produzir lotes maiores para compensar o tempo de inatividade, resultando em sobreprodução e conseqüentemente *stocks* elevados e longos tempos de espera (Obara & Wilburn, 2012). Para mitigar esses desafios, a metodologia SMED propõe a conversão de atividades internas para externas, reduzindo assim o tempo dedicado a procedimentos aprimoráveis (Ledbetter, 2018).

(Ledbetter, 2018) destaca a aplicação do SMED em sistemas de produção puxada, sendo crucial para permitir trocas rápidas de ferramentas em sistemas que requerem flexibilidade. A metodologia também é importante para a aplicação da técnica *Heijunka*, contribuindo para a normalização e eficiência dos processos produtivos. Apesar dos benefícios do SMED, algumas empresas podem incorrer em novos desperdícios ao usar o tempo reduzido para aumentar o volume produzido (Liker & Meier, 2006).

A metodologia SMED, procura então diminuir o tempo de preparação e substituição de peças nas máquinas, conhecido como "*setup time*", com o objetivo de diminuir os períodos de inatividade e melhorar a eficiência global das operações (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017) (Vieira, et al., 2019). A implementação do SMED envolve etapas como medição de tempos, organização e identificação de operações, conversão de operações internas em externas e melhoria de atividades, conforme é possível verificar na Figura 9 (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017) (Vieira, et al., 2019).

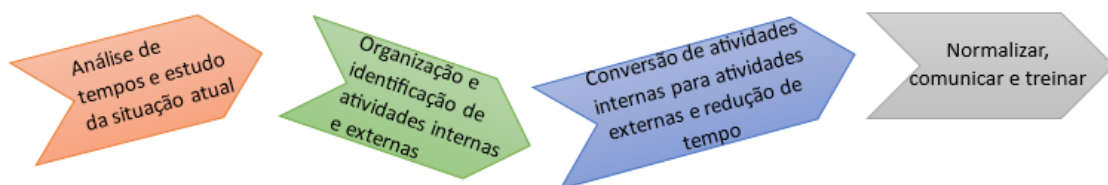


Figura 9 - implementação do SMED

2.8.5. *Standart Work* – Normalização de Trabalho

O *Standard Work*, uma ferramenta central do *Lean* desenvolvida por Taiichi Ohno em 1950, é caracterizado pela documentação detalhada das sequências de trabalho, movimentos dos colaboradores, operações e trabalho das máquinas (Liker J. , 2004) (Lu & Yang, 2015). Essa documentação tem como objetivo estabelecer procedimentos normalizados e aprimorados para concluir a produção de um produto dentro de um tempo de ciclo específico. O *Standard Work* concentra-se na simplificação e normalização dos processos para garantir resultados consistentes e livres de desvios, excluindo a variabilidade da equação (Lu & Yang, 2015). Os três

elementos essenciais identificados por (Bragança & Costa, 2015) no núcleo do *Standard Work* são o tempo de ciclo normalizado, sequência de trabalho normalizada e *Standard WIP* normalizado.

A importância de tabelas e gráficos que contenham informações detalhadas sobre as atividades de produção, tempos de processamento e representações visuais das operações normalizadas são destacadas para análise e compreensão dos processos (Bragança & Costa, 2015). O *Standard Work* promove elevados níveis de consistência na produtividade, segurança e qualidade, alinhando-se aos princípios do *Lean Manufacturing* e colaborando com ferramentas como 5S e ciclo PDCA, entre outras (Pereira, et al., 2016).

(Liker J. , 2004) destaca que, para estabelecer uma cultura de qualidade com o objetivo de "zero defeitos," é necessário padronizar os processos produtivos. A padronização é considerada um princípio fundamental do *Lean* (Alkhoraif, Rashid, & McLaughlin, 2019). (Monden, 2012) ressalta que a "padronização dos processos" é essencial para solucionar problemas em processos. O conceito de "trabalho padronizado," adotado pelo TPS como uma prática organizacional, é visto por (Liker J. , 2004) como uma forma de empoderar os colaboradores e promover a inovação nos processos.

(Ohno, 1988) alerta sobre a facilidade de alterar padrões, indicando que a padronização precisa ser cuidadosamente analisada para não comprometer a flexibilidade do processo. A falta de padrões dificulta a obtenção da melhoria contínua em um processo (Morgan & Liker, 2006). Em resumo, tanto o *Standard Work* quanto a padronização são essenciais para garantir consistência, qualidade e melhoria contínua nos processos produtivos, alinhando-se aos princípios fundamentais do *Lean Manufacturing*.

2.8.6. Gestão Visual

A gestão visual, uma técnica essencial da metodologia *Lean*, utiliza recursos visuais para realçar erros nos processos, possibilitando aos colaboradores identificar e corrigir desvios imediatamente (Liker J. , 2004) (Gao & Low, 2014). Essa abordagem destaca desvios dos objetivos de produção, garantindo conformidade com regras padronizadas e promovendo desempenho organizacional. Duas categorias principais de ferramentas associadas à gestão visual são compreensão de processos e performance de processos (Simas & Cruz-Machado, 2018).

- 1. Compreensão de processos:** Ferramentas como quadros de áreas, fluxogramas e *Value Stream Mapping* (VSM) oferecem informações visuais para compreender melhor os processos (Simas & Cruz-Machado, 2018).
- 2. Performance dos processos:** Inclui ferramentas como luzes *andon*, sistema 5S, *Kanban* e indicadores-chave de sucesso (KPIs) para analisar e avaliar a eficiência dos processos (Simas & Cruz-Machado, 2018) (Parry & Turner, 2006). Estes KPI's são essenciais para garantir a eficiência e eficácia dos processos, fornecendo informações quantificáveis para facilitar a tomada de decisões (Ante, Facchini, Mossa, & Digiesi, 2018).

O sistema de *andon*, descrito por (Liker J. , 2004) e Ismail (2013), é uma componente vital da gestão visual. Composto por um quadro de luzes elétricas semelhante a sinais de trânsito, o *andon* monitora visualmente a produção em tempo real. Além de eliminar custos associados à coleta manual de dados, o sistema proporciona maior controle visual sobre as operações, permitindo a rápida identificação e correção de problemas (Ismail, 2013).

Por sua vez, o *Lean Manufacturing* utiliza a técnica de "controle visual" ou "gestão visual" para compreender rapidamente a situação de um processo produtivo (Liker & Meier, 2006). Mesmo com a informatização, o controle visual é essencial para que as pessoas possam avaliar imediatamente se o processo está conforme o planejado. Esses controles visuais podem apresentar resultados de produtividade, qualidade do produto e instruções sobre a execução do processo (Singh & Kumar, 2021). A gestão visual é uma ferramenta crucial do *Lean* que ajuda a identificar desperdícios e disponibiliza informações importantes para todos os envolvidos (Jiménez, Diez, & Ordieres-Mere, 2016).

A adoção de novos KPI's, visualizáveis para o monitoramento de performance, é destacada por (Jiménez, Diez, & Ordieres-Mere, 2016). Ambas as abordagens destacam a importância do controle visual na identificação imediata de problemas, contribuindo para a eficiência e eficácia dos processos.

2.8.7. Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* (VSM) destaca-se como uma técnica fundamental no contexto do *Lean Management* (LM), sendo amplamente adotado por empresas para analisar e melhorar os seus processos. Conforme definido por (Rother & Shook, 1999), o VSM envolve a representação visual de todas as atividades relacionadas à produção de um produto ou material, distinguindo entre aquelas que agregam valor e as que não. Essa técnica visa mapear o estado atual dos processos, proporcionando uma visão clara do fluxo de informação, materiais e pessoas.

A caracterização do fluxo de valor, conforme abordado por (Rother & Shook, 1999), envolve uma análise abrangente de toda a cadeia de processos, não se limitando a avaliar processos individuais. O objetivo principal é comparar o estado atual com a posição ideal da empresa, promovendo melhorias em todo o processo produtivo. Essa abordagem, conforme descrita por (Deshkar, Kamle, Giri, & Korde, 2018), procura identificar e eliminar desperdícios, planejando um estado futuro mais eficiente.

O procedimento convencional para mapear o fluxo de valor, representado na Figura 10, é descrito por vários autores na literatura, destacando, desta forma, a importância dessa ferramenta na gestão eficaz de processos (Rother & Shook, 1999).

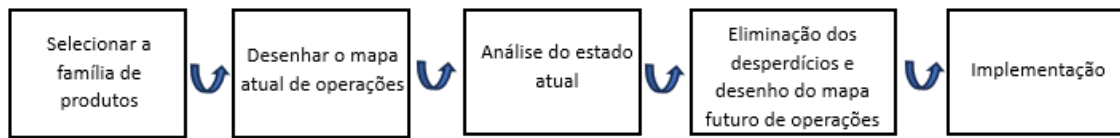


Figura 10 - Processo VSM

O procedimento de *Value Stream Mapping* (VSM) inicia-se com a seleção de um grupo de produtos que realizam processos semelhantes, como por exemplo, materiais compartilhando máquinas ou enfrentando desafios comuns, como atrasos na entrega ao cliente (Rother & Shook, 1999) (Deshkar, Kamle, Giri, & Korde, 2018) (Kundgol, Petkar, & Gaitonde, 2021). Em seguida, é elaborado um mapa que representa o estado atual das operações, detalhando todas as atividades e interações dentro da empresa. Fatores técnicos, conforme destacado por (Deshkar, Kamle, Giri, & Korde, 2018) (Kundgol, Petkar, & Gaitonde, 2021), são essenciais para compreender a performance de cada atividade, incluindo o tempo de ciclo, mudanças de turno, *lead time* total, requisitos dos clientes e informações sobre a força de trabalho.

Esses fatores, conforme indicado pelos autores, são pré-requisitos para a elaboração do mapa do estado atual de operações. Essa análise proporciona uma visão detalhada do desempenho das operações, permitindo a identificação de desperdícios, alinhando-se com os princípios da filosofia *Lean*. Com base nessas informações, os desperdícios podem ser eliminados, considerando as categorias estabelecidas pela abordagem *Lean*.

A última etapa envolve a criação do mapa ideal, ajustado de acordo com os objetivos organizacionais, visando maximizar a contribuição de cada seção para toda a cadeia de valor. (Deshkar, Kamle, Giri, & Korde, 2018) ilustram, simplificado na Figura 10, como os avanços tecnológicos, como por exemplo, softwares de simulação, podem aprimorar o processo do VSM. Essa representação visual é crucial para orientar melhorias significativas na eficiência e eficácia dos processos organizacionais.

A etapa inovadora que altera o procedimento convencional visa evitar problemas na implementação do novo mapa do *Value Stream Mapping* (VSM) quando as empresas introduzem esse conceito em seus negócios. Essa modificação envolve a análise de simulações para otimizar a rentabilidade dos processos. De acordo com (Deshkar, Kamle, Giri, & Korde, 2018), essa abordagem permite que as empresas estabeleçam metas específicas e identifiquem o melhor caminho para aprimorar a cadeia de valor. Essa perspectiva orientada para simulações contribui para uma implementação mais eficiente e eficaz do VSM, alinhando-se com os objetivos estratégicos da organização. Tal etapa é possível ser observada na Figura 11.

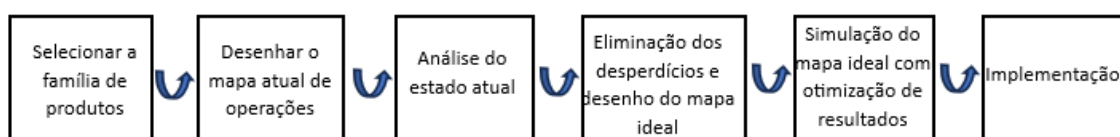


Figura 11 - Procedimento VSM Modificado

3. Caracterização da situação Inicial

O aumento no volume de negócios que a empresa tem registado resultou na necessidade de reavaliar as diferentes etapas da sua cadeia de valor, com o intuito de identificar novas oportunidades de melhoria. Primeiramente, é descrito o fluxo de materiais, utilizando-se a ferramenta M&I (*Material & Information Flow*) para esse propósito. Em seguida, é apresentada a situação inicial dos principais processos do armazém, acompanhada de uma análise detalhada de cada um deles. Cabe destacar que a análise realizada neste capítulo é centrada exclusivamente em um dos armazéns da organização, a TLSPT.

3.1. Tipos de produtos

Os produtos comercializados pela empresa em análise podem ser classificados em diversos segmentos. A oferta abrange uma ampla gama de itens, incluindo lubrificantes, componentes de carroçaria (como *capot* e espelhos), sistemas de travagem (como discos e pastilhas de travão), sistemas de embraiagem, componentes do motor (como correias de distribuição e filtros de óleo), sistemas de alimentação (como bombas e tubos de combustível), componentes de suspensão (como amortecedores e braços de suspensão), sistemas de transmissão, equipamentos de segurança (como escovas de limpa-vidros), componentes elétricos (como alternadores e baterias), e sistemas de ignição (como velas de ignição).

3.2. Descrição do fluxo de materiais

Considerando o foco desta dissertação, este subcapítulo concentrar-se-á nos processos relacionados com o fluxo de materiais, desde os fornecedores até ao destino final dentro da empresa.

Quando o material chega ao armazém, ele passa por várias etapas—receção, conferência e arrumação—sendo armazenado e preparado para futuras requisições. Diariamente, é emitida uma lista do material pendente que precisa ser separado e conferido. Quando um cliente faz uma encomenda, é gerado um *work assignment*, que é colocado no *Picking Cassette*, dando origem a uma ordem de *picking*. Após a recolha do material, este segue para as seguintes etapas da linha de expedição.

Ao longo das diversas etapas, identificam-se cinco pontos intermediários de *stock*: o *stock* que aguarda conferência, o *stock* conferido e pronto para ser armazenado, o *stock* armazenado, o *stock* recolhido das localizações e que aguarda embalagem, e o *stock* preparado para expedição. De seguida apresenta-se com o auxílio da ferramenta M&I todos os processos realizados no armazém da TLSPT consoante a área abordada.

3.2.1. Descarga

Após o briefing, que se inicia às 8h30, o processo começa com a descarga dos materiais contidos nos contentores diários. O agendamento desses camiões é conhecido antecipadamente, permitindo uma programação cuidadosa e organizada da quantidade de material que a empresa irá receber. Em termos gerais, são recebidos diariamente entre, um a dois camiões carregados de peças, que serão processadas conforme o procedimento estabelecido: receção, conferência e arrumação. Além desses, é recebido também, por norma, diariamente, um camião designado de *OGE*, que transporta peças requisitadas com extrema urgência por diversas oficinas, em Portugal, Espanha e ilhas. Dado o carácter prioritário desses pedidos, o material deve ser processado e expedido no mesmo dia, motivo pelo qual se adota o procedimento de *cross-dock* a este tipo de material.

Devido a fatores externos, como a sobreposição de feriados ou a ausência de transporte de um contentor OGE em dias programados, ocorrem situações em que dois contentores OGE chegam ao armazém no mesmo dia. Estes imprevistos, muitas vezes provocados por condições alheias ao planeamento logístico habitual, resultam em sobrecarga de operações no armazém. Na Figura 12 é possível identificar um esquema que permite uma visão clara dos tipos de veículos utilizados no transporte, bem como os respetivos horários de chegada, facilitando o planeamento logístico e a alocação de recursos.

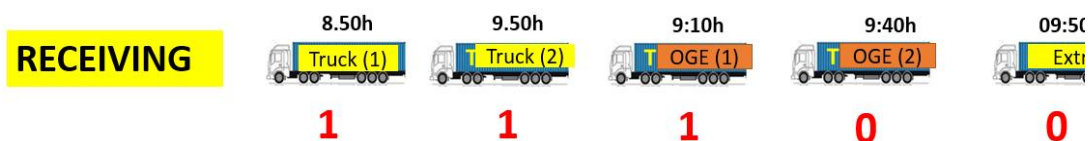


Figura 12 - Esquema de chegada de camiões

O armazém da TLSPT dispõe de quatro cais para descarga e carga. Nos dias normais, os contentores comuns costumam ser descarregados nos cais 3 e 4, que estão diretamente em frente à zona de estágio da descarga. O camião OGE, por sua vez, utiliza sempre o cais 2 para a sua descarga, que se encontra em frente à estação de *cross-dock*, onde o material urgente é descarregado. Se, a estação de *cross-dock* estiver cheia, as restantes paletes da OGE são encaminhadas para a zona de estágio da descarga da *cross-dock*. Na Figura 13, são identificados

os diferentes cais de descarga destinados aos contentores, assim como as respetivas Zonas de Estágio (Z.E.) associadas a cada tipo de material descarregado. De forma a complementar a informação visual e facilitar a gestão interna, cada zona de estágio está identificada por uma letra, de acordo com a codificação utilizada no software M&I. Estas zonas correspondem a áreas específicas do armazém, onde os materiais são temporariamente armazenados após o seu descarregamento.

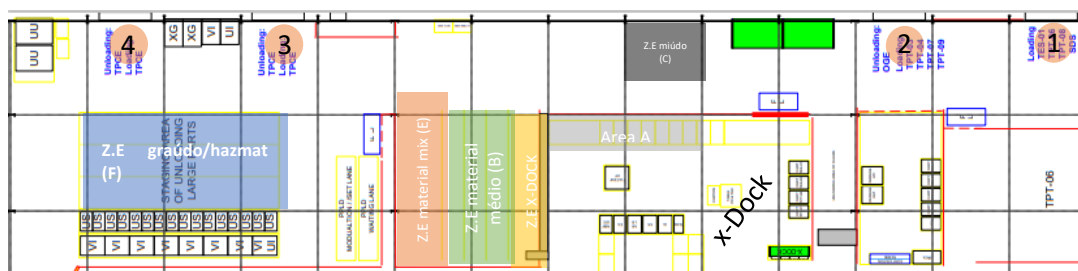


Figura 13 - Zonas de estágio/cais de descarga

Contudo, devido à limitação de espaço e à segurança operacional, nunca é permitido que duas máquinas operem simultaneamente na mesma área. Por essa razão, em dias em que há dois camiões convencionais e um camião OGE, não é possível realizar a descarga simultânea de ambos os camiões normais. Em contrapartida, a descarga do camião OGE e de um camião normal pode ocorrer em simultâneo, uma vez que se processam em diferentes zonas do armazém. Caso a área de estágio esteja sem espaço para o material da OGE, o operador responsável por essa descarga deve aguardar até que a zona de estágio da descarga esteja livre, permitindo assim a descarga do material restante.

Por fim, os colaboradores responsáveis pela descarga realizam uma verificação informática, através de um *scanner* os dados relativos ao material recebido e às suas quantidades são lidos e cruzados com o *dock sheet* do contentor. Este procedimento permite garantir a coerência entre o que foi solicitado, o que o fornecedor afirma ter enviado, e o que efetivamente foi entregue.

3.2.2. *Sorting* e arrumação

Após o processo de descarga dos contentores previstos para o dia, inicia-se a etapa de *sorting* do material. Após a leitura e verificação do material, os itens são organizados em "posições" específicas dentro da *Sort-Station*. Esta estratégia de posicionamento visa facilitar a arrumação subsequente, permitindo que os carros de arrumação percorram trajetos mais curtos e eficientes, concentrando-se apenas nas zonas de armazenamento que correspondem às

"posições" indicadas. Dessa forma, a organização do armazém é otimizada, reduzindo a complexidade e o tempo necessário para o armazenamento dos itens.

Adicionalmente, o sistema AS400, em conjunto com uma inspeção visual por parte do colaborador, possibilita identificar se determinado material já possui um destino ou cliente específico. Quando isso ocorre, o item é imediatamente encaminhado para o processo de *cross-dock*, sendo direcionado diretamente ao seu destino final sem a necessidade de armazenamento.

Para os itens que necessitam ser armazenados no armazém, as suas localizações, conhecidas já pelo sistema AS400, são avaliadas consoante a leitura do carro de arrumação, permitindo a elaboração do percurso mais rápido e eficiente de arrumação. Este ciclo de *sorting* e arrumação repete-se continuamente enquanto houver material a ser processado, garantindo que o fluxo de trabalho no armazém se mantenha eficiente e organizado.

De seguida serão identificadas as diferentes áreas de conferência:

3.2.2.1. *Sort-Station 1 – SS1*

O processo de *sorting* do material rececionado na TLSPT é realizado maioritariamente em três áreas distintas: a Sort-Station 1 (SS1), a Sort-Station 2 (SS2), e a área de *Cross-Dock*. Cada uma dessas áreas desempenha um papel específico na organização e verificação dos materiais recebidos.

A *Sort-Station 1* é dedicada à conferência de material de pequenas dimensões, conhecido como "*small parts*". Na Figura 14, são apresentados exemplos de materiais de pequenas dimensões, designados como "*small parts*" no contexto industrial e logístico.

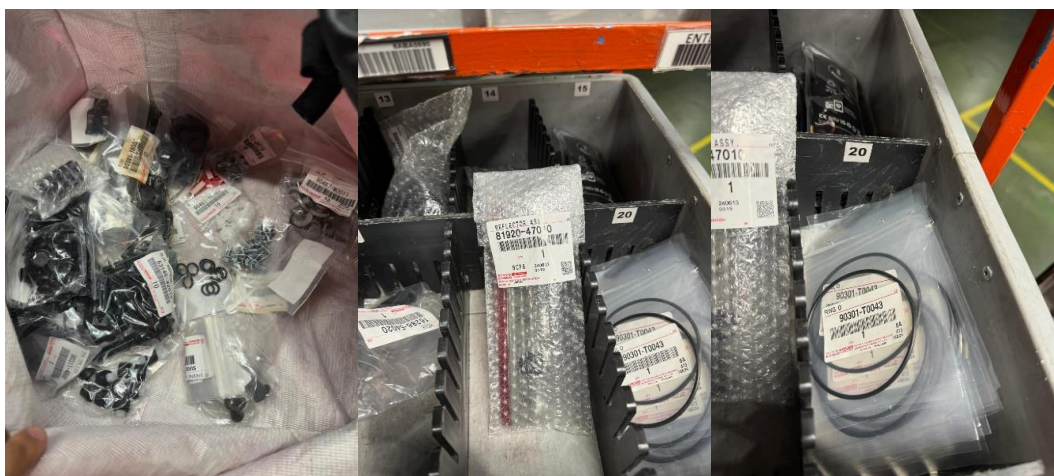


Figura 14 - Exemplos de material miúdo

Apesar de não estar próxima da zona de estágio de descarga, esta estação está localizada no meio dos lotes de armazenamento, conforme indicado na Figura 15. Essa configuração exige que um colaborador da recepção transporte as peças até à *Sort-Station 1* utilizando um carro de transporte, apresentado na Figura 16.

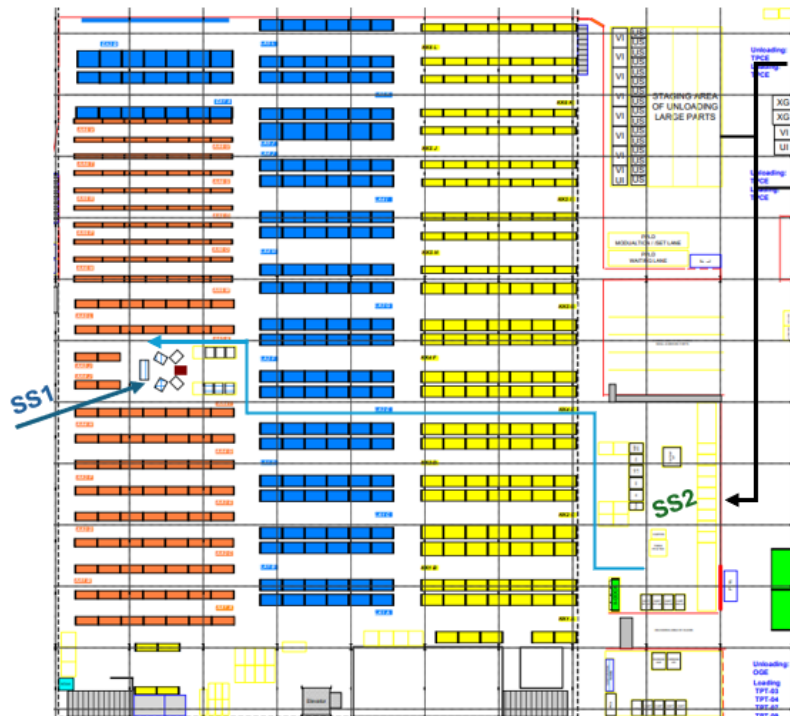


Figura 15 - Localização das Sort-Stations no armazém



Figura 16 - Unata Cart

Para garantir a eficiência do processo e evitar interrupções, o supervisor ou *team leader* da recepção desempenha um papel crucial no reabastecimento contínuo da *Sort-Station 1*. Quando o *stock* de peças começa a escassear na estação, o supervisor informa o colaborador responsável pelo transporte interno, para colocar uma paleta com material, da zona de estágio deste material, num carro de transporte, que é então levada até à *Sort-Station 1* por um colaborador. Esse procedimento assegura que o colaborador responsável pela conferência das peças na *Sort-Station 1* mantenha um fluxo de trabalho constante, sem a necessidade de abandonar o seu posto para realizar o transporte de paletes.

Após as peças serem entregues na *Sort-Station 1*, o colaborador responsável pelo transporte retorna à zona de recepção com o carro e a respetiva paleta vazia. Essa paleta vazia é, então, reabastecida pelo responsável pelo transporte interno, garantindo que o ciclo de *sorting* e transporte continue sem interrupções. Este processo coordenado entre os colaboradores e supervisores da recepção assegura que a conferência das *small parts* seja realizada de forma contínua e eficiente, minimizando tempos de paragem e otimizando o fluxo de trabalho.

O processo de operação na *Sort-Station 1* (SS1) tem início com a leitura da etiqueta do *MU Label*, presente nos sacos vermelhos utilizados para o transporte das *small parts*. Estes sacos são característicos no fluxo logístico deste tipo de material. Após a identificação do saco através da leitura da etiqueta, realiza-se a leitura individual de cada peça com o auxílio de um scanner, que captura a referência específica do material.

Num fluxo contínuo, as peças são, então, alocadas em carros de armazenamento, conforme ilustrado na Figura 17. Este processo de alocação é feito de acordo com a posição da *Sort-*

Station, onde o material é distribuído em um dos quatro carros de armazenamento disponíveis. Cada um destes carros destina-se a uma área distinta do *mezzanine* dedicado ao armazenamento de peças miúdas.

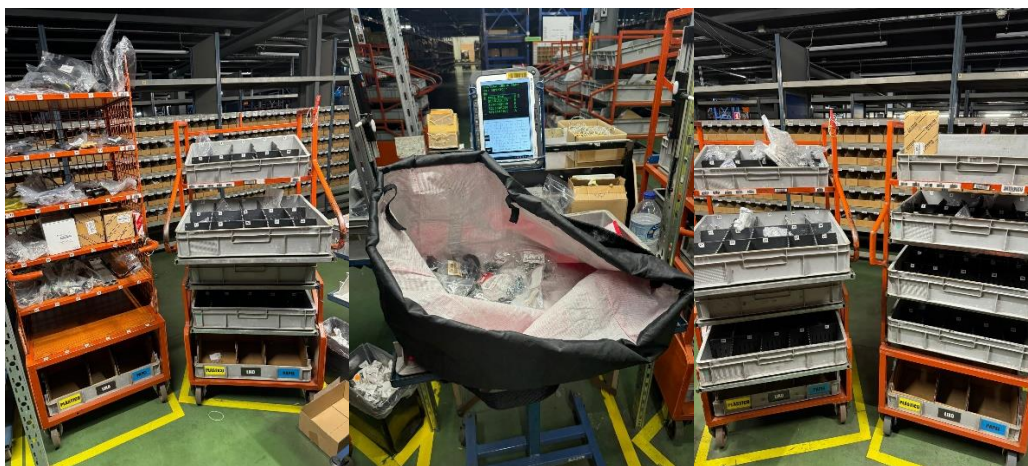


Figura 17 - Diferentes posições na Sort-Station 1

Quando um dos carros de *sort*/armazenamento se encontra totalmente preenchido e pronto para ser transferido para a zona de estágio de armazenamento, é atribuído um número sequencial ao mesmo, de forma a indicar a ordem correta de arrumação, conforme apresentado na Figura 18.

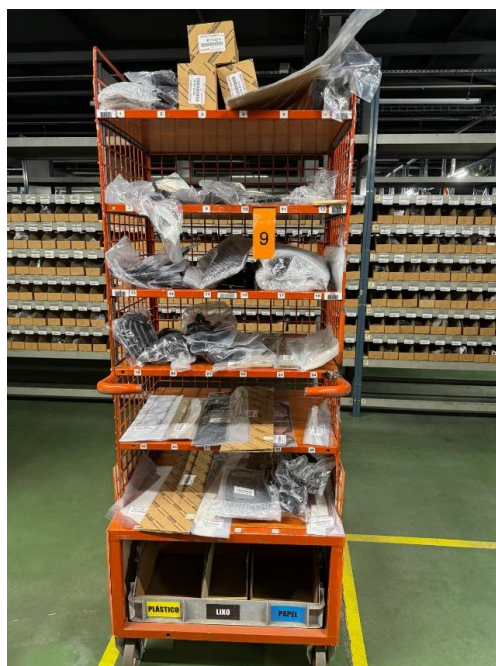


Figura 18 - Carro de arrumação

Essa numeração é organizada de forma intercalada entre as áreas de estágio dos carros de armazenagem, por duas razões principais: em primeiro lugar, para evitar que dois colaboradores estejam a realizar a arrumação simultaneamente nos mesmos corredores, o que poderia gerar congestionamento; em segundo lugar, para garantir que haja sempre carros de reposição disponíveis na *Sort-Station*, evitando assim eventuais paragens no fluxo de trabalho devido à ausência de carros vazios para reposição.

Com isto, com o auxílio da ferramenta M&I foi estabelecido o fluxo do material miúdo, com os dados retirados do dia 15/07/2024, apresentado na Figura 19.

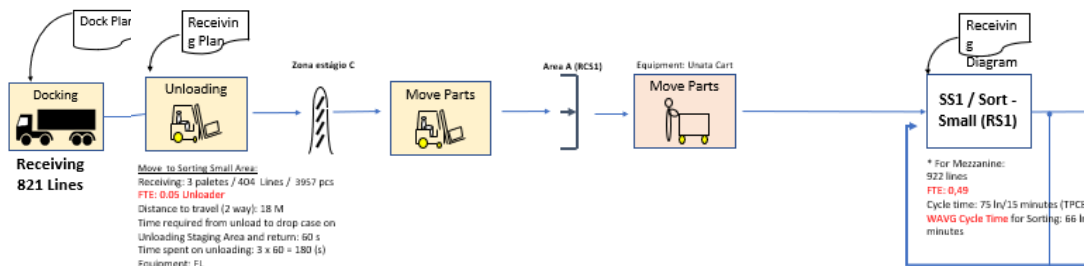


Figura 19 - Fluxo do material miúdo (SS1)

3.2.2.2. Sort-Station 2 – SS2

3.2.2.2.1. Material médio

A *Sort-Station 2* é dedicada ao *sorting* de material de tamanho médio e paletes com um *mix* de material médio/grande. Após a descarga destes materiais, estes são colocados nas respetivas áreas designadas para descarga. Devido à presença contínua de linhas de estágio do dia de trabalho anterior, no início do dia de trabalho, não há necessidade de aguardar a descarga do contentor diário. Assim, após o briefing inicial, os colaboradores da receção dispõem de todas as ferramentas necessárias para iniciar suas atividades.

A *Sort-Station 2* está equipada com cinco espaços para o reabastecimento de paletes contendo material de tamanho médio e um espaço adicional para o reabastecimento das paletes que apresentam *mix* de material médio-graúdo. Este *mix* de material é geralmente transportado em paletes *UI* e *UJ*, que são de maiores dimensões do que as paletes *US* utilizadas para o transporte de material médio. Na Figura 20, é possível visualizar o início do processo de trabalho na *Sort-Station 2* começando com o colaborador movendo-se cerca de 2 a 3 metros para posicionar o *Unata Cart* de forma ideal para o manuseio eficiente do material.

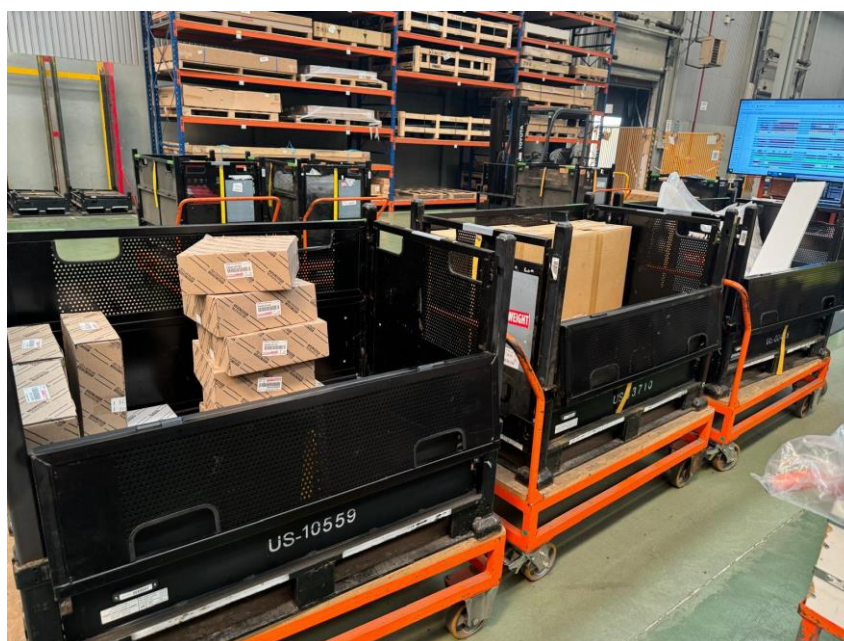


Figura 20 - Material preparado para sorting

Similarmente ao processo da *Sort-Station 1*, os materiais são organizados em diferentes posições dentro da *Sort-Station 2*, conforme a secção do armazém em que serão armazenados. Ao todo, existem seis posições distintas na *Sort-Station 2*, cada uma identificada de acordo com a legenda representada na Figura 21.



Figura 21 - Posições de sorting (SS2)

O processo de sorting na *Sort Station 2* inicia-se com a leitura do *MU label* presente na paleta, que permite aceder de forma eficiente a todas as referências dos itens presentes na referida paleta. A Figura 22 ilustra um exemplo de *MU label*, demonstrando as informações essenciais associadas a este código.



Figura 22 - MU Label

Após a leitura do MU label, o colaborador procede à leitura de uma das referências de material, sendo a informação detalhada automaticamente exibida no tablet de trabalho. Na Figura 23 é apresentado um exemplo da interface que o colaborador visualiza no seu dispositivo, contendo detalhes sobre o material, a sua localização e instruções para o próximo passo do processo.

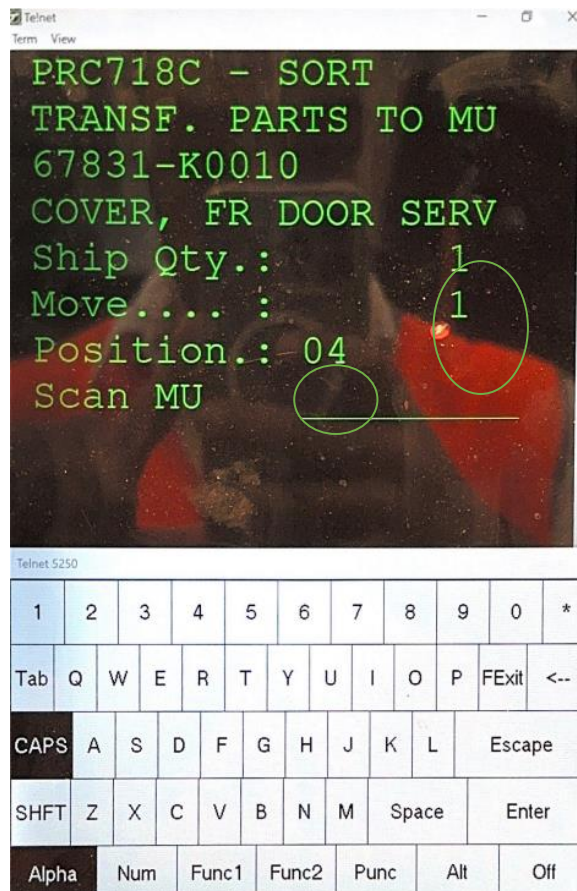


Figura 23 - Interface do AS400

Uma vez identificada a posição correta e a quantidade de material a ser armazenada, o colaborador coloca o item na respectiva posição de *sorting* indicada no sistema. Este procedimento pode ser observado na Figura 24, onde o colaborador posiciona o material conforme as instruções apresentadas no sistema, assegurando a correta gestão do inventário.



Figura 24 - Posição final específica apresentada na interface da Figura 23

No entanto, quando uma determinada referência não possui uma posição pré-definida no armazém, o sistema alerta o colaborador, indicando que a peça deve ser levada a um carro específico, denominado "*LOC MEDIUM*". Este carro especial permite que, após uma avaliação do material contido nele, os colaboradores responsáveis pelo *Kaizen Day to Day* encontrem uma nova localização para a referência em questão, assegurando a organização e a otimização contínua do espaço de armazenamento. Na Figura 25, é apresentado o carro denominado *LOC MEDIUM*, utilizado no processo de gestão de materiais novos ou sem localização definida dentro do armazém.



Figura 25 - Carro LOC MEDIUM

Quando um carro de sorting/arrumação atinge a sua capacidade máxima de linhas de arrumação para um determinado ciclo, dependendo da posição, o sistema sinaliza a necessidade de substituição, apresentado na Figura 26.

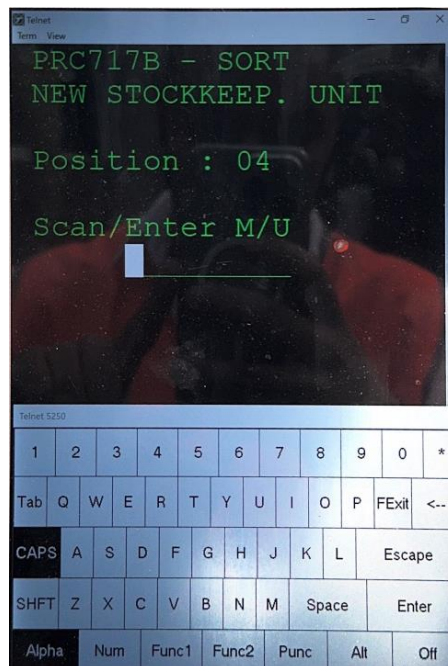


Figura 26 - Interface do AS400 para mudança de carro de sorting/arrumação

A quantidade de linhas de arrumação por ciclo é previamente definida com base na zona de armazenagem à qual o material em questão pertence. Embora a duração de cada ciclo seja fixada em 15 minutos, o número de linhas de arrumação pode variar, dependendo das exigências específicas da zona de armazenamento.

Este ciclo de conferência e organização do material repete-se continuamente enquanto houver material para ser conferido. Quando os espaços dedicados ao armazenamento das paletes vazias ficam preenchidos, o responsável pelo transporte interno da receção reabastece esses espaços de forma oportuna, garantindo que não haja interrupções na produtividade.

Através da utilização da ferramenta M&I, é possível acompanhar de forma detalhada o fluxo de peças durante todo o processo de *sorting*, desde a sua entrada no sistema até à conclusão para a fase de arrumação, apresentado na Figura 27.

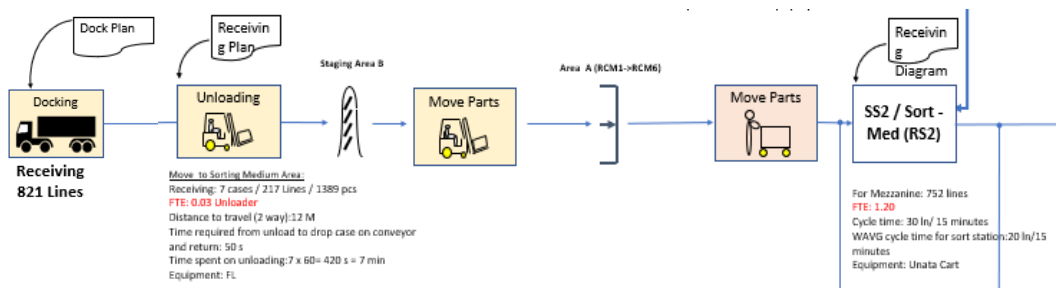


Figura 27 - Ferramenta M&I do sorting de material médio (SS2)

3.2.2.2.2. Mix – Médio/graúdo

Na *Sort-Station 2*, também é tratado um mix de material, médio/graúdo que, se encontra misturado numa mesma paleta. Este *mix* de material é identificado logo durante o processo de descarga do camião, utilizando o sistema AS400. Quando uma paleta UI ou UJ, é descarregada, o operador recorre a um *scanner* para verificar a existência de material médio e graúdo na mesma paleta. Os materiais médios são classificados no sistema com designações como "K", "L" e "E", enquanto o material graúdo é usualmente identificado como "H". Caso seja detetada a presença deste *mix*, a paleta é direcionada para uma zona específica da área de estágio da descarga, separando, assim, o material que requer um tratamento específico. Se a paleta contiver apenas "H's", esta é diretamente enviada para a área de estágio do *Flat-Bay*, onde aguardará o respetivo armazenamento. Na Figura 28, é possível observar um exemplo de uma paleta contendo este *mix* de material. Esta configuração de paleta reflete a organização típica de peças de diferentes tipos e tamanhos que são processadas simultaneamente durante esta operação de *sorting*.



Figura 28 - Mix de material médio/graúdo

No que respeita ao tratamento das paletes com *mix* de materiais na SS2, existem dois processos possíveis. A tarefa principal consiste em separar o material médio do material graúdo. O material médio é então conferido e alocado numa das posições de armazenamento previamente estabelecidas na *Sort-Station*. Contudo, o processo pode variar ligeiramente, dependendo da quantidade de material médio presente na paleta.

Se a paleta contiver uma pequena quantidade de material médio, o operador inicia a conferência desse material. Após a separação, caso a paleta ainda contenha um número considerável de peças destinadas ao *Flat-Bay*, o operador informa o responsável pelo reabastecimento da *Sort-Station* de que a paleta está pronta para ser realocada para o *Flat-Bay*.

Por outro lado, se a paleta apresentar uma quantidade substancial de material médio, este será separado e conferido conforme mencionado anteriormente. Além disso, o material graúdo será igualmente conferido e separado. Como este material se destina ao *Flat-Bay*, é colocado num *conveyor* existente na *Sort-Station*, apresentado na Figura 29.



(a)



(b)

Figura 29 - Conveyor. (a) cartão e plástico (b) ferro

Uma vez que uma paleta no *conveyor* esteja cheia (normalmente com cerca de 12 linhas de material), o material é transportado para a área de estágio do *Flat-Bay*. Este procedimento é adotado para maximizar a eficiência no armazenamento no *Flat-Bay*. Se a paleta fosse levada diretamente para o *Flat-Bay* após a remoção do material médio, o operador teria de realizar o ciclo de armazenamento com um menor número de linhas do que o ciclo de arrumação estabelecido, o que resultaria numa menor eficiência e aumentaria o número de viagens necessárias para a correta armazenagem de todo o material existente na zona de estágio.

Com o auxílio da ferramenta M&I foi estabelecido o fluxo do *mix* de material médio/graúdo, mais uma vez estes dados foram retirados do dia 15/07/2024, apresentado na Figura 30.

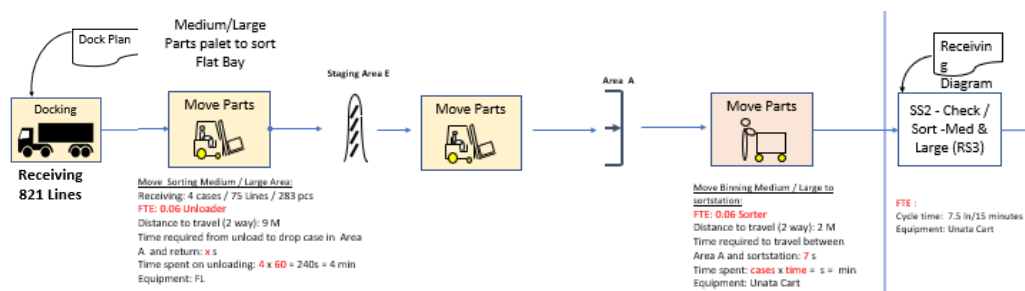


Figura 30 - Ferramenta M&I do processo de sorting do material médio/graúdo (SS2)

3.2.2.2.3. Material HAZMAT

No contexto da *Sort-Station 2*, além do processo de *sorting* do material médio e *mix* de material médio/graúdo, foi identificado um terceiro fluxo de trabalho importante relacionado ao *sorting*, de material *Hazmat*. O termo *Hazmat* é uma abreviação para *Hazardous Materials* (Materiais Perigosos), referindo-se a substâncias que, quando manuseadas, transportadas ou armazenadas de maneira inadequada, podem representar riscos à saúde humana, ao meio ambiente e à segurança. Esses materiais incluem substâncias químicas, biológicas, radioativas ou explosivas, que exigem precauções especiais durante o armazenamento e o transporte, devido ao seu potencial de causar contaminação, incêndios, explosões ou outras formas de acidentes.

No que diz respeito ao material classificado como *Hazmat*, o processo de *sorting* na *Sort-Station 2* (SS2) apresenta limitações específicas. Este processo é restrito ao material armazenado no corredor GG3 do *mezzanine*, o qual é constituído por itens de menores dimensões. Neste local, os materiais *Hazmat* são armazenados em prateleiras, o que elimina a necessidade de utilização de máquinas para manuseio, como ocorre nos outros processos de arrumação na TLSPT, de materiais *Hazmat* de maior dimensão ou complexidade.

Na Figura 31, é possível observar de forma clara e detalhada, utilizando a ferramenta M&I, o fluxo de material *Hazmat* que passa pela *Sort-Station 2*. A visualização através do software permite acompanhar todas as etapas do processo, desde a chegada do material à estação até à sua correta identificação e subsequente armazenamento.

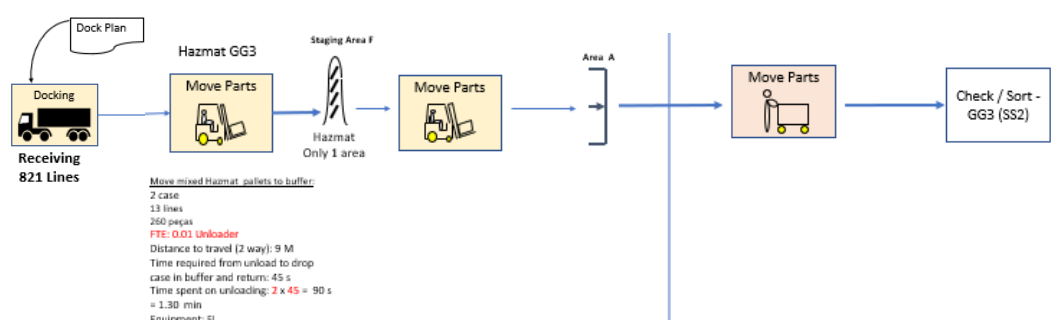


Figura 31 - Ferramenta M&I do processo de *sorting* do material hazmat (SS2)

3.2.2.3. Cross-Dock

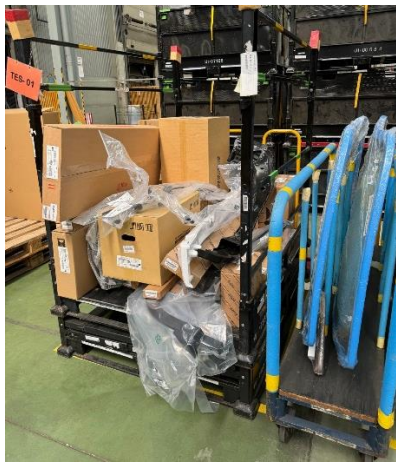
Conforme abordado previamente, o processo de *cross-dock* consiste na transferência direta de materiais da estação de recepção para a estação de expedição, sem que haja necessidade de armazenamento intermédio. Este procedimento visa a consolidação de encomendas com o mesmo destino final, otimizando o fluxo de materiais.

O processo na estação de *cross-dock* divide-se em duas etapas principais: a conferência de material miúdo e a conferência de material médio e graúdo. A distinção entre estes dois tipos de material reflete-se nos seus destinos finais. O material considerado miúdo inclui todos os itens que podem ser acomodados nas caixas, utilizadas na expedição de peças miúdas, as *corex*, de dimensões 76x25x32 cm. O processo de separação deste material ocorre na estação apresentada na Figura 32.

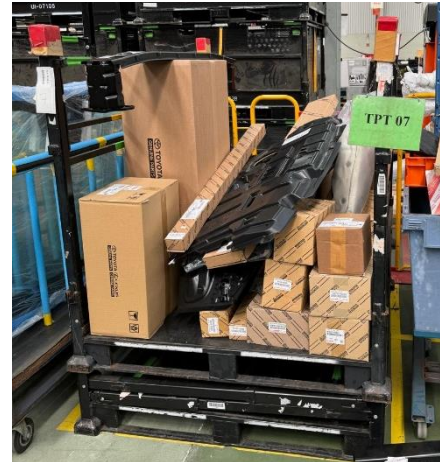
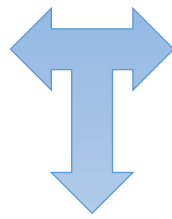


Figura 32 – Estação Cross-Dock. (a) 1 (b) 2

Por outro lado, o material de maiores dimensões (médio/graúdo) requer a utilização de uma etiqueta de *loading*, que é gerada pelo sistema após a leitura da peça. Uma vez que essas peças não cabem nas caixas *corex*, são colocadas em paletes, presentes na *sort-station*. Após a emissão da etiqueta, esta é colada na peça e a mesma é alocada na respetiva palete do *Dealer* designado, de forma a preparar o envio. Na estação de *cross-dock*, estão disponíveis três paletes, destinadas aos clientes TES-1, TPT-07 e TPT-06, conforme é possível identificar na Figura 33.

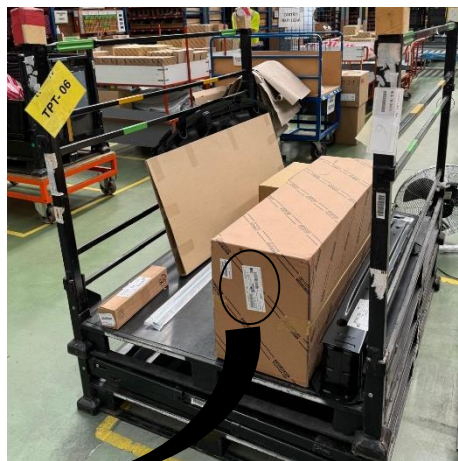


(a)



(b)

Loading
Label



(c)

Figura 33 - Paletes de material médio graúdo da Cross-Dock. (a) TES-01 (b) TPT-07 (c) TPT-06

Concluído o processo de *cross-dock*, o material miúdo é transportado para as estações de conferência da expedição, onde será devidamente acondicionado nas respetivas *corex*. Já o material médio e graúdo é direcionado para as zonas de carga de cada cliente, sendo distribuído pelas paletes vazias que foram previamente preparadas pelo colaborador responsável, no início da jornada de trabalho.

3.2.2.4. Flat-Bay

Conforme mencionado anteriormente, o *flat bay* é a área destinada ao armazenamento de peças de grande porte, também chamadas de peças graúdas. Após a descarga do contentor, é necessário que o colaborador realize o transporte interno dessas peças, da zona de estágio da descarga para a zona de estágio do *flat bay*. Nesta área, a maioria do material é armazenada diretamente (*direct binning*), utilizando um equipamento específico denominado de *high picker*. Esse método é necessário devido à grande altura dos lotes no *flat bay*, que só podem ser acessados por meio de *high pickers*. Na Figura 34, é possível identificar a máquina designado por *high picker*.



Figura 34 - High Picker

Contudo, na zona de estágio do *flat bay*, há dois tipos específicos de peças que sofrem um processo de *sorting*: para-choques e portas. Os para-choques são transportados em paletes específicas, designadas como *UU*, que possuem uma largura muito grande quando comparada com os corredores dos lotes do *flat bay*. Por essa razão, é necessário realizar uma separação dos para-choques em paletes apropriadas, que se encontram na zona de estágio.

De modo a se observar como este processo é realizado, na Figura 35, a zona de estágio das paletes de para-choques.



Figura 35 - Zona de estágio das paletes de para-choques

Essa separação é feita de maneira sistemática, com os para-choques sendo empilhados de acordo com a sua posição no lote. O para-choques destinado à posição mais distante no corredor é colocado na base, e os demais são sobrepostos, de modo a otimizar o processo de armazenamento e evitar que o colaborador precise procurar a peça na paleta e para que haja um fluxo direto no seu ciclo. Um exemplo deste processo é evidenciado na Figura 36.



Figura 36 - paleta de para-choques para armazenamento

O outro tipo de peça preparado na zona de estágio do *flat bay* são as portas. Nesse processo, a preparação consiste em orientar as portas de forma que a etiqueta com a referência da peça fique voltada para o exterior, ou seja, visível a partir do corredor quando a máquina passa para realizar o armazenamento. Essa etapa é crucial porque as portas são peças pesadas e precisam ser deslizadas da paleta até o lote de armazenamento. Se não fosse realizada essa orientação prévia, o colaborador teria de manusear a porta enquanto elevado, o que poderia causar acidentes devido ao peso da peça e ao esforço ergonômico elevado exigido para ajustar a posição da referência. Este processo de armazenar as peças sempre com a referência virada para o corredor é um procedimento obrigatório em todas as áreas de arrumação, de modo a facilitar a identificação de algum erro no armazenamento da mesma, ajudar o processo de *picking*, entre outros.

Com o auxílio da ferramenta M&I foi estabelecido o fluxo destes processos de *sorting*, apresentado nas Figuras 37 e 38.

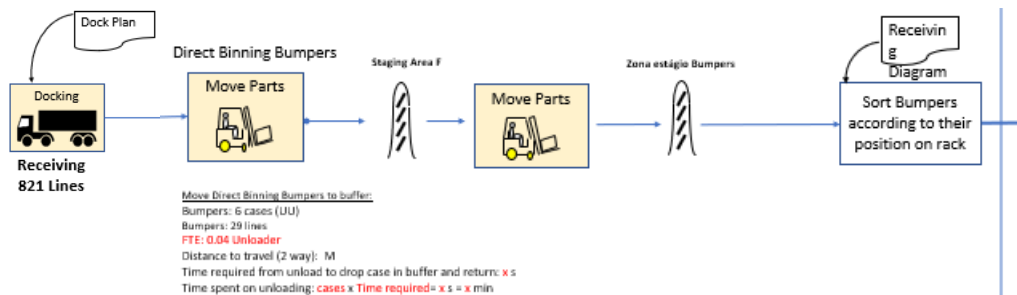


Figura 37 - Ferramenta M&I do processo de sorting de para-choques (Flat-Bay)

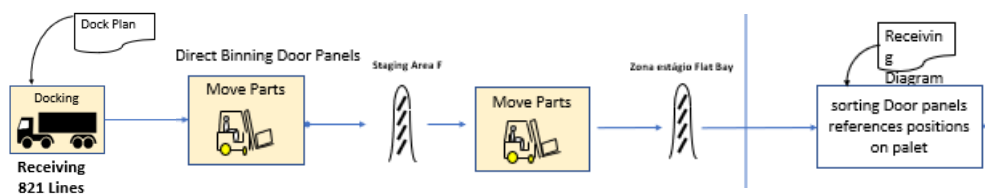


Figura 38 - Ferramenta M&I do processo de sorting das portas (Flat-Bay)

3.2.3. Armazenamento

Após as etapas de *sorting*, segue-se a fase final do processo de receção: a armazenagem das peças. Conforme discutido nos tópicos anteriores, a conferência de material nas respetivas estações é organizada por posições específicas, o que facilita a criação de um percurso otimizado para a armazenagem, de forma a cumprir o *Cycle-Time* estabelecido da maneira mais eficiente possível.

3.2.3.1 RB1 (Sort-Station 1)

Na *Sort-Station 1*, conforme ilustrado na Figura 39, a zona de estágio dos carros de armazenagem está dividida em duas áreas distintas. A Área 1 abriga três carros destinados ao armazenagem das peças localizadas entre os corredores AA1 A e AA5 J. Já na Área 2, encontram-se três carros responsáveis pelo armazenagem das peças situadas entre os corredores AA5 K e AA6 V.

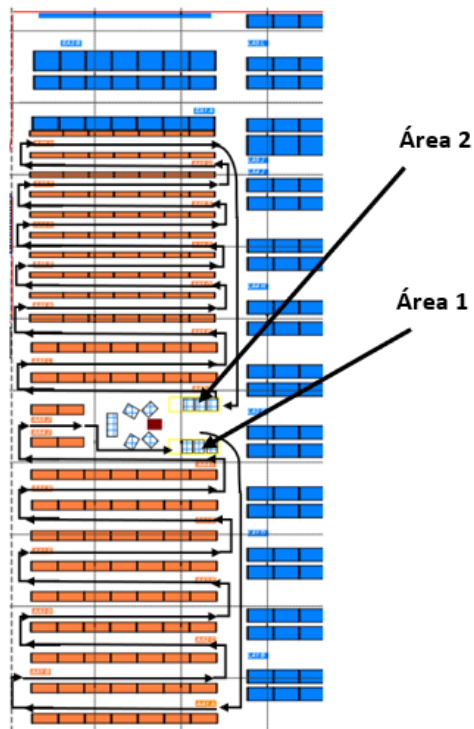


Figura 39 - Diferentes áreas da zona de estágio dos carros de armazenamento da Sort-Station 1 (SS1) e percursos de armazenamento

Além disso, tanto na Área 1 quanto na Área 2, existem dois espaços vagos específicos. Na Área 1, um desses espaços é reservado para o armazenamento das peças localizadas no piso 1 do *Mezzanine*, enquanto na Área 2, o espaço vago é destinado ao armazenamento de determinadas peças dos corredores KK que estão misturadas em paletes de material pequeno, apresentado nas Figuras 40 e 41. É de notar que o carro dedicado ao corredor KK armazena exclusivamente as peças entre os corredores KK5 G e KK6 L.

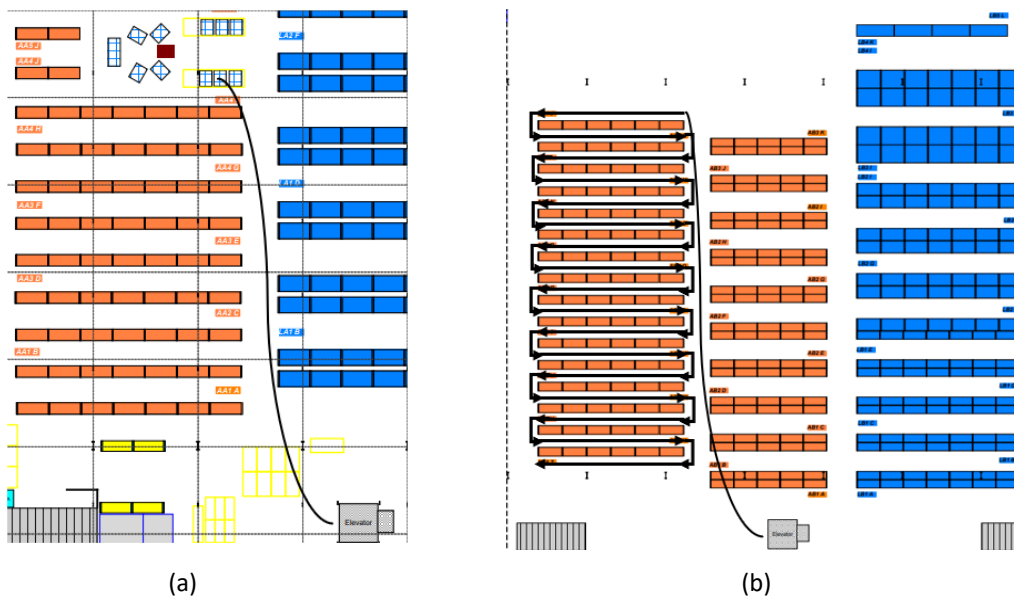


Figura 40 - percurso de armazenamento do material do Piso 1 do mezzanina. (a) piso 0 (b) piso 1

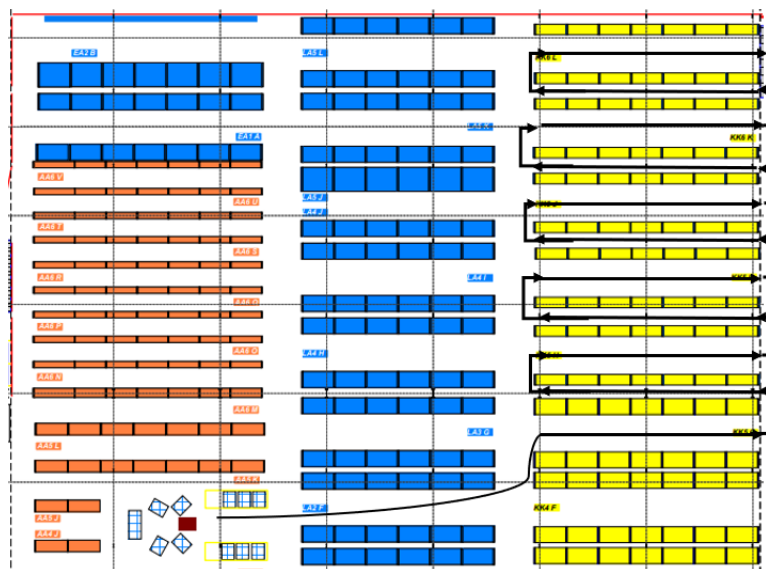


Figura 41 - Percurso de armazenagem do carro KK da Sort-Station 1 (SS1)

Esse sistema estruturado de organização dos carros de armazenamento não apenas facilita o processo de armazenagem, mas também garante que as peças sejam colocadas em seus locais de destino de forma rápida e precisa, contribuindo para a eficiência global do armazém.

Este processo é organizado pelo responsável de operações da recepção a partir de ferramenta designada de *Binning Cassette*, apresentada na Figura 42.

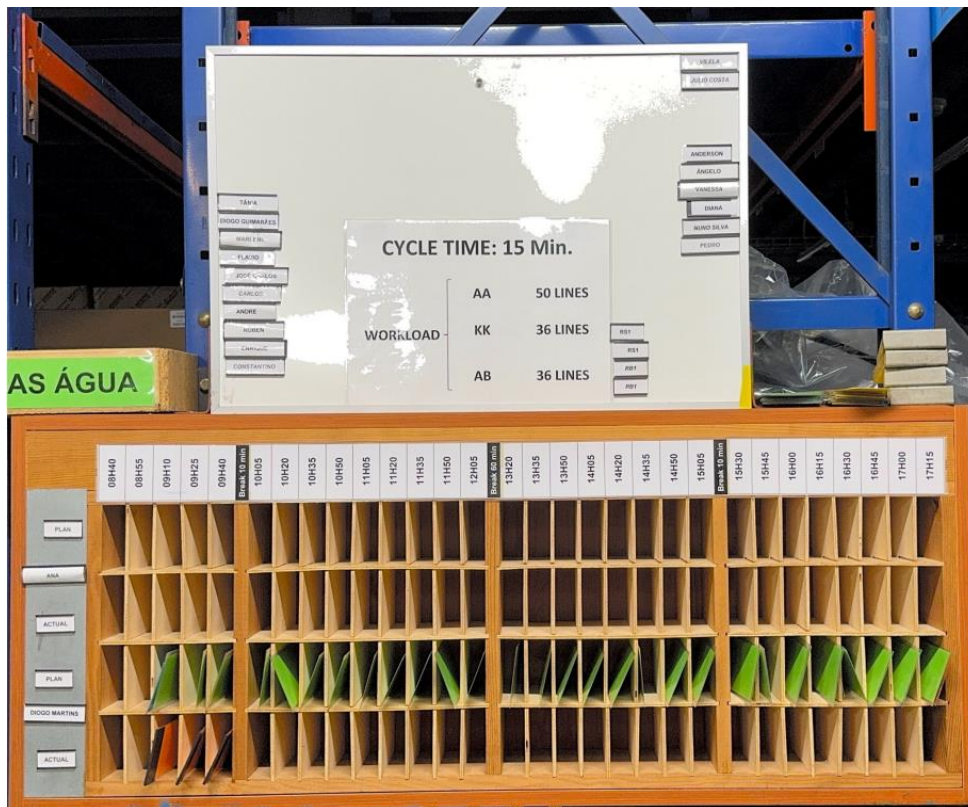


Figura 42 - Binning Cassette (SS1)

1. **Organização do Ciclo de Binning:** Inicia-se com a definição do ciclo de *binning*, que ocorre a cada 15 minutos, independente do número de linhas processadas. O ciclo inclui todas pausas programadas.
2. **Uso das Etiquetas:** Ao início da tarefa, é colocada uma etiqueta azul para indicar o começo da atividade. Em seguida, cada ciclo é marcado com uma etiqueta verde, representando o progresso da operação. Ao final de cada ciclo, uma etiqueta vermelha indica a conclusão do processo de *binning*.
3. **Gestão de Alterações:** Se for necessário alocar o colaborador para outra atividade durante o dia, essa mudança é indicada no quadro com a hora e a nova tarefa a ser realizada. Essas alterações são monitoradas e feitas pelo responsável pela recepção ao longo do turno.
4. **Monitorização e Eficiência:** O quadro, preenchido no início do dia de trabalho, facilita a visualização das atividades e permite ajustes conforme as necessidades do armazém. Esse sistema assegura que o processo de *binning* ocorra dentro do ciclo estipulado, sem comprometer a produtividade.

Com isto, é demonstrado de seguida, com o auxílio da Ferramenta M&I, Figura 43, o processo pós-sorting e respetiva arrumação das peças.

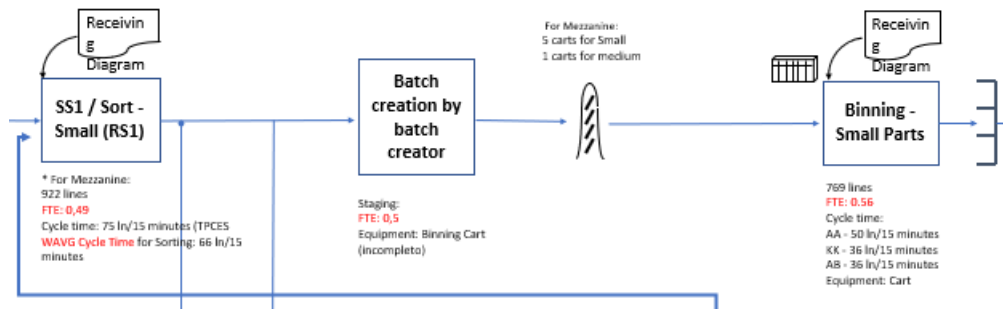


Figura 43 - Ferramenta M&I representando o processo de armazenagem da Sort-Station 1 (SS1)

3.2.3.2 RB2 (Sort-Station 2)

Na SS2, assim como na SS1, é utilizado um sistema de numeração para os carros de armazenagem. Os carros de arrumação são numerados pela ordem de armazenamento e suas posições no processo de *sorting* determinam o percurso a seguir, garantindo que o processo seja eficiente e que os colaboradores não trabalhem em zonas sobrepostas. Assim, evita-se que dois operadores atuem simultaneamente em áreas idênticas, promovendo uma maior organização e eficiência no fluxo de trabalho. Na Figura 44 é possível observar um carro de arrumação de material médio pronto a ser arrumado.



Figura 44 - Carro de arrumação de material médio da sort-station 2 (SS2)

Este sistema de numeração e organização visa otimizar o tempo e minimizar o deslocamento desnecessário durante o processo de armazenagem, resultando em uma operação mais rápida e sem interrupções, além de reduzir a sobrecarga nos colaboradores.

Nas posições definidas na *Sort-Station*, é possível observar a alocação de cada carro de arrumação e os respectivos corredores pelos quais irão percorrer no armazém. Cada carro de arrumação está programado para realizar um percurso específico, de acordo com a sua zona de armazenamento designada. Esta organização tem como objetivo otimizar o fluxo de materiais, minimizando o tempo de transporte e garantindo que os itens são armazenados de maneira eficiente e segura.

No processo de armazenagem, a contagem das peças é crucial para evitar erros no *sorting*, tanto na *sort-station* 1 quanto na 2. Quando o colaborador tenta armazenar peças e o sistema exibe o código "LOC FULL", isso indica que a localização atingiu o limite máximo de capacidade, estabelecido pelo colaborador do *Kaizen*, aquando da localização da mesma. Neste caso, as peças devem ser movidas para a "Drop Area", onde o responsável por *Kaizen* analisará a situação. A análise pode resultar em ajustes, como a alocação da peça em uma localização maior ou o uso da área de "Overflow" para excessos temporários. É importante nunca armazenar diretamente no "Overflow" sem passar pela análise na "Drop Area", garantindo uma gestão adequada de espaço e de procura.

Esta abordagem evita sobrecargas no armazém e facilita a avaliação contínua do fluxo de materiais, permitindo que as decisões sobre reestruturações de armazenamento sejam baseadas em dados precisos sobre a procura das peças e os padrões de entrega.

Em semelhança com o processo na SS1, este processo é monitorizado e controlado por um *Binnig Cassette*, apresentado na Figura 45.

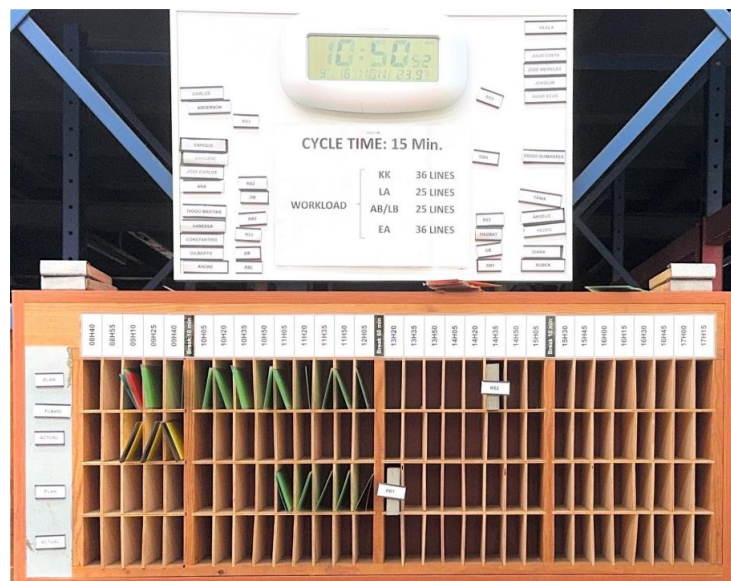


Figura 45 - Binning Cassette SS2

De seguida, a partir da ferramenta M&I, é apresentado, na Figura 46, o processo de arrumação na SS2 onde é possível identificar todos os dados retirados no dia 15/07/2024.

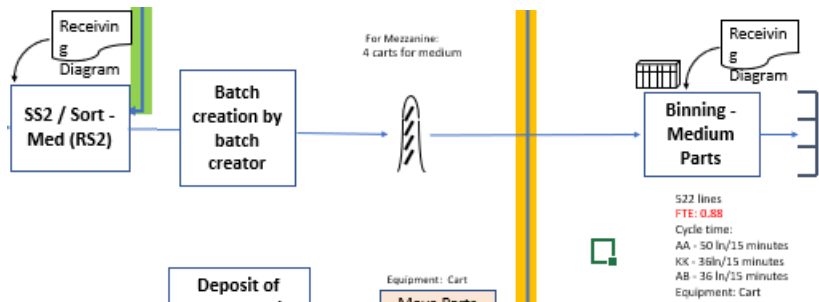


Figura 46 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação de material médio (SS2)

3.2.3.3. Flat-Bay

A última área de armazenamento no armazém é o *Flat-Bay*. Nesta zona, o processo de armazenagem é relativamente simplificado, exceto para peças específicas como portas e para-choques, que passam por processos de *sorting* antes de serem armazenadas. Estas peças requerem preparação especial, conforme já discutido. Todo o material proveniente da zona de estágio da descarga e da *Sort-Station 2* é transportado para a zona de estágio do *Flat-Bay* onde é arrumado diretamente no lote, num processo conhecido como *Direct Binning*. Este método permite otimizar o armazenamento e minimizar o tempo de manuseio. As Figuras 47 e 48 ilustram os processos detalhadamente.



Figura 47 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação de para-choques (Flat-Bay)

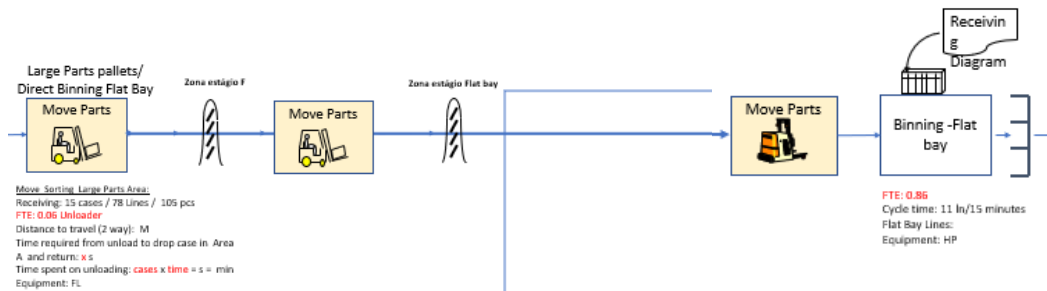


Figura 48 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de direct binning no (Flat-Bay)

Na zona de estágio do *Flat-Bay*, também se encontra material *Hazmat* que não passa pelo processo de *sorting* na *Sort-Station 2*. Este tipo de material, como baterias de carros, ceras e embalagens de óleo, é manuseado por máquinas designadas *Low Pickers* (LOP), devido à necessidade de armazenagem a baixa altura e à impossibilidade de circulação de *High Pickers* na zona de armazenagem específica.

A exceção a este processo é o armazenamento das baterias híbridas, que, devido ao seu acondicionamento em caixas de cartão, são armazenadas por *High Pickers* nos últimos lotes do *Flat-Bay*, especificamente na zona GG8, que permite um manuseamento mais seguro e eficiente.

De seguida, com o auxílio da ferramenta M&I, foram traçados os processos abordados, apresentados nas Figuras 49 e 50.



Figura 49 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação das baterias híbridas (Flat-Bay)

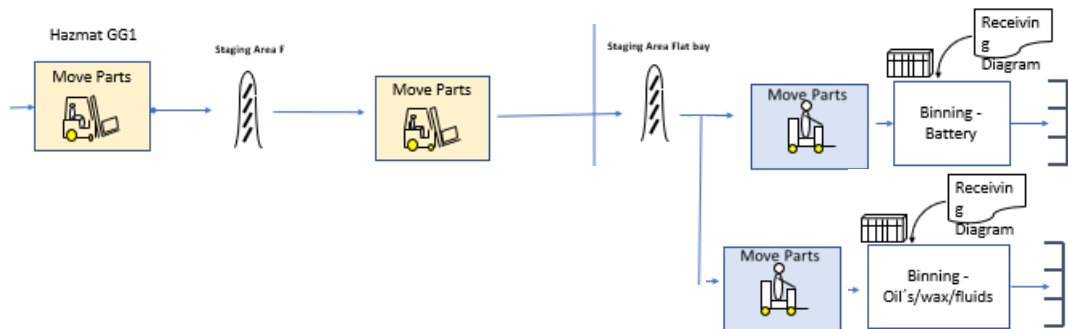


Figura 50 - Ferramenta M&I apresentando o fluxo de arrumação do material Hazmat (Flat-Bay)

O processo de armazenagem de bidões de óleo de 200 litros é ainda mais particular. Esses bidões necessitam de cintagem manual antes de serem armazenados. Esse procedimento ocorre numa área específica, distinta da zona de estágio do *Flat-Bay*, e exige o uso de empilhadores para movimentar os bidões até essa área.

O processo de cintagem de bidões inicia-se com a disposição individual dos mesmos na zona designada, conforme ilustrado na Figura 51 (a). Para facilitar esse procedimento, utiliza-se a ferramenta apresentada na Figura 51 (b), que auxilia no posicionamento correto dos bidões para a fase subsequente.



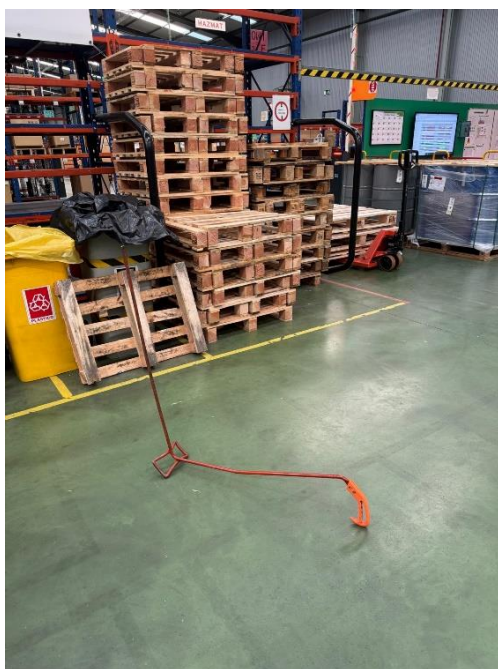
(a)



(b)

Figura 51 - Processo de cintar bidões. (a) posição do bidão para a realização do processo (b) ferramenta utilizada para o transporte desta para a zona (a)

Após a disposição adequada, é necessário o uso da ferramenta mostrada na Figura 52 (a), a qual permite a passagem da cinta por debaixo do bidão de forma ergonómica, Figura 52 (b). Esta abordagem é adotada para garantir a segurança e o conforto do operador, evitando a necessidade de levantamento manual excessivo ou posições desconfortáveis.



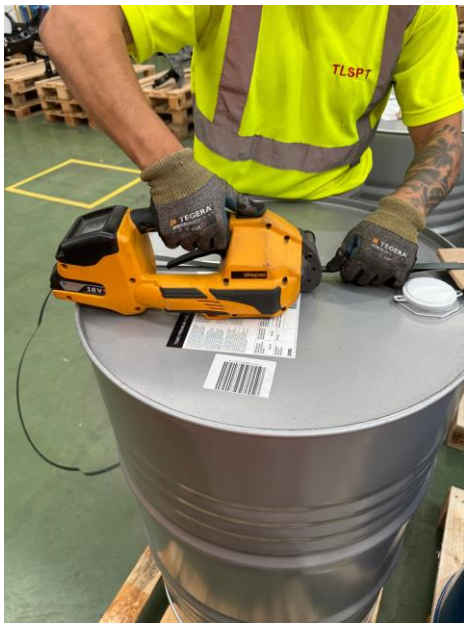
(a)



(b)

Figura 52 - Cintar bidões. (a) ferramenta ergonómica (b) procedimento realizado com o uso da ferramenta

Na última fase, as duas extremidades da cinta são unidas através de um processo de vulcanização, garantindo a fixação segura dos bidões, demonstrado na Figura 53 (a). Além disso, é colocado um cartão de proteção entre a cinta e o bidão, conforme mostrado na Figura 53 (b), para evitar danos ao recipiente durante o manuseio e transporte.



(a)



(b)

Figura 53 - Processo final de cintar bidões. (a) vulcanização na união da cinta (b) cartão de proteção

Esta abordagem sistematizada, com o uso de equipamentos adequados e processos específicos para cada tipo de material, assegura uma gestão eficaz e segura do material *Hazmat* dentro do armazém, respeitando as particularidades de armazenamento e manipulação de cada item. Na Figura 54, é demonstrado o fluxo deste processo a partir da ferramenta M&I.

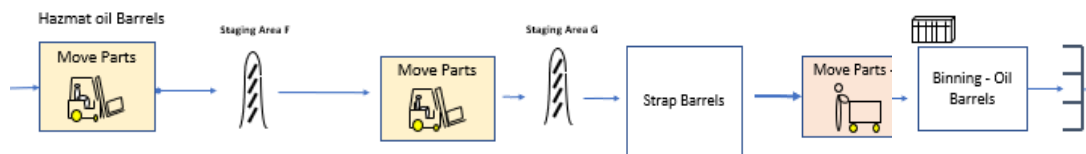


Figura 54 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de tratamento de bidões de 200l

3.2.3.4. Direct Binning

O *Direct Binning* é um processo de armazenagem em que o material, após ser descarregado é colocado diretamente no seu local final de armazenamento, sem passar por etapas intermediárias, como zonas de preparação. Este método visa otimizar o tempo de manuseio e reduzir a movimentação desnecessária de material dentro do armazém. No contexto da logística e gestão de armazéns, o *Direct Binning* é especialmente eficiente para itens grandes ou volumosos, como os que se encontram na área do *Flat-Bay*, como também em áreas onde

os itens vêm em grandes quantidades, como ocorre na *Sort-Station 1* e *Sort-Station 2*, onde se privilegia a agilidade na organização e armazenamento direto das peças.

No processo de armazenagem do armazém TLSPT, o *Direct Binning* é aplicado em diversas áreas, incluindo o *Flat-Bay* e as estações de *sorting* (SS1 e SS2). No *Flat-Bay*, grande parte do material é armazenado diretamente, enquanto na estação de *sorting* SS1, esse processo é apenas utilizado quando as peças não se adequam aos espaços dos carros de arrumação, sendo colocado numa zona específica existente na *Sort-Station*, pronto a ser armazenado posteriormente. Para facilitar a compreensão sobre a disposição dos espaços/posições de *sorting* no carro de armazenamento, apresenta-se na Figuras 55 (a) e 55 (b) exemplos práticos que ilustram a organização desses locais.



(a)



(b)

Figura 55 - posições de *sorting* num carro de arrumação (SS1). (a) 1 (b) 2

Na SS2, por exemplo, itens de alta procura, como filtros ou discos de travão, que chegam em grandes quantidades ao armazém, são frequentemente alocados diretamente para *direct binning*, evitando a criação de ciclos ineficientes. Esse método é regulado por parâmetros específicos para otimizar o tempo e recursos, garantindo que o *direct binning* ocorra apenas em situações em que ele seja mais eficiente. Quando restam muitas peças de uma única referência numa palete, ela é separada para *direct binning*, mantendo assim um fluxo de trabalho contínuo e eficiente. Se eventualmente, houver várias referências numa palete com um alto número de peças, estas terão que ser preparadas até apenas restar 1 referência na palete. O tempo de ciclo para arrumação de *direct binning*, atualmente, por referência, na SS2, é de 5 min por linha.

Esta abordagem é ideal em operações onde o fluxo de material é constante e a prioridade é minimizar a manipulação das mercadorias, garantindo que os itens sejam armazenados da

forma mais rápida e eficiente possível, maximizando a produtividade e otimizando os recursos disponíveis no armazém.

Com base na análise da ferramenta *M&I*, é possível verificar que o processo em questão opera de forma independente do método de arrumação *standard*, como demonstrado na Figura 56.

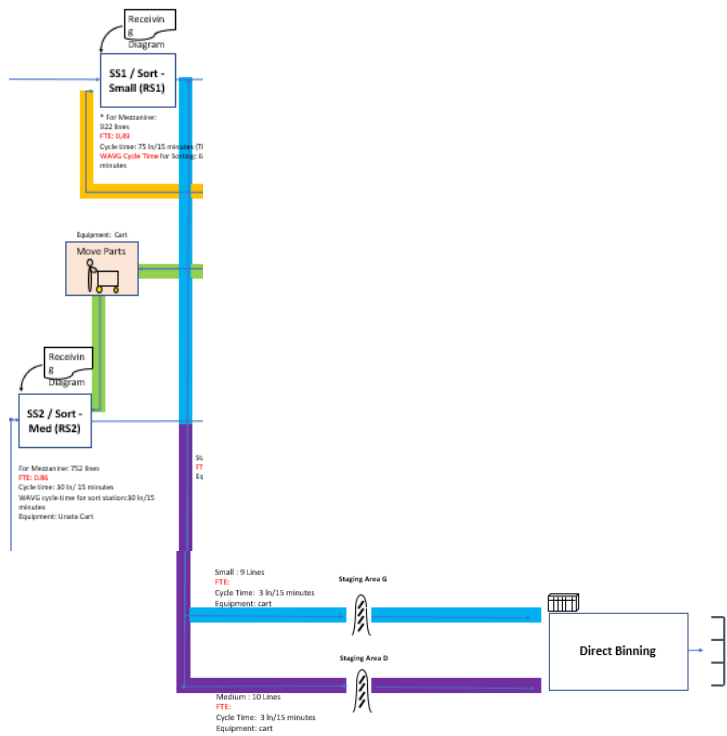


Figura 56 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de Direct Binning (SS1/SS2)

3.2.4. Expedição

O processo de expedição de peças num armazém é composto por várias etapas que garantem a eficiência e organização no envio de produtos para os seus respetivos destinos. Esse fluxo começa com a separação das peças, de acordo com as ordens de encomenda recebidas, onde os itens são selecionados e conferidos para assegurar que correspondem às especificações solicitadas, como a quantidade e a referência corretas.

No entanto, nem todo o material expedido segue este modelo de acondicionamento em *corex's*, apresentado um exemplo destas *corex* na Figura 57.



Figura 57 - Corex

Existe também o material que é separado peça a peça e já etiquetado com o rótulo do cliente final. Este material não passa pelo processo adicional de conferência para as *corex*, sendo diretamente transportado para a zona de estágio do respetivo dealer. Este fluxo direto reduz o tempo de manuseio e facilita o transporte rápido para o cliente, já que o material está pronto para ser enviado sem passar por uma etapa de reconfirmação.

3.2.4.1. Preparação de linhas

O processo de expedição de peças no armazém inclui não só a conferência e embalagem do material, mas também a preparação das linhas de expedição, organizadas conforme os diversos clientes para os quais o material será enviado. Esta etapa visa garantir que as encomendas são separadas por destino, facilitando o processo logístico.

Este processo tem início quando o colaborador responsável recolhe as "*corex*" na respetiva zona de estágio. Após a recolha, as *corex* são montadas e etiquetadas com os *labels* específicos de cada cliente, garantindo a correta identificação e separação dos materiais, evidenciado na Figura 58.



Figura 58 - Preparação de linhas (TPT-07)

Na figura apresentada, observa-se os *sub-shipments* A, B e C da linha TPT-07, encontrando-se esta subdividida em três *sub-shipments*. Cada um desses *sub-shipments* contém um número diferente de clientes, representando diferentes clientes pertencentes à mesma linha, neste caso, a TPT-07. Este sistema é integrado no software AS400, que durante a impressão dos "*work assignments*" para a tarefa de *picking*, é dividida nos carros as posições de *picking* entre os *sub-shipments*. Esta subdivisão permite otimizar o processo de expedição, garantindo uma melhor organização e eficiência na preparação dos envios para os clientes finais. Nas Figuras 59 e 60, são apresentados dois tipos distintos de carros de *picking*, um destinado ao material de médio e outro ao material de miúdo, cada um com as suas respetivas subdivisões funcionais, previamente abordadas.



Figura 59 - carro de picking (material médio)

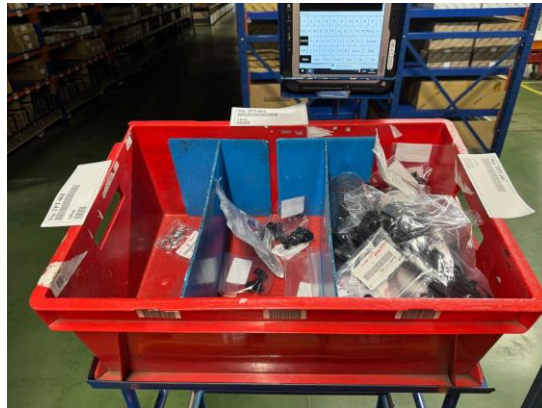


Figura 60 - carro de picking (material miúdo)

Esta organização é crucial para assegurar que os envios seguem com precisão para os seus destinos, minimizando erros e agilizando o processo de entrega.

3.2.4.2. Picking

No processo de expedição, a preparação das linhas ocorre em paralelo com o processo de separação das peças, *picking*, realizada com base nas instruções dos "work assignments". As peças são separadas e contadas de modo a garantir conformidade com as especificações que o sistema requer, como a quantidade e a referência. Existem dois tipos de "work assignments": o *picking* à peça e o *picking* à linha. Para material pequeno, o *picking* é sempre feito à linha. No processo logístico de *picking*, uma "linha" refere-se a um pedido único, independentemente da quantidade de itens solicitados. Assim, cada linha corresponde a uma ordem específica dentro de um conjunto de pedidos que constituem um *work assignment*. Por exemplo, um cliente pode solicitar 50 velas de ignição, o que pode ocorrer de duas maneiras: com 50 pedidos separados de uma vela cada ou com um único pedido de 50 velas. Se um cliente fizer 50 pedidos separados de uma vela, isso resultará em 50 linhas. No entanto, se o mesmo cliente fizer um único pedido de 50 velas, isso equivalerá a apenas uma linha. Assim, cada linha é tratada como uma entidade individual, simplificando a compreensão do conceito no âmbito dos processos de *picking*, enquanto o *work assignment* pode ser composto por múltiplas ordens de *picking* associadas a diferentes linhas.

No caso de material médio, ambos os tipos de *picking* são utilizados. No *picking* à linha, o processo é similar ao do material miúdo, com o carro de *picking* sendo dividido em três secções, correspondentes aos *sub-shipments* do *shipment* em questão. No *picking* à peça, o *work assignment* é incorporado com uma série de *labels*, cada peça recebendo uma etiqueta específica que deve ser colocada individualmente. Na Figura 61, é possível observar um carro de *picking* à peça após a conclusão de um *work assignment*.



Figura 61 - *Picking* à peça

A decisão do sistema em optar por *picking* à linha ou *picking* à peça depende essencialmente das dimensões da peça requisitada. Esta informação é introduzida no sistema AS400 quando a localização da peça é realizada. Se as dimensões da peça excederem o tamanho máximo permitido pela *corex*, o sistema automaticamente atribui o *picking* à peça, assegurando que o material é manuseado de maneira adequada e compatível com os processos de expedição e transporte. Este critério de seleção baseado em dimensões evita problemas de manuseio e danos durante o transporte, assegurando a integridade do material até à sua entrega final. Aqui, o controle de qualidade é especialmente relevante, pois todas as peças separadas à peça, seja material médio, são enviadas diretamente para a zona de expedição sem a necessidade de conferência posterior.

O *picking* de peças *hazmat* segue procedimentos específicos, dependendo da origem e tipo de peça. No caso das peças preparadas pela estação SS2 e armazenadas nos corredores designados GG3, o processo de separação é realizado por linha. Isto significa que o *picking* agrupa as peças em conjuntos relacionados com um cliente ou pedido, facilitando o envio eficiente. Em contraste, todo o restante material *hazmat* é separado individualmente, ou seja, à peça.

3.2.4.3. Conferência

Após o processo de *picking*, o material separado à linha é transferido para a área de conferência, onde cada peça é verificada em termos de quantidade, referência e estado físico, conforme as especificações do *work assignment*. Na Figura 63, é possível observar a zona destinada ao posicionamento do material após o processo de *picking*. Para o material miúdo, este é colocado numa espécie de *conveyor*, por outro lado, o carro de *picking* utilizado para o *picking* de material médio é colocado na linha, em estágio, até ser conferido.

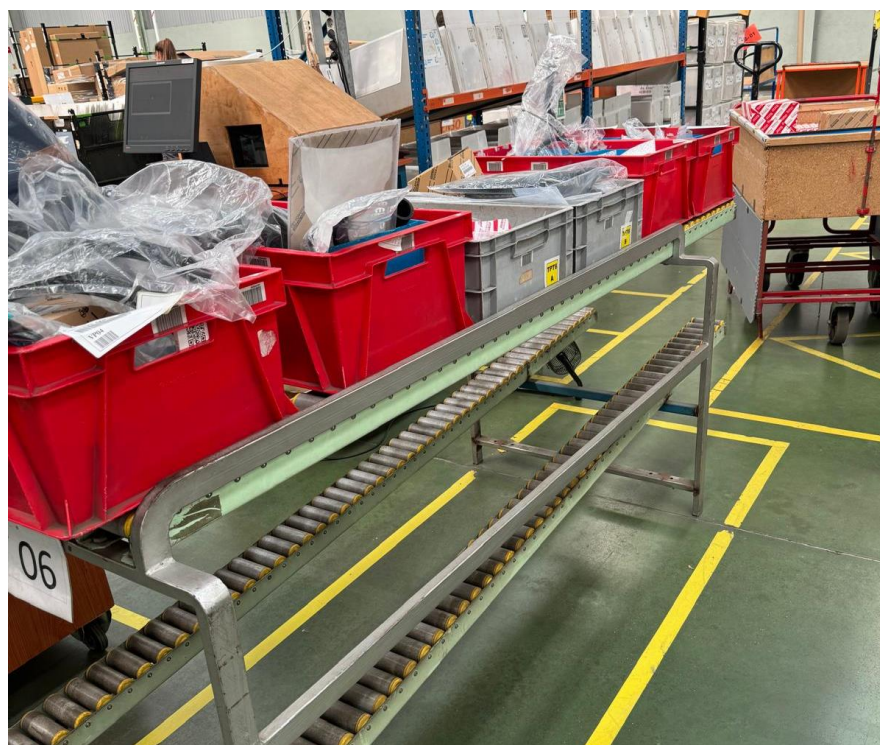


Figura 63 - Zona de estágio de material para conferência

Nesta fase, o colaborador confere o material separado com o que está registado no sistema, garantindo que todas as informações coincidem. Caso haja discrepâncias, o colaborador reporta o erro ao supervisor de operações e segundo a avaliação deste, são realizados os ajustes necessários. As peças são então organizadas nas *corex* atribuídas a cada cliente, com base nos *sub-shipments*.

Se o volume de peças exceder o limite de uma *corex*, é preparada uma nova unidade, seguindo o mesmo processo. Além disso, durante a conferência, é essencial que cada item seja posicionado de acordo com a especificação de transporte, garantindo que as peças estejam seguras e prontas para o envio. Esta verificação final tem como objetivo assegurar que o cliente receba exatamente o que foi solicitado, minimizando erros e otimizando o fluxo de trabalho na expedição.

Após a conferência e verificação das peças, quando uma *corex* está completa, ela é colocada numa paleta respectiva ao *Dealer* em questão, que representa um *shipment* específico. Todos os clientes correspondentes a esse *shipment* são agrupados de forma organizada na paleta. Na Figura 64 (a), (b) e (c) é possível identificar exemplo destas paletes para os diferentes *Dealers*.



Figura 64 - Paletes de material conferido. (a) TPT-06 (b) TPT-07 (c) TES-01

A partir daí, a paleta é movida para a zona de carga destinada ao *shipment* em questão, garantindo que todo o material dos *sub-shipments* seja corretamente encaminhado para o transporte. Esse processo de consolidação assegura a organização e eficiência na etapa final de expedição.

Na Figura 65, é apresentado o esquema completo do processo de *picking* e conferência de material através da ferramenta M&I, que permite uma visualização detalhada e integrada das diferentes etapas deste procedimento logístico.

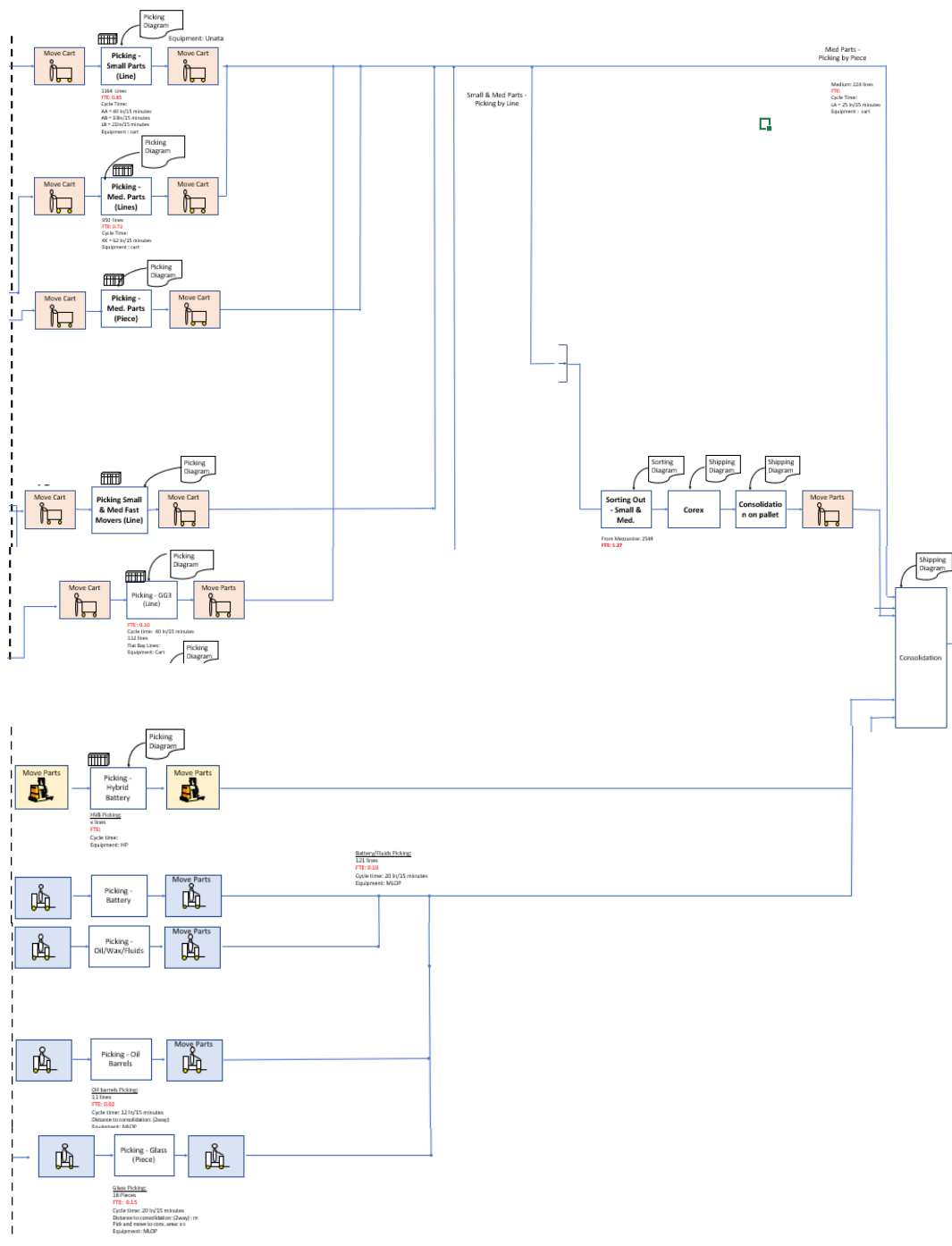


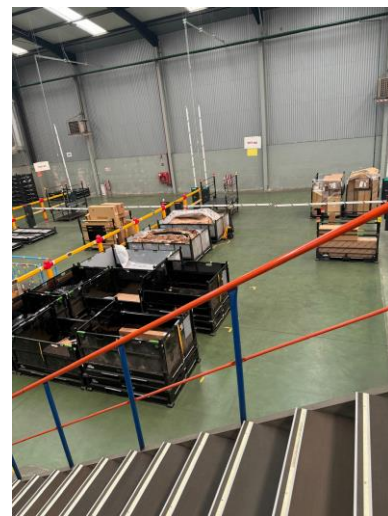
Figura 65 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de picking e conferência dos diferentes tipos de material

3.2.4.4. Loading

O processo de *loading* e carregamento de um caminhão num armazém de peças envolve várias etapas organizadas para garantir que o material seja expedido de maneira eficiente e precisa. Após a conferência das peças e a colocação das *corex* em paletes, essas paletes são transportadas para a zona de *loading* designada, que corresponde a cada *shipment* especificamente. Além das *corex* conferidas que são colocadas na zona de estágio do *shipment*, também as peças que foram separadas individualmente (*picking à peça*) estão presentes nesta área e seguem o mesmo processo descrito anteriormente. Nas Figuras 66 (a), (b) e (c), é possível a identificação destas zonas de *loading* abordadas, TES-01, TPT-07 e TPT-06 respectivamente.



(a)



(b)



(c)

Figura 66 - Zonas de estágio do material para cada respetivo shipment. (a) TES-01 (b) TPT-06 (c) TPT-07

Quando todo o material se encontra na zona de estágio do *shipment*, resultado da preparação inicial da zona realizada no início das operações, este é devidamente organizado para garantir a eficiência no processo de carregamento. As peças separadas individualmente e o material proveniente da *cross-dock* são alocados nas paletes preparadas nas áreas de estágio. As paletes provenientes da área de conferência da expedição, contendo as *corex*, são cuidadosamente verificadas e protegidas para assegurar a integridade do material. Todo este material é, então, adequadamente acondicionado e pronto para ser carregado no camião.

Após o carregamento para o respetivo camião, é realizada uma verificação final para garantir que todas as paletes correspondem às especificações de envio, enviando as guias de transporte para cada cliente, via email. Em seguida, o camião é autorizado a partir para o seu destino, seguindo o cronograma de entrega predefinido.

Na Figura 67, é possível visualizar todos os clientes para os quais são expedidas peças a partir do armazém. A imagem também evidencia o tipo de transporte utilizado para o envio das mercadorias, seja por camião, navio ou transporte aéreo. Esta informação é crucial para a gestão da logística de expedição, permitindo identificar os diferentes canais de distribuição e planear a entrega conforme as necessidades específicas de cada cliente e o meio de transporte escolhido.

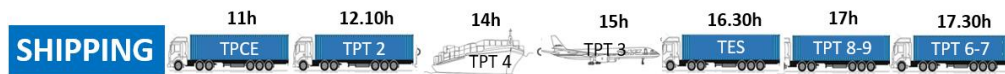


Figura 67 - Clientes e horários de carga dos respetivos na TLSPT

A partir do M&I é possível evidenciar este fluxo final das peças, apresentado na Figura 68.

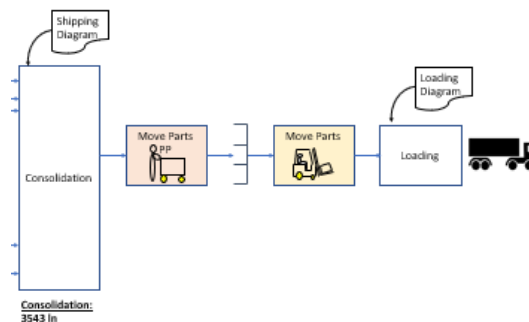


Figura 68 - Processo de Loading do material

3.2.5. Claims

O processo de *Claims* num armazém de peças é uma etapa crucial para a gestão de material devolvido, danificado ou em excesso. Na zona de processamento de *Claims*, há uma zona de estágio de para as peças, que inclui todas as peças com exceção das baterias híbridas, que possuem uma área específica de estágio.

Ao chegar à área de *Claims*, o material é encaminhado para um colaborador específico, que segue orientações detalhadas sobre as ações a realizar. As peças podem ter três caminhos diferentes: podem ser devolvidas ao armazém, reenviadas ao fornecedor ou descartadas, dependendo de sua condição e avaliação de qualidade. Cada peça passa por uma inspeção visual para identificar possíveis danos. Se houver suspeita de danos, a peça é colocada em quarentena até que um responsável pela qualidade faça uma avaliação completa. A decisão final sobre o destino da peça será tomada com base nesse parecer. Na figura 69 é possível identificar o *label* característico de qualquer peça destinada a ser tratada pelo responsável de *Claims*.

RTNGPCPT01		RETURN TO		Toyota Parts Center Portugal Av. Vasco Da Gamma 1410 4431 956 Vila nova de Gaia PORTUGAL	
Return label N° : TOYOTA 954C9776 G				PN 88370-47033-CU	
				Dealer code 074552	
Reman	Damage	Part OK	Warranty	Comment	
AWW	DAM	CUC	WAR	Forwarder (00)254145359540397767	
ANW		DOM			
CUD X		OVG			
		MIS			
		WPI			
		TFR			

Figura 69 - Label de uma peça de Claims

Quando a peça, destinada a ser armazenada, é considerada em boas condições, é enviada para a *Sort Station 2*, onde será conferida e armazenada de acordo com o processo normal de *sorting* e *binning*. No entanto, se a peça apresentar indicação na etiqueta representando, "*Reman Parts*", é colocada numa paleta específica para ser devolvida ao fornecedor. Para os fornecedores, existe uma área específica de paletes dentro da zona de *Claims*, facilitando a organização das devoluções.

Nas Figuras 70 e 71, é possível identificar um exemplo destas paletes específicas utilizadas, bem como um exemplo de um *label* de cliente relacionado a esta área. Esses rótulos fornecem informações detalhadas sobre o destinatário, assegurando que as mercadorias sejam corretamente direcionadas para o cliente final.



Figura 70 - Exemplo de palete de "Reman Parts"

Case Label	Shp: BEPTTPC	R: BETPCE	Seq: 001
CASE NUMBER CRTC2500	Shipped from PCPT Reason:	Print date: 12.09.24 DENSOALTER	Pos: 08
Toyota		Shipped To: DENSO EUROPE B.V. HOGWEYSELAAN 165 NL-1382 JL WEESP Netherlands	
Forw.:	 00 3 5414535 256032500 7		
Dest:		86010-00	

Figura 71 - Label de um fornecedor

No caso das baterias híbridas, o processo é tratado de forma distinta, estas são geridas exclusivamente às quintas-feiras. O transporte de todas as paletes e material aos diferentes fornecedores é realizado às sextas-feiras, dia definido pela organização para expedições de material proveniente de *Claims*.

Este sistema garante uma abordagem organizada e eficiente na gestão de material que necessita de ser avaliado e tratado fora do processo normal de armazenamento, mantendo a qualidade dos itens armazenados e a rastreabilidade das ações tomadas sobre cada peça.

Por fim, é apresentado no formato M&I, o fluxo completo das peças tratadas na área dos *claims*, apresentado na Figura 72.

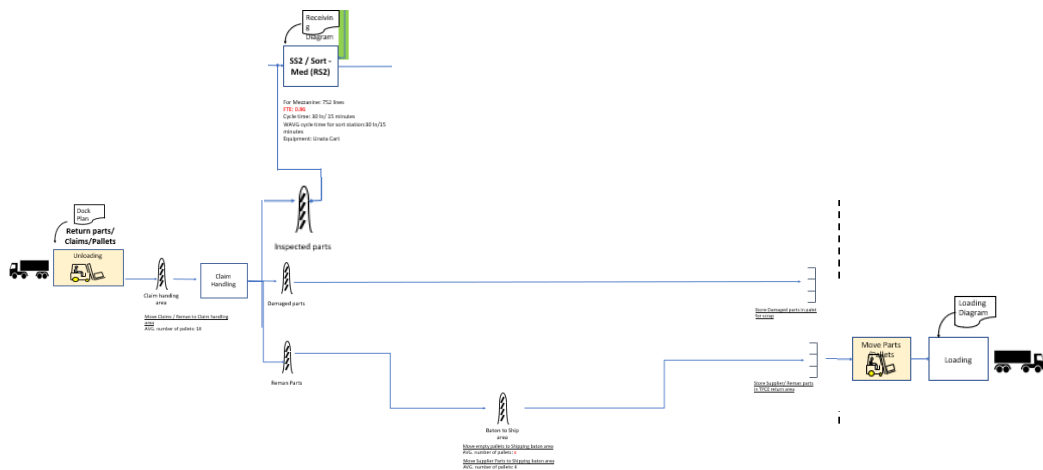


Figura 72 - Ferramenta M&I demonstrando o processo de Claims

3.2.6. Kaizen

O *Kaizen* é uma prática de melhoria contínua no dia a dia de um armazém de peças, aplicando-se em diversas atividades operacionais. No processo de localização de peças, o *Kaizen* incentiva a revisão contínua da disposição do armazém, garantindo que as peças de maior procura estejam acessíveis em locais otimizados, o que reduz o tempo de procura e movimentação. A avaliação de referências e a organização do inventário são feitas regularmente, ajustando o espaço disponível com base em dados de entrada e saída de mercadorias, assegurando uma gestão eficiente.

No *Kaizen day-to-day*, os colaboradores são incentivados a participar ativamente em melhorias. Por exemplo, ao identificar ineficiências no processo de *picking*, ajustes são feitos na separação de linhas ou na utilização de veículos de movimentação, como *low pickers* e *high pickers*, para otimizar o armazenamento de materiais pesados ou de grandes volumes, como peças *Hazmat*. A implementação dessas melhorias contribui para a simplificação de tarefas repetitivas, como a arrumação e conferência de material.

Além disso, a prática *Kaizen* estende-se ao processo de qualidade, como no tratamento de *claims*. As peças danificadas ou devolvidas passam por inspeções rigorosas, e a avaliação das condições de cada item é padronizada para reduzir erros e garantir a consistência nas decisões. O feedback dos colaboradores sobre esses processos é constantemente avaliado para melhorar o fluxo de trabalho e aumentar a precisão das operações.

Esta abordagem abrange todas as atividades, incluindo a revisão do *layout* físico do armazém, a avaliação contínua de processos de conferência e expedição, e a manutenção de uma comunicação eficiente entre os setores. A cultura de melhoria contínua promovida pelo *Kaizen* garante que o armazém esteja em constante evolução, minimizando desperdícios, melhorando a produtividade e garantindo um fluxo de trabalho sustentável e eficiente.

4. Identificação de constrangimento nos processos

Com base nos objetivos delineados e considerando o mapeamento dos processos desde a receção até à expedição das peças, foi utilizada a ferramenta (M&I) para realizar uma análise detalhada do fluxo de trabalho. O estudo teve como objetivo principal a identificação de constrangimentos no processo, de forma a otimizar os fluxos logísticos e minimizar desperdícios. Entre os principais problemas identificados estão:

1. Pontos de estagnação
2. Inversões de fluxo
3. Flutuações de stock

4.1. Pontos de estagnação

Um ponto crítico de estagnação identificado na TLSPT, com o auxílio da ferramenta M&I, foi o processo de *direct binning*, que é essencial para o fluxo de materiais no armazém. Apesar de existir uma coordenação prévia e o planeamento diário estipular um tempo específico para a execução dessa tarefa, observou-se uma discrepância significativa entre a quantidade de material destinado ao *direct binning* e o tempo efetivamente alocado.

No início do estágio o armazém, ficou claro que essa inconsistência estava relacionada a um certo nível de arbitrariedade por parte dos colaboradores responsáveis pela tarefa. A quantidade de peças movidas para o *direct binning* variava sem critérios uniformes, dependendo da peça em questão, o que não só gerava variabilidade no processo, mas também afetava negativamente a eficiência global. Como resultado, o tempo gasto nessa atividade muitas vezes excedia o previsto, impactando diretamente a fluidez das operações no armazém.

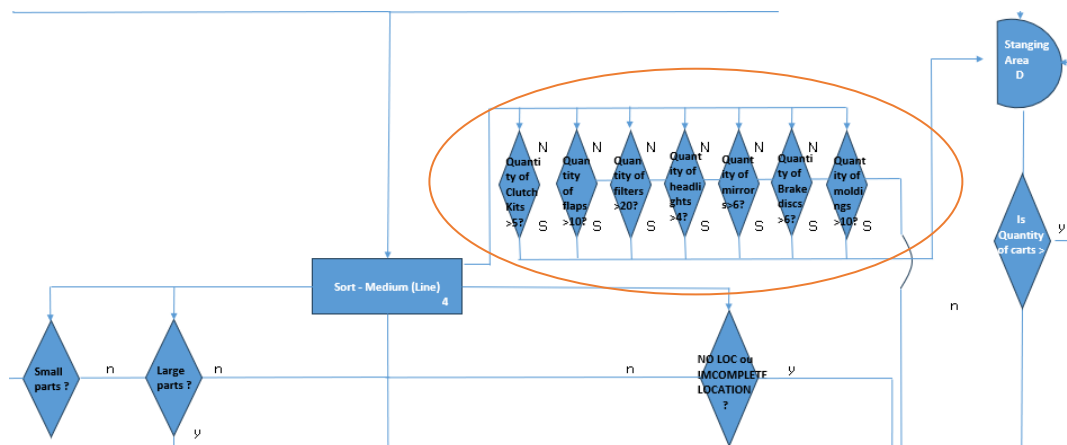


Figura 73 - Fluxograma do procedimento inicial de material para Direct Binning

No fluxograma apresentado na Figura 73, pode-se observar essa falta de padronização nas decisões, onde a ausência de um protocolo claro levava a escolhas descoordenadas. Estes parâmetros eram executados por um colaborador, mas outro colaborador já tinha outros valores e critérios na decisão de atribuir a peça para arrumação por *direct binning*. Esse cenário resultava em um fluxo de trabalho desorganizado, comprometendo a otimização do espaço e a correta priorização de materiais, gerando também retrabalho e atrasos nas próximas etapas do processo.

4.2. Inversões de fluxo

A identificação e resolução de inversões de fluxo nos processos de armazém é um objetivo essencial para otimizar a eficiência das operações logísticas. No armazém da TLSPT, utilizando a ferramenta M&I, foi possível mapear um ponto crítico de inversão de fluxo nos processos de *sorting*, especificamente nas *Sort-Station 1* e *Sort-Station 2*, apresentado na Figura 74. A análise detalhada dessas estações revelou que o fluxo de materiais não segue sempre a direção mais eficiente, resultando em retrabalho e perda de tempo operacional.

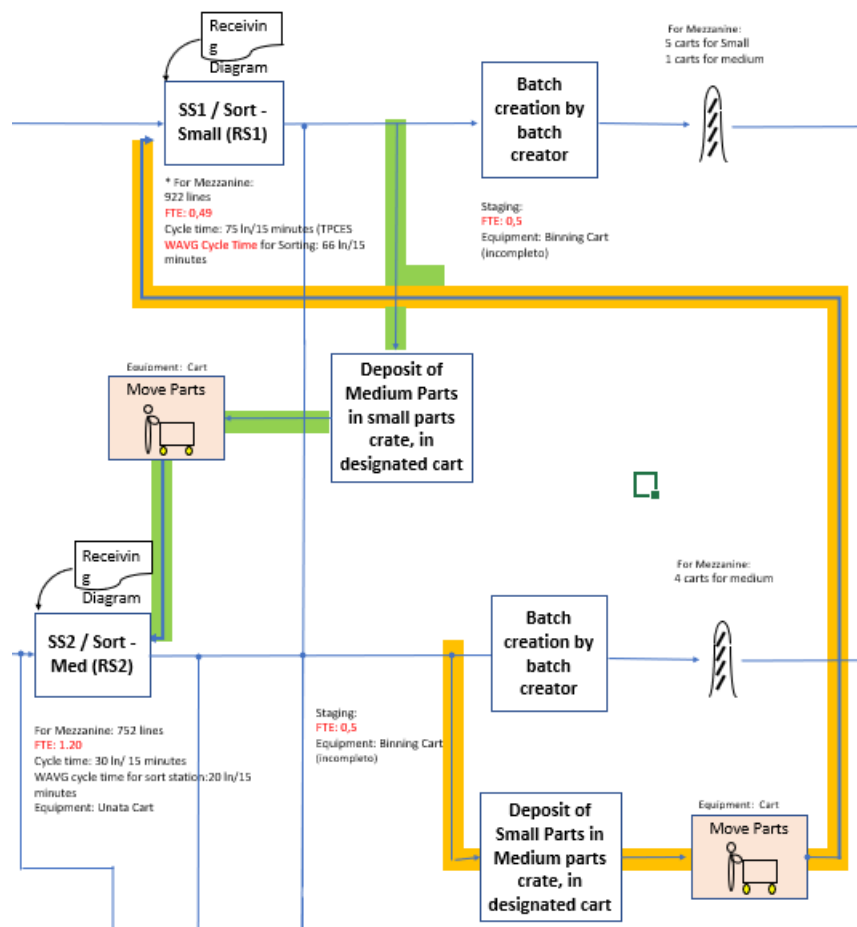


Figura 74 - mapeamento de um ponto crítico de inversão de fluxo no armazém

Uma inversão de fluxo ocorre quando o material percorre um caminho não linear ou ineficiente, obrigando a repetição de etapas ou movimentações desnecessárias. No caso do armazém da TLSPT, essa inversão foi observada durante o processo de *sorting* de material miúdo. Especificamente, quando uma paleta de sacos vermelhos, contendo material miúdo, chega à SS1, por vezes, este material inclui peças que não são destinadas às áreas de armazenagem associadas à SS1, como filtros ou outros itens de material médio que não tem posição na *Sort-Station*. Esses itens precisam ser separados para um carro específico e encaminhados para a SS2, gerando um desvio de fluxo e duplicando a movimentação do material.

Da mesma forma, o inverso também ocorre. Paletes de material médio presentes na SS2 podem conter peças destinadas ao armazenamento na SS1, sendo então necessário transportá-las de volta para a SS1. Isso resulta em um ciclo ineficiente de movimentações repetidas, com o material a ser reencaminhado entre as estações, ocupando tempo de colaboradores e criando congestionamento nas operações de *sorting*. Este processo consegue-se identificar na Figura 75.

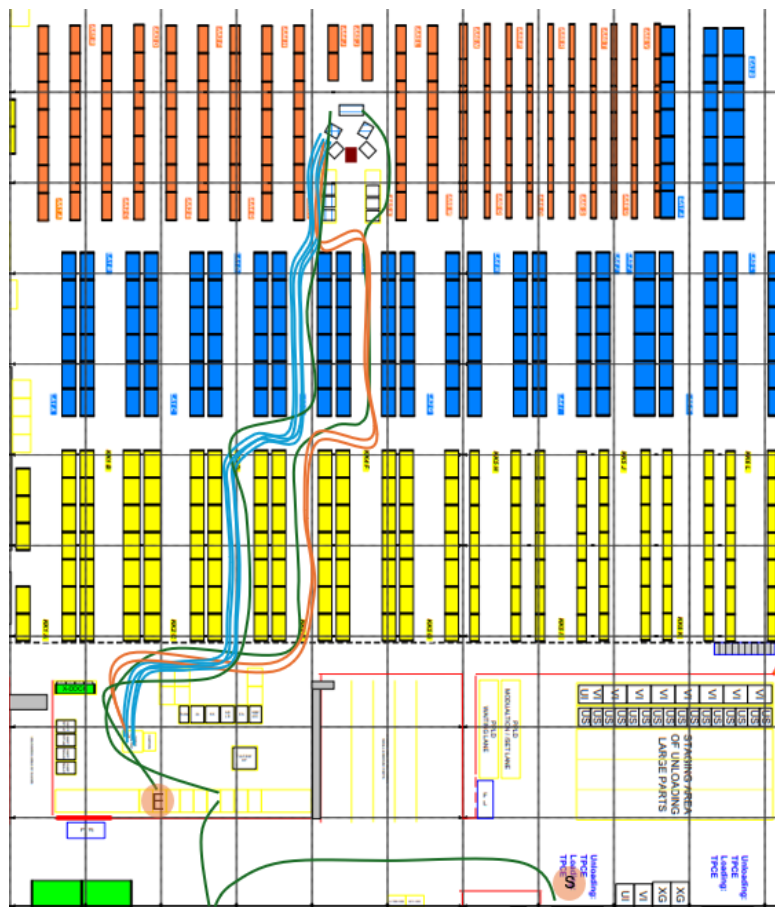


Figura 75 - Diagrama de esparquete da inversão de fluxo identificada

A inversão de fluxo tem um impacto direto sobre as operações de um armazém. Primeiramente, aumenta o tempo de processamento, uma vez que o material precisa de ser manipulado mais vezes do que o necessário. Em segundo lugar, cria obstáculos nos processos, pois enquanto o material é devolvido de uma estação para a outra, as operações de *sorting* podem ser interrompidas ou atrasadas. Finalmente, a inversão de fluxo gera desperdícios de recursos, já que tanto o tempo dos colaboradores quanto os equipamentos de transporte, como os carros de movimentação de paletes, são utilizados de forma ineficiente.

4.3. Flutuações

No contexto da gestão de armazéns, a identificação e resolução de flutuações de *stock* são fundamentais para manter a eficiência dos processos logísticos e garantir um fluxo contínuo de operações. No caso do armazém da TLSPT, foi identificada uma inconsistência significativa no processo de receção de peças. Estas flutuações estão diretamente relacionadas com a variabilidade no fornecimento por parte do *TPCE (Toyota Parts Centre Europe)*, a entidade responsável pelo abastecimento do armazém.

A principal fonte de flutuação identificada está na inconsistência do número de linhas de peças enviadas diariamente pelos caminhões da *TPCE*. Esta inconsistência não só afeta a quantidade de material recebido, como também o tipo de material descarregado. Como resultado, o material recebido não segue um padrão estável, gerando variações significativas nos volumes de *stock* que precisam de ser processados. Esta variação pode ter impactos em várias frentes operacionais, desde o congestionamento nas áreas de armazenamento até ao atraso no processo de *picking* e expedição de peças.

Em casos extremos, as flutuações podem resultar em "*no ship lines*", situações em que o *stock* necessário para a expedição de uma encomenda não está disponível a tempo. Quando isso ocorre, de modo a evitar a ocorrência de "*no ship lines*", o processo normal do armazém é interrompido, sendo necessário realizar intervenções manuais, como retirar peças de paletes ainda não processadas para atender às encomendas, o que compromete a eficiência global do armazém.

5. Soluções propostas

Com base nos problemas identificados no capítulo anterior, foi possível desenvolver uma série de propostas de solução, complementadas pela implementação de medidas *Kaizen* para mitigar as limitações operacionais. Estas propostas visam otimizar o fluxo de trabalho, reduzir desperdícios e melhorar a eficiência dos processos no armazém da TLSPT. A seguir, detalha-se a análise das soluções propostas e a implementação concreta de uma melhoria que se mostrou fundamental para a melhoria de um dos processos críticos.

5.1. Normalização do Processo de *Direct Binning*

Para resolver o problema identificado no processo de *direct binning* no armazém da TLSPT, foi implementada uma medida corretiva com o objetivo de padronizar e otimizar essa operação. A primeira diretriz estabelecida determina que apenas uma linha por palete pode ser movida para o processo de *direct binning*. Essa decisão visa aumentar a quantidade de material que passa pelo processo de *sorting*, garantindo um fluxo mais organizado e controlado.

Além disso, foi estipulado um limite de tempo para a execução da tarefa: cada colaborador responsável pela arrumação terá um máximo de 5 minutos para realizar a movimentação e organização de cada referência de *direct binning*. Esta limitação temporal foi criada com a intenção de agilizar e planejar devidamente o processo, mantendo um ritmo constante nas operações e evitando o acúmulo de material em pontos críticos de estagnação.

No entanto, reconhece-se que, para algumas peças, devido à quantidade ou complexidade, essa janela de tempo de 5 minutos seria insuficiente. Com isso em mente, foi elaborada uma nova estratégia, que será apresentada de seguida.

5.1.1 Medida de melhoramento (Kaizen)

Para otimizar o processo logístico no armazém, focando na eficiência e redução de tempo de arrumação por *direct binning*, foi criado um plano de ação em parceria com os supervisores. O foco deste plano é a redistribuição de quatro referências de alta procura, aplicando a estratégia "*roll*" para simplificar o armazenamento e reduzir o desperdício de tempo.

Para a implementação do projeto *Kaizen* no armazém da *TLSPT*, foi necessário aplicar uma estratégia eficiente para otimizar o espaço e os processos de armazenamento. Essa estratégia adotada foi o "*roll*", aplicada a quatro referências de filtros de ar, peças de alta procura: 90915-YZZM3, 87139-YZZ30, 87139-YZZ33, e 87139-YZZ34. A estratégia "*roll*" aplica-se principalmente a itens de alta rotatividade num armazém, sendo especialmente relevante para referências com alta frequência de movimentação. Neste caso, o foco está em simplificar o ciclo de recebimento, armazenagem e *picking*, permitindo que essas peças sejam imediatamente armazenadas e prontamente disponíveis para novas requisições sem a necessidade de múltiplas manipulações ou movimentações desnecessárias.

Esta estratégia, na *TLSPT*, consiste em receber as peças em caixas completas, com as dimensões padrão de 120cm x 80cm, cada uma contendo itens uniformes da mesma referência. Tal abordagem tem como objetivo principal otimizar o processo de arrumação e armazenamento, minimizando a necessidade de manuseio frequente dos itens, melhorando a eficiência e reduzindo o tempo dedicado ao *sorting* diário. A implementação desta estratégia foi possível graças à colaboração direta com a TME, que, utilizando um sistema compartilhado de gestão de inventário e logística, permitiu a definição de um padrão comum de envio de materiais. A padronização proposta assegura que todas as referências identificadas no plano de melhoria sejam enviadas de acordo com as especificações combinadas, garantindo que o armazém da *TLSPT* receba as peças de forma mais organizada e compatível com a sua capacidade de processamento.

Inicialmente, as peças de algumas destas referências chegavam ao armazém em paletes, desorganizadas, misturadas com outros produtos, o que exigia um trabalho intensivo de separação e *sorting* numa paleta que apresentasse esta mistura. Este procedimento era particularmente demorado e ineficiente, especialmente no caso de peças como filtros. Com a implementação do "*roll*", o armazém passou a receber essas referências em caixas de cartão completas e organizadas, simplificando a movimentação e o armazenamento direto das caixas no local apropriado, sem a necessidade de *sorting* constante. Isso gerou benefícios claros, como a redução do tempo de operação e o aumento da produtividade na área da recepção.

Para viabilizar a aplicação desta estratégia, foram necessárias várias etapas, conforme descrito abaixo:

1. Análise do espaço disponível: Antes da implementação, foi estudado o espaço disponível no armazém, considerando as dimensões das caixas padrão (120cm x 80cm). O estudo permitiu analisar a viabilidade da proposta e otimizar a alocação do espaço. O local desta análise é possível observar na Figura 76.

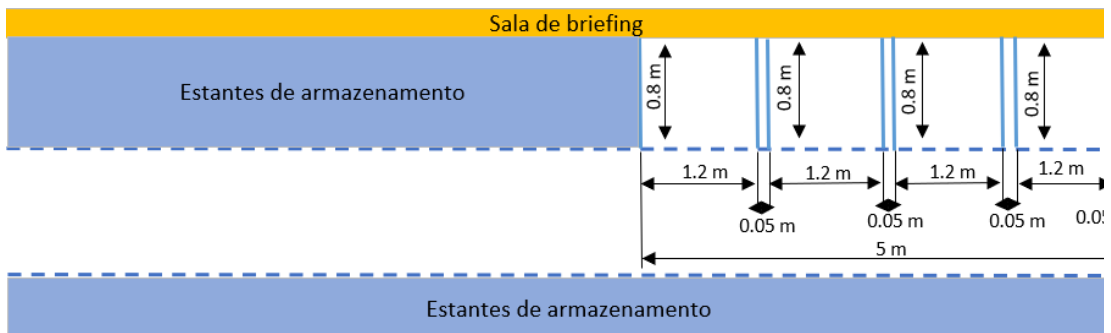


Figura 76 - Otimização do espaço apresentado na proposta

2. Plano de ação para execução do projeto: Após a análise do espaço e a aprovação da proposta, foi elaborado um plano de ação com várias fases, sendo elas:
 - i. Relocalização do material existente: O primeiro passo envolveu a relocalização do material atualmente armazenado na área que seria utilizada para a implementação do novo *layout*, demonstrado na Figura 77.



Figura 77 - Relocalização do material

Na figura apresentada, é possível identificar, através do número 1, a localização da paleta de reserva de rolos, posicionada na traseira da sala de briefing. A estratégia adotada para melhorar o aproveitamento do espaço consiste na relocação dessa paleta para o piso 1, onde será armazenada como reserva. Esta medida visa garantir a disponibilidade contínua de rolos sem comprometer o espaço operacional na área principal. Em paralelo, conforme discutido e avaliado em conjunto com o responsável da expedição, verificou-se a necessidade de otimizar o armazenamento de caixas de cartão, outro material essencial para o processo de expedição, identificado pelo número 2. Assim como os rolos, essas caixas serão também alocadas no piso 1, onde funcionarão como reserva, garantindo um acesso rápido quando necessário, sem sobrecarregar a área de trabalho no piso principal.

- ii. Realização de novas marcações: Após a relocação do material, foram realizadas marcações no solo, apresentadas na Figura 78, especificando as áreas de armazenamento destinadas às novas referências e facilitando a organização futura.



Figura 78 - Marcações na área proposta

- iii. Realização do Rack-Master: Após a realocização, foi realizado o "Rack-Master", ou seja, o processo informático de revisão e ajuste dos lotes de armazenamento, visando a maximização do espaço e a introdução das novas posições no lote.
- iv. Realocação das referências selecionadas: As quatro referências escolhidas foram então movidas para a nova área otimizada, facilitando o acesso e arrumação, apresentadas na Figura 79.



Figura 79 - Finalização da proposta apresentada

- v. *Kaizen* (Análise de referências): A última fase do processo envolveu uma análise contínua das referências, com o objetivo de identificar novas oportunidades de alocação eficiente de espaço, melhorando a organização do armazém e possibilitando o armazenamento de outras referências no espaço liberado pela mudança.

A implementação da medida *Kaizen* no processo de *direct binning* revelou-se eficaz na otimização do tempo de arrumação, reduzindo o período necessário para menos de 5 minutos por linha. A partir da análise das operações anteriores, em que o cumprimento do limite temporal era um desafio para certas peças, a nova abordagem introduziu melhorias significativas. Estas incluíram a identificação prévia de peças com alta procura, a alocação de recursos adicionais e a reorganização do layout do armazém, permitindo que o processo fosse concluído de forma mais ágil e eficiente.

Os ganhos obtidos com esta medida não se limitam apenas à redução de tempo, mas estendem-se à melhoria geral da produtividade e à fluidez das operações do armazém. Ao implementar uma estratégia baseada na filosofia *Kaizen*, foi possível eliminar obstáculos e minimizar desperdícios, contribuindo para um ambiente de trabalho mais organizado e eficiente. A medida também promoveu um aumento da qualidade no armazenamento e manuseamento das peças, uma vez que o tempo extra necessário para determinadas operações já não compromete o processo global.

5.1.2 Procedimento operacional padrão (SOP) (1)

No contexto das operações logísticas no armazém, a ergonomia desempenha um papel crucial na otimização das tarefas e na garantia do bem-estar dos colaboradores. Um exemplo prático dessa preocupação pode ser observado na disposição das caixas de filtros, conforme evidenciado na Figura 79. Para facilitar o manuseio e evitar posturas inadequadas, essas caixas são estrategicamente colocadas sobre duas paletes europeias.

Quando uma das referências de filtros precisa ser abastecida, é retirada da sua localização com o auxílio de um porta-paletes e transportada até uma zona na área da expedição, onde as localizações das caixas em questão encontram-se marcadas no chão do armazém. Esta caixa, será, então, utilizada para a expedição marítima destinada a clientes específicos, identificados como TPT-04 e TPT-03, que possuem uma alocação única. A disposição ergonómica dessas caixas e a clareza das marcações no chão permitem uma movimentação mais ágil e segura dos itens.

Na zona de expedição, destinada às "ilhas", observa-se a presença permanente de duas paletes europeias de madeira em cada posição. Isso é justificado por questões ergonómicas, uma vez que essas paletes servem como base fixa para o manuseio das caixas, garantindo uma altura de trabalho ideal para os colaboradores. Assim, ao chegar com o porta-paletes, apenas a palete da caixa de filtro é posicionada no local de trabalho, mantendo as duas paletes adicionais em seu lugar, conforme apresentado na Figura 80.



Figura 80 - Processo de re-alocação da caixa de filtros vazia

Uma vez posicionada, a palete é deslocada até a zona indicada na Figura 81, onde um colaborador responsável pelos processos da recepção, utilizando um empilhador, coloca a caixa de filtro a abastecer sobre as paletes de madeira. Esse processo permite que a caixa seja deslocada de volta à sua localização original, garantindo um fluxo contínuo e ergonômico, minimizando o esforço físico excessivo dos colaboradores envolvidos nas tarefas de movimentação e manuseio.

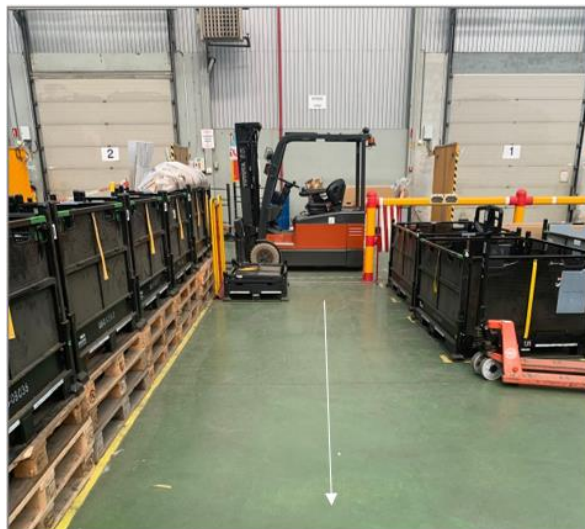


Figura 81 - Processo de transporte de uma palete de filtros pronta a ser abastecida

Este processo reflete uma preocupação constante com a eficiência e a segurança nas operações logísticas na TLSPT, através da adoção de boas práticas ergonômicas e da utilização de ferramentas adequadas, como os porta-paletes e empilhadores. A disposição estratégica das paletes de madeira e o posicionamento correto das caixas visam não só a otimização do processo de expedição, mas também a prevenção de lesões e melhoria do conforto dos colaboradores, fatores essenciais na busca pela excelência operacional no armazém.

5.1.3 Procedimento operacional padrão (SOP) (2)

Após a colocação do conjunto (paletes + caixa) no local apresentado na Figura 81, o mesmo é transportado através de um porta-paletes até ao local de armazenamento ou *picking*, previamente definido. Este processo visa garantir que o material esteja disponível de forma organizada e acessível para futuras operações logísticas.

Uma ferramenta já existente no armazém é utilizada para marcar, de forma precisa, a linha de corte da caixa. O traçado é feito à mão, utilizando uma caneta, de forma a identificar o local ideal para o corte. Este procedimento é apresentado na Figura 82 e é necessário para garantir que a caixa seja reduzida ao tamanho correto, permitindo o acesso fácil aos itens no seu interior e otimizar o espaço de armazenamento.



Figura 82 - Corte da caixa

Durante o processo de corte, é essencial ter cuidado para cortar primeiro as extremidades superiores. Este cuidado garante que, ao cortar a parte central da caixa, haja espaço suficiente para manobrar, evitando o risco de danificar os filtros contidos no interior. Este tipo de atenção aos detalhes reflete as boas práticas de manuseamento e preservação de materiais sensíveis, assegurando a sua integridade durante o armazenamento.

Depois de concluído o corte da caixa, as extremidades devem ser seladas com fita adesiva, assegurando que a estrutura permaneça firme e os filtros não estejam expostos a fatores externos que possam comprometer sua qualidade.

Finalmente, a caixa é posicionada no local de armazenamento adequado, atribuído à referência correspondente, finalizando o processo. No final deste processo, a caixa terá a seguinte forma otimizada, Figura 83.



Figura 83 - Finalização do processo

5.1.4 Reservas

Para garantir a viabilidade da estratégia proposta, foram cuidadosamente planejadas áreas de reserva próximas à zona de armazenamento principal. Essas zonas estão localizadas em frente a vários lotes na área de recepção, estrategicamente posicionadas de forma a não interferir com o fluxo de trabalho, ou seja, a entrada e saída de funcionários nos corredores de armazenamento. O objetivo é que essas áreas sirvam como pontos de reserva, onde as caixas poderão ser colocadas em cima de duas paletes, prontas para serem movidas para os lotes designados assim que a caixa principal atingir o limite mínimo de 30 filtros. Este parâmetro foi estabelecido em conformidade com as diretrizes definidas pelo responsável de *Kaizen*, assegurando um processo contínuo e eficiente. Na Figura 84, é possível observar a forma como as paletes se encontram posicionadas na zona de reserva e a visualização do fluxo de trabalho do operário.



Figura 84 - Zona de reserva

A solução proposta, além de garantir a organização do material, não compromete o espaço necessário para as operações de *binning*, ou seja, a movimentação de carros utilizados para arrumação direta no armazém. Conforme apresentado na figura 85, o espaço total disponível é de 2,14 metros, e as caixas ocupam apenas 80 cm, restando assim uma passagem de 1,34 metros. Considerando que os carros de *binning* possuem uma largura de 94 cm, essa configuração oferece uma margem segura de 40 cm, permitindo que os colaboradores se movimentem sem dificuldades ou riscos de acidentes.

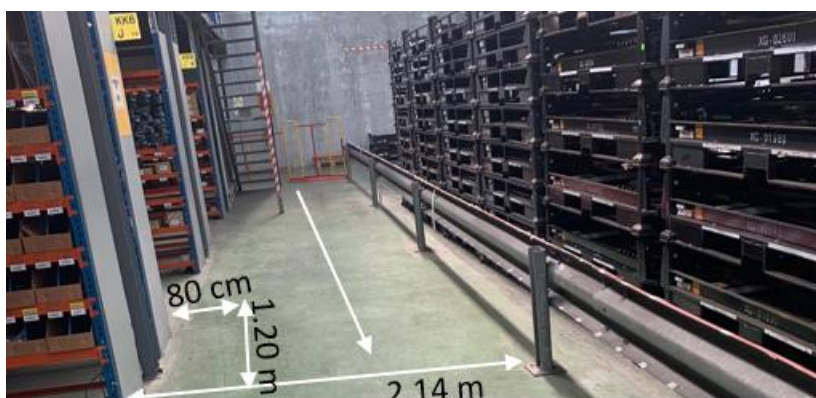


Figura 85 - Estudo do espaço disponível

Essa abordagem foi projetada para otimizar a utilização do espaço disponível, garantindo que o fluxo de trabalho não seja interrompido, enquanto ao mesmo tempo mantém a área de armazenamento bem organizada. A reserva de filtros próximos ao local de utilização reduz o tempo gasto em deslocamentos desnecessários e maximiza a eficiência da arrumação destes itens, permitindo uma resposta mais ágil às necessidades operacionais.

Em suma, essa estratégia contribui significativamente para a melhoria contínua dos processos logísticos, alinhando-se aos princípios *Kaizen* de eficiência e eliminação de desperdícios, enquanto assegura um ambiente de trabalho seguro e otimizado para os colaboradores do armazém. A implementação bem-sucedida dessas práticas reflete um avanço importante na organização interna e gestão de espaço, com impacto direto na produtividade e qualidade das operações.

5.1.5 Expectativas e resultados

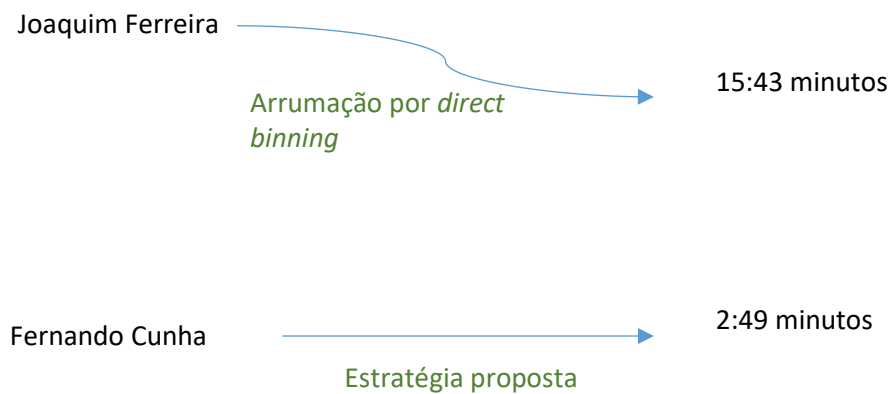
A aplicação da estratégia para as referências selecionadas no armazém da TLSPT (90915-YZZM3, 87139-YZZ30, 87139-YZZ33, 87139-YZZ34) resultou em melhorias significativas na eficiência operacional, destacando-se a redução do tempo de arrumação. O tempo economizado pode agora ser alocado a atividades *non-core*, o que representa um ganho substancial em termos de produtividade. Esta otimização do processo também abre espaço para uma reorganização no *layout* do armazém, essencial para responder ao crescimento da movimentação de peças em áreas como o corredor KK2, que, devido à sua elevada procura, encontram-se necessitadas de um espaço maior.

A realocação das referências para o corredor KK1 permitiu não só reorganizar o fluxo de peças, mas também criar espaço adicional no KK2 para a instalação de novas gavetas, maximizando a capacidade de armazenamento, demonstradas na figura 86.



Figura 86 - Criação de novas "gavetas"

Para avaliar a eficácia desta solução, foi realizada uma experiência comparativa entre o processo tradicional de arrumação por *direct binning* e a nova estratégia proposta. No caso da referência 87139-YZZ34, referência esta que já possuía o "roll" aplicado antes da execução desta estratégia, verificou-se uma redução significativa no tempo de arrumação de uma caixa completa.



O colaborador Joaquim, ao realizar a arrumação de uma caixa completa pelo método tradicional, levou 15 minutos e 43 segundos. Em contrapartida, o colaborador Fernando Cunha, ao seguir a nova estratégia, realizou a mesma tarefa em apenas 2 minutos e 49 segundos. Com base nesta análise, estimou-se uma média de 4:30 a 5 minutos para a realização completa do processo, considerando que não houve necessidade de remover caixas vazias, etapa crucial no *SOP* do processo.

Com base numa análise recente da estratégia implementada, foi registado um tempo total de 4 minutos e 12 segundos para a execução completa da tarefa, pelo colaborador Ruben. Este tempo reflete a otimização do processo, que anteriormente apresentava tempos significativamente mais elevados.

Considerando que o armazém recebe em média uma caixa destas referências dia sim, dia não, com uma frequência de 11 dias úteis por mês, o impacto da redução de tempo torna-se evidente. Na tabela 3 é apresentado a quantidade de filtros das caixas das referências analisadas:

87139-YZZ34	contém 391 filtros
87139-YZZ33	contém 351 filtros
87139-YZZ30	contém 357 filtros
90915-YZZM3	contém 1010 filtros

Tabela 3 - Quantidade de filtros em cada caixa das diferentes referências

Esta análise demonstra uma alta rotatividade devido à sua elevada procura. Com a nova metodologia, foi possível estimar uma poupança média de 10 minutos por arrumação para cada referência. Tendo em consideração que existem 4 referências envolvidas, e que a operação se repete em 11 dias úteis por mês, a estimativa de tempo ganho pode ser calculada da seguinte forma:

Tempo ganho mensal = 10 min x 4 referências x 11 dias = 440 minutos.

A implementação da operação de padronização no processo de armazenagem da TLSPT, com a receção de peças em caixas de dimensões padrão, trouxe ganhos expressivos de eficiência. A uniformização do processo, ao garantir que as peças sejam recebidas em volumes consistentes e de fácil manuseamento, permitiu uma redução de 66% no tempo e recursos alocados para o armazenamento dessas referências específicas.

A redução no tempo de armazenagem foi crucial para a eficiência geral da operação, permitindo que a TLSPT aumentasse a sua capacidade de resposta aos pedidos e melhorasse a gestão do espaço disponível no armazém. Ao reduzir o número de intervenções manuais necessárias, também foram mitigados erros operacionais e o retrabalho, resultando em processos mais fluidos e consistentes. Desta forma, o armazém opera agora com maior produtividade e menores custos associados ao manuseamento e armazenagem das peças, refletindo diretamente na melhoria da sua performance global.

Este ganho traduz-se em aproximadamente em 0,33 horas por dia. Esta implementação demonstra a eficácia da abordagem *Kaizen* ao promover melhorias contínuas nos processos de armazenagem. A redução de tempos de ciclo e o aumento da eficiência do espaço de armazenagem contribuem diretamente para uma maior agilidade nas operações diárias do armazém, além de assegurar que os colaboradores possam dedicar mais tempo a atividades que agregam valor, elevando a eficiência global do armazém.

5.2. Mitigação das inversões de fluxo

Para mitigar as inversões de fluxo nas estações de *sorting* no armazém, foi proposto um novo procedimento que assegura que o material é encaminhado corretamente para as estações *SS1* e *SS2*. A solução proposta consiste na introdução de uma categorização prévia das paletes logo no momento da receção do material, na *sort-station 2*, o que assegura que apenas materiais compatíveis com cada estação sejam direcionados para a área adequada.

No entanto, este processo de triagem será aplicado exclusivamente ao material miúdo enviado para a *SS1*, visto que é nesta área onde as inversões de fluxo são mais predominantes e a separação é mais prática. No caso das paletes de material médio, a aplicação dessa estratégia seria inviável, uma vez que, ao contrário do material miúdo, que vem embalado em sacos, o material médio chega espalhado ao longo das paletes. A separação dessas peças médias das miúdas seria muito mais dispendiosa em termos de tempo e pouco eficiente, já que o manuseamento direto das paletes exigiria um esforço considerável para segregar o conteúdo.

Assim, no material médio, a triagem não seria viável devido à falta de uma organização estruturada das paletes, e qualquer tentativa de separação se tornaria mais onerosa, não oferecendo ganhos significativos para o processo. Por outro lado, no material miúdo, a separação prévia continua a ser uma solução eficaz, reduzindo o número de deslocções do carro azul entre as estações *SS1* e *SS2*. Essa medida otimiza o fluxo de trabalho na *SS1*, onde o impacto das inversões de fluxo é mais sentido.

Neste novo processo, utilizar-se-ia um *scanner* para identificar e separar materiais, como por exemplo sacos com uma maior quantidade de peças de tamanho médio. Estes sacos são automaticamente redirecionados para uma paleta destinada apenas ao material médio, evitando que este seja misturado com material de menor dimensão, o que frequentemente gera inversões de fluxo. Com a nova categorização, o carro azul, utilizado para o transporte de materiais entre as estações de *sorting*, tem menos deslocções ao longo do dia, diminuindo o tempo gasto em transportes desnecessários e um processo de *sorting* mais fluído.

É crucial a realização de testes para validar a eficácia deste procedimento, com o objetivo de comparar o tempo investido na triagem prévia com o tempo anteriormente gasto no transporte repetitivo dos carros azuis entre as estações. Se a nova estratégia se mostrar eficiente, o resultado será uma significativa redução no retrabalho e nas duplicações de esforço, ao mesmo tempo que se otimiza o fluxo de peças entre as diferentes áreas do armazém.

Por fim, esta estratégia contribui para uma maior eficiência operacional na triagem de materiais, melhorando o fluxo de peças e reduzindo o retrabalho e as duplicações de esforço, especialmente no contexto das peças miúdas, resultando em menos interrupções e/ou desperdícios.

5.3. Mitigação das flutuações de material em estágio

Para mitigar as flutuações de *stock*, especialmente na zona de estágio de descarga de material, foi proposta uma solução focada na melhoria da comunicação com a *TPCE*, a entidade responsável pelo abastecimento do armazém. O objetivo central desta estratégia é estabelecer uma comunicação mais frequente e estruturada, visando garantir maior estabilidade no número de linhas e no tipo de material presente nos contentores que chegam diariamente ao armazém.

A implementação da medida com base no conceito de "*ideal supplier*" tem como objetivo otimizar a receção de materiais, de acordo com a capacidade real de processamento do armazém. Este conceito procura alinhar a chegada de materiais com a infraestrutura disponível, de modo a evitar sobrecarga nos processos e minimizar flutuações que impactam a eficiência.

O "*ideal supplier*" considera, além da quantidade e frequência de material recebido, o desempenho operacional do armazém, o qual depende de uma gestão eficaz dos ciclos de trabalho, da alocação de recursos humanos e da integração com sistemas de planeamento, como o *Sherpa*. O *Sherpa* é um software de gestão utilizado, na *TLSPT*, para planear e monitorizar as operações diárias do armazém. Este sistema permite a análise do fluxo de trabalho, alocação de tarefas e a previsão de tempos de execução, com base nos dados da quantidade de material em estágio, o material *incoming* e a disponibilidade dos colaboradores.

O funcionamento do *Sherpa* é baseado na criação de tempos estimados para cada operação, a partir de dados introduzidos pelo armazém, permitindo uma visão abrangente das atividades em curso e dos recursos disponíveis. No entanto, o que frequentemente ocorre é que o volume de material recebido é superior ao esperado ou ao processável no tempo alocado. Em situações onde há um grande influxo de um material específico, os tempos de processamento estimados pelo *Sherpa* tornam-se insuficientes. Isso provoca atrasos nas operações, aumento do material em estágio, e, por consequência, as flutuações no *stock* e nos fluxos operacionais do armazém.

Com base nessa análise, é possível calcular o tempo utilizado num dia de trabalho, bem como o número de linhas que, teoricamente, são possíveis trabalhar por tarefa no armazém, utilizando esses dados para informar o *TPCE* e permitir ajustes nas entregas, de modo que o material que chega ao armazém esteja de acordo com a capacidade operacional disponível.

Este sistema permitiria uma melhor organização do material "*incoming*", estabelecendo regras claras de abastecimento que equilibram a procura e a capacidade de processamento do armazém. Assim, seria possível manter o número de linhas em estágio no mínimo necessário, evitando a saturação do espaço e a acumulação de material não processado, que pode causar atrasos e ineficiências.

No entanto, as flutuações nas linhas de estágio ainda poderiam ocorrer devido a fatores externos, como a ausência de colaboradores previamente considerados na alocação de recursos, ou eventuais variações no ciclo de produção. A aplicação desta solução, ao combinar uma comunicação estruturada e uma maior previsibilidade nas entregas, permitiria minimizar tais flutuações, promovendo um ambiente de maior estabilidade operacional e eficiência nos processos logísticos do armazém.

6. Conclusão

A gestão eficaz de um armazém é essencial para o bom funcionamento da cadeia de abastecimento, uma vez que este representa o ponto de conexão entre o fornecimento de materiais e a expedição final para o cliente. No caso específico analisado nesta dissertação, o foco foi otimizar os processos do armazém da TLSPT, procurando garantir um serviço eficiente sem comprometer os níveis de *stock*.

O trabalho inicial focou-se no mapeamento detalhado dos processos logísticos, utilizando ferramentas como o Sherpa e o M&I, o que possibilitou uma análise precisa das operações diárias. A partir dessa análise, foi identificado que as flutuações no volume de materiais recebidos e a gestão inadequada do espaço dentro do armazém eram os principais fatores que causavam atrasos e aumentavam o tempo de permanência dos materiais em estágio. A localização ineficiente de produtos de alta rotatividade, como os filtros, resultava em congestionamentos frequentes em áreas críticas, comprometendo o fluxo contínuo de materiais.

Para mitigar estes problemas, foram implementadas várias medidas de otimização, sendo uma das mais significativas a padronização no envio de 4 referências de alta procura em caixas completas, o que não só facilitou a organização dos materiais, mas também reduziu o tempo de triagem e armazenagem. Esta uniformização, coordenada com o sistema AS400 e a colaboração com a TME, resultou numa melhoria de 66% na eficiência do tempo e recursos utilizados para o manuseio e conferência destas referências.

Adicionalmente, a gestão de espaços físicos dentro do armazém foi outro desafio identificado. A crescente necessidade de espaço para referências específicas, como os filtros e outros materiais de alta rotação, agravava a pressão sobre o layout do armazém. A localização inadequada de materiais com alta rotatividade resultava em congestionamentos frequentes em áreas cruciais, como o corredor KK2, dificultando a movimentação eficiente e o acesso ao material.

Outra medida fundamental foi a introdução do conceito de *ideal supplier*, que, em planos futuros alinharia as entregas de material às capacidades reais de processamento do armazém. Essa colaboração mais estreita com os fornecedores permitiu ajustar a cadência e o volume das entregas, resultando numa melhor gestão do fluxo de trabalho e numa maior previsibilidade nas operações diárias. Como resultado, seria possível minimizar as flutuações de *stock* e evitar situações de estagnação.

A análise global dos processos demonstrou que a adoção de medidas de *Lean Manufacturing*, como o *Toyota Production System* e as suas ferramentas, é crucial para mitigar desperdícios e otimizar a gestão de *stocks* e a operação do armazém. A aplicação de práticas como *Just in Time*, 5S e *Kaizen*, quando devidamente ajustadas à realidade do armazém da TLSPT, contribuiu para uma maior eficiência e qualidade nas operações.

A implementação das soluções propostas ao longo deste projeto resultou numa melhoria significativa na eficiência global do armazém, evidenciada por um aumento da produtividade e uma redução expressiva no tempo de armazenagem de materiais. Apesar desses avanços, reconhece-se que há oportunidades para melhorias futuras, nomeadamente no que diz respeito à análise mais aprofundada das inversões de fluxo identificadas ao longo do projeto. Além disso, o aperfeiçoamento das políticas de receção de materiais é fundamental para alinhar a quantidade de material que chega ao armazém com a sua capacidade operacional, reduzindo o impacto de picos de volume e garantindo um fluxo de operações mais contínuo e ajustado às necessidades reais da empresa.

Em linha com os objetivos iniciais deste projeto, que incluíam o mapeamento detalhado dos processos operacionais do armazém, a identificação de constrangimentos, e a proposição de soluções para otimizar o fluxo de trabalho e reduzir desperdícios, a implementação do *direct binning* demonstrou-se eficaz para alcançar uma maior eficiência. Embora algumas propostas ainda estejam sob avaliação, a melhoria observada em termos de produtividade e tempo de armazenagem reflete diretamente o compromisso com a criação de um fluxo constante e equilibrado, tal como previsto nos objetivos.

Em suma, esta dissertação reforça a importância de uma abordagem integrada e estratégica na gestão logística, em que as decisões operacionais são suportadas por análises detalhadas e pela utilização de ferramentas tecnológicas adequadas. As mudanças implementadas não só contribuíram para uma melhoria imediata no desempenho do armazém, como também criaram uma base sólida para a implementação de melhorias contínuas no futuro, garantindo a sustentabilidade e a competitividade da operação no longo prazo.

7. Referências

- Al-Aomar, R. (2011). Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 60. Obtido de <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7d663ce46c77a23cf674967c864759077e436bc6>
- Alkhoraif, A., Rashid, H., & McLaughlin, P. (2019). Lean implementation in small and medium enterprises: Literature review. *Operations Research Perspectives*, 6. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ORM.2018.100089>
- Ante, G., Facchini, F., Mossa, G., & Digiesi, S. (2018). Developing a key performance indicators tree for lean and smart production systems. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 13-18. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.227>
- Apte, U. M., & S., V. (2000). Effective cross docking for improving distribution efficiencies. *International Journal of Logistics*, 3(3): 291-302.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of Major Lean Production Waste in Automobile Industries using Weighted Average Method. pp. 2167-2175. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.460>
- Bakri, A. H., Rahim, A. R., Yusof, N. M., & Ahmad, R. (2012). Boosting Lean Production via TPM. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.153>
- Ballou, R. H. (2004). Business logistics and supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain. Prentice-Hall.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. (2014). Warehouse & Distribution Science": Release 0.96. Obtido de <https://www2.isye.gatech.edu/~jjb/wh/book/editions/wh-sci-0.96.pdf>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). AN APPLICATION OF THE LEAN PRODUCTION TOOL STANDARD WORK. *Jurnal Teknologi*, 76(1). Obtido de <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Carvalho, J. (2004). *Logística* (3 ed.). Lisboa: Sílabo.
- Carvalho, J., Guedes, P., Arantes, A., Mastins, A., Póvoa, A., & Luís, C. (2010). Em Sílabo (Ed.). Lisboa.
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2006). *Operations Management of Competitive Advantage*. McGraw-Hill/Irwin.
- Childerhouse, P., & Towill, D. R. (2003). "Simplified material flow holds the key to supply chain integration". Em *Omega*, 31(1) (pp. 17-27).
- Christopher, M. (2005). Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-adding networks. São Paulo, Great Britain: Prentice-Hall / Financial Times.
- Christopher, M. (1999). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson UK.
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen in logistics and supply chains*. McGraw-Hill.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção*. LIDEL.
- CSCMP. (2012). Professionals, Council of Supply Chain Management.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. Em *E. J. Research*, 182(2) (pp. 481-501).
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materialstoday: Proceedings*, 5(2), 7668-7677. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>

- Frazelle, E. (2001). *Supply chain strategy*. McGraw-Hill Trade New York, NY.
- Frazelle, E. (2002). *World-class warehousing and material handling*. McGraw-Hill New York.
- Gao, S., & Low, S. (2014). *Lean Construction Management. The Toyota Way* (1^a ed.). Springer.
- García, J., Maldonado, A., Alvarado, A., & Rivera, D. (2014). Human critical success factors for kaizen and its impacts in industrial performance. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70, 2187-2198. Obtido de <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5445-4>
- Garza-Reyes, J., Kumar, V., Chaikittisilp, S., & Tan, K. (2018a). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 200, 170-180. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.030>
- Garza-Reyes, J., Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018b). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, 180, 335-348. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121>
- Gong, Y., & R., B. D. (2011). A review on stochastic models and analysis of warehouse operations. *Logistics Research*, 3(4): 191-205.
- Goshime, Y., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2019). Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction: A literature review on metals and engineering industries. *International Journal of Lean Six Sigma*. 10(2), pp. 691-714.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review.
- Hasan, Z., & Hossain, M. (2018). Improvement of Effectiveness by Applying PDCA Cycle or Kaizen: An Experimental Study on Engineering Students. *Journal of Scientific Research*, 10(2), 159-173. Obtido de <https://doi.org/10.3329/jsr.v10i2.35638>
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continous Improvement Strategy* (2^a ed.). McGraw-Hill.
- Irani, S. A., Huaug, H., Udai, T. K., Zhang, H., & Zhou, J. (1998). Approaches for Simplification of the Materials Flows in a Facility prior to Design of its Layout. *Department of industrial, Welding and Systems Engineering*.
- Ismail, S. (2013). *Design and Development of Andon System for Machining Machine at FKP Lab*. UMP.
- Jacobs, F., & Chase, R. (2012). *Operations and Supply Chain Management: The Core*. McGraw-Hill.
- Javadian, K., Baku, K., & Talari, H. (2013). Just-In-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement. *SSRN Electronic Journal*. Obtido de <https://doi.org/10.2139/ssrn.2253243>
- Jiménez, P., Diez, J., & Ordieres-Mere, J. (2016). HOSHIN KANRI Visualization with Neo4j. Empowering Leaders to Operationalize Lean Structural Networks. *Procedia CIRP*, 55, 284-289. Obtido de <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2016.08.023>
- Kaizen Institute. (2016). Warehouse Design.
- Kinnear, E. (1997). Is there any magic in cross-docking? *Supply Chain Management: An International Journal*, 2(2): 49-52.
- Kiran, D. (2019). Just in time and kanban. *Production Planning and Control*, 369-379. Obtido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818364-9.00026-3>
- Kundgol, S., Petkar, P., & Gaitonde, V. (2021). Implementation of value stream mapping (VSM) upgrading process and productivity in aerospace manufacturing industry. *Materialstoday: Proceedings*, 46(10), 4640-4646. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.282>

- Ledbetter, P. (2018). *The Toyota template: The plan for just-in-time and culture beyond lean tools*. Productivity Press. Obtido em 5 de 12 de 2023, de <http://dspace.vnbrims.org:13000/xmlui/bitstream/handle/123456789/4691/The%20Toyota%20Template%20The%20Plan%20for%20Just-In-Time%20and%20Culture%20Change%20Beyond%20Lean%20Tools.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Liker, J. (2004). *The Toyota way 14 management principles from the worlds greatest manufacturer (Vol. 2004)*. McGraw-Hill. Obtido de <http://eprints.uanl.mx/5481/1/1020149995.PDF>
- Liker, J., & Meier, D. (2006). *The toyota way fieldbook*. McGraw-Hill.
- Lu, J., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8). Obtido de <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Lyu, Z., Lin, P., Guo, D., & Huang, G. (2020). Towards Zero-Warehousing Smart Manufacturing from Zero-Inventory Just-In-Time production. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 64, 101932. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.101932>
- Martins, R., Pereira, M., Ferreira, L., Sá, J., & Silva, F. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673. Obtido de <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mohsen, & Hassan, M. (2002). A framework for the design of warehouse layout. *Em Facilities*, 20(13/14) (pp. 432-440).
- Monden, Y. (2012). *Toyota production system: An integrated approach to Just-In-Time*. CRC Press.
- Morgan, J., & Liker, J. (2006). *The Toyota product development system*. Productivity Press. Obtido de <https://doi.org/10.4324/9781482293746>
- Moura, C. (2006). Logística: conceitos e tendências. Em C. Atlântico (Ed.).
- Muckstadt, J., David, H., James, A., & Dwight, E. (2001). Guidelines for Collaborative Supply Chain System Design and Operation. Obtido de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1012824820895#preview>
- Muther, R., & Halles, L. (2015). Systematic Layout Planning - A total system of layout planning.
- Obara, S., & Wilburn, D. (2012). *TOYOTA by TOYOTA: Reflections from the Inside Leaders on the Techniques That Revolutionized the Industry*. Productivity Press. Obtido de <https://doi.org/10.1201/b11902>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Nova Iorque: Productivity Press. Obtido de <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- Omogai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380-385. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Parry, G., & Turner, C. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control*, 17(1). Obtido de <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pavnaskar, S., Gershenson, J., & Jambekar, A. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools, *International Journal of Production Research*. Obtido de <https://doi.org/10.1080/0020754021000049817>
- Pereira, A., Abreu, M., Silva, D., Alves, A., Oliveira, J., Lopes, I., & Figueiredo, M. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company – A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239-244. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>

- Petersen, C. G., & G., A. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, 92(1): 11-19.
- Pinto, J. (2006). *Gestão das Operações na Indústria e nos serviços*. Lisboa: LIDEL.
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean*. Lousã: LIDEL.
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras* (6th ed.). LIDEL.
- Porter, M. .. (1990). Vantagem competitiva. Campos.
- Puchkova, A., Le Romancer, J., & McFarlane, D. (2016). Balancing Push and Pull Strategies within the Production System. *IFAC-PapersOnLine*, 49(2), 66-71. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.03.012>
- Radnor, Z. (2010). Transferring lean into government. *Journal of Manufacturing*, 21(3), 411-428. Obtido de <https://doi.org/10.1108/17410381011024368>
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA* (1ª ed.). Lean Enterprise Institute.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *Em* 122(3).
- Ruben, B., Vinodh, S., & Asokan, P. (2019). State of art perspectives of lean and sustainable manufacturing. *International Journal of Lean Six Sigma*. 10(1), pp. 234-256. Obtido de <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0070>
- Santos, V. S. (1975). *Aprovisionamento, gestão de stocks, compras e receção*. Lisboa.
- Silva, A., Medeiros, C., & Vieira, R. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*, 150, 324-338. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.033>
- Silva, A., Medeiros, C., & Vieira, R. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*, 150. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.033>
- Simas, A., & Cruz-Machado, V. (2018). A Standardization Methodology for Visual Management in Lean Supply Chain Environments. *International Conference on Management Science and Engineering Management*. Obtido de https://doi.org/10.1007/978-3-319-59280-0_95
- Simchi-Levi, D. e. (2008). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*. McGraw-Hill/Irwin.
- Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Stewart, J. (2011). *The Toyota Kaizen Continuum: A Practical Guide to Implementing Lean* (Vol. 24). Obtido de <https://books.google.co.id/books?id=JXHRBQAAQBAJ>
- Tersine, R. (1994). *Principles of inventory and materials management for Competitive Advantage*. Prestige-Hall.
- Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. A. (2002). *Facilities Planning John Wiley and Sons Inc*. New York.
- Tošanović, N. T., & Štefanić, N. (2022). Influence of Bottleneck on Productivity of Production Process Controlled by Different Pull Control Mechanisms. Obtido de <https://doi.org/10.3390/app12031395>
- Van Belle, J., Valckenaers, P., & Cattrysse, D. (2012). Cross-docking: State of the art. *Omega*, 40(6): 827-846.
- Vieira, T., Sá, J., Lopes, M., Santos, G., Félix, M., Ferreira, L., . . . Pereira, M. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38, 892-899. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>

- Womack, J. P., & Jones, D. (2005). Lean consumption. Obtido de <https://hbr.org/2005/03/lean-consumption>
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking - Banish Waste and create Wealth in your Corporation* (Vol. 48). Simon & Schuster. doi:10.1038/sj.jors.2600967
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Womack, J., Jones, D., Roos, D., & Technology, M. (1990). *Machine that Changed the World*. New York: Simon & Schuster.
- Wu, Y. C. (2003). Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers. . *International Journal of Operations & Production Management*. doi:10.1108/01443570310501880
- Xu, Y., & Chen, M. (2016). Improving Just-in-Time Manufacturing Operations by Using Internet of Things Based Solutions. *Procedia CIRP*, 56. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.10.030>

Declaração de Integridade

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração. Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim. Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO. ISEP,

NOME: José David Pinheiro Moreira

Porto, 20 de Setembro de 2023

