



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Daniel Marques Botelho

**Otimização do Processo de Logística Interna
num Ambiente Industrial**

outubro de 2022



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Daniel Marques Botelho

Otimização do Processo de Logística Interna num Ambiente Industrial

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

**Professora Doutora Maria Do Sameiro Faria Brandão Soares
de Carvalho**

outubro de 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-SemDerivações

CC BY-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à CaetanoBus pela oportunidade de realização deste estágio curricular.

Ao engenheiro João Castro, responsável da unidade de armazenamento, onde foi realizada a presente dissertação, não só pela confiança depositada, bem como pela amizade. Pela disponibilidade de todas as ferramentas que foram necessárias, não só para a realização deste projeto, como também para me sentir integrado com os restantes colaboradores da organização.

Ao engenheiro João Moreira e ao responsável pela gestão de inventários, João Sá, pela partilha de conhecimentos, paciência, simpatia e disponibilidade demonstrados no decorrer deste projeto. À restante equipa e todos os colaboradores da CaetanoBus que interagiram no presente projeto.

À professora Maria do Sameiro Carvalho por me ter orientado ao longo deste projeto e também por todos os conhecimentos transmitidos, não só como minha orientadora, mas também como professora ao longo do curso.

Ao professor Manuel Carlos Figueiredo pela disponibilidade demonstrada e apoio no decorrer deste projeto.

Aos meus pais e irmão, pelo apoio incondicional e pela educação que me conseguiram proporcionar, que me fez chegar a esta etapa: Engenheiro Mestre. Por todo o esforço que fizeram para que nunca nada me faltasse, especialmente neste último ano.

A todas as pessoas, família e amigos que fizeram parte, de uma maneira, ou de outra, de todo este percurso.

O meu enorme obrigado a todos!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Otimização do Processo de Logística Interna num Ambiente Industrial

RESUMO

A crescente competitividade no mercado obriga as organizações a reduzir, ou até mesmo eliminar, quando possível, o máximo de desperdícios. As unidades de armazenamento, apesar de consideradas cruciais para o bom funcionamento de qualquer Cadeia de Abastecimento, são também o foco de elevados desperdícios que devem ser eliminados.

O presente projeto de dissertação foi realizado na sede da CaetanoBus, a maior empresa de montagem de autocarros de Portugal. A unidade de armazenamento desta organização tem vindo a ser negligenciada no que toca aos investimentos realizados, quando em comparação com as restantes áreas da empresa. Assim, o presente projeto de investigação foi realizado com o objetivo de melhorar os processos de Logística Interna através de uma redefinição do *layout* do armazém. Para além disso, no decorrer do projeto, foram identificadas outras problemáticas sendo propostas soluções que visaram a sua colmatação.

Neste projeto foram propostas duas alternativas de *layout* que tinham como intuito a melhoria do abastecimento às linhas de montagem. O objetivo principal era a reorganização do estacionamento dos carrinhos de abastecimento à produção e o aumento da zona de abastecimento *Just in Time*. Após uma análise comparativa entre as duas propostas realizadas, foi escolhida a mais adequada sendo esta, posteriormente, comparada com o *layout* atual da unidade de armazenamento em estudo. Todas as soluções propostas no decorrer deste projeto tinham como finalidade reduzir, ou mesmo anular, desperdícios relacionados não só com movimentações de operadores como também com o aumento de custos derivado do mal acondicionamento de material por falta de aproveitamento de espaço ou pela desorganização existente em algumas zonas do armazém.

A solução de *layout* proposta cumpre os objetivos definidos sendo a que mais se adequa às necessidades atuais da unidade de armazenamento. Permite uma reorganização do estacionamento dos carrinhos de abastecimento, um aumento da zona de abastecimento *Just in Time* em 21%, bem como uma poupança mensal de 146.10€. Outras propostas de melhoria efetuadas permitiram à empresa um aumento de 114% na área disponível para armazenagem bem como a eliminação de movimentações desnecessárias.

PALAVRAS-CHAVE

Abastecimento, Armazém, Fluxo, Layout, Logística,

Optimization of the Internal Logistical Process in an Industrial Environment

ABSTRACT

The growing competitiveness in the market forces organisations to reduce, or even eliminate, when possible, as many wastes as possible. Storage units, despite being considered crucial for the proper functioning of any supply chain, are also the focus of high wastes that must be eliminated.

The present dissertation project was carried out at the headquarters of CaetanoBus, the largest assembly company of buses in Portugal. This organisation's storage unit has been neglected in terms of investment, when compared to other areas of the company. Thus, this research project was carried out with the aim of improving the Internal Logistics process through a redefinition of the layout of the warehouse. In addition to this, during the course of this project, other problems were identified, and solutions were proposed aimed at solving them.

In this project two layout alternatives, that aimed to improve the supply to the assembly lines, were proposed. The main objective was the reorganization of the parking of the production supply carts and the expansion of the Just in Time supply area. After a comparative analysis between these two proposals, the most suitable one was chosen being later compared with the current layout of the warehouse in study. All solutions proposed during this project aimed at reducing, or even eliminating, wastes related, not only to the operator's movements, as well as to the increase in costs derived from the bad storing of material due to lack of use of space or disorganization existing in some areas of the warehouse.

The proposed layout solution meets the defined objectives, being the one that best suits the current storage unit needs. It allows the reorganization of the parking space of the supply carts, an increase in the Just in Time supply area by 21%, as well as a monthly saving of 146.10€. Other improvement proposals allowed the company to increase the area available for storage by 114%, as well as the elimination of unnecessary movements.

KEYWORDS

Flow, Layout, Logistics, Supply, Warehouse

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento do projeto	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação	3
1.4 Estrutura do projeto.....	3
2. Revisão Bibliográfica	6
2.1 Logística	6
2.2 Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	8
2.3 Gestão da Armazenagem.....	9
2.3.1 Processos de armazenagem	10
2.4 <i>Layout</i> do armazém	13
2.4.1 Procedimento para desenho de um armazém	14
2.4.2 Tipologias de armazenagem	16
2.4.3 Políticas de armazenagem	17
2.5 <i>Lean Logistics</i>	19
2.5.1 <i>Lean Warehousing</i>	19
2.5.2 Ferramentas <i>Lean Logistics</i>	21
2.6 Considerações finais	23
3. Apresentação da empresa.....	25
3.1 Grupo Salvador Caetano.....	25

3.2	CaetanoBus	26
3.2.1	Subsidiárias da CaetanoBus	26
3.2.2	CaetanoBus em números	27
3.2.3	Processo produtivo	29
3.2.4	Cadeia de abastecimento.....	31
3.3	Considerações finais	32
4.	Caracterização e análise da situação atual	34
4.1	Descrição do <i>layout</i> geral	34
4.2	Processos realizados no armazém.....	37
4.2.1	Receção do material	37
4.2.2	Conferência e arrumação.....	41
4.2.3	<i>Picking</i>	43
4.2.4	Abastecimento à unidade produtiva.....	47
4.2.5	Gestão de inventários	50
4.2.6	Pós-venda.....	51
4.3	Problemas identificados	51
4.4	Síntese dos problemas identificados	58
4.5	Considerações finais	58
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	60
5.1	Redefinição do <i>layout</i>	63
5.2	Implementação do método de abastecimento <i>kanban</i>	71
5.3	Aquisição de uma estrutura de armazenagem	72
5.4	Criação de uma <i>Obeya Room</i>	73
5.5	Considerações finais	73
6.	Análise e discussão dos resultados.....	75
6.1	Resultados previstos.....	75
6.1.1	Redefinição do <i>layout</i>	75
6.2	Resultados obtidos	80
6.2.1	Implementação do método de abastecimento <i>Kanban</i>	80

6.2.2	Aquisição de uma estrutura de armazenagem.....	81
6.2.3	Criação de uma <i>Obeya Room</i>	83
6.3	Considerações finais	83
7.	Conclusões e proposta de trabalhos futuros	85
7.1	Conclusões	85
7.2	Proposta de trabalhos futuros.....	86
	Referências Bibliográficas	87
	Apêndice 1 - Modelos comercializados pela CaetanoBus	93
	Apêndice 2 - Fluxo aquando da chegada de material	95
	Apêndice 3 - Levantamento ao número de carrinhos de abastecimento	96
	Apêndice 4 - Nova localização das prateleiras	99
	Apêndice 5 - Estudo dos tempos.....	104
	Anexo 1– Exemplo de uma lista de arrumação.....	107
	Anexo 2 - Exemplo de um Plano de <i>picking</i> semanal	108
	Anexo 3 - Exemplo de uma lista de <i>picking</i>	109
	Anexo 4– Exemplo de um relatório fecho de <i>corte</i>	110
	Anexo 5 – <i>Kaizen</i> da proposta implementada.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema logístico	7
Figura 2 - Processos básicos de armazenagem	10
Figura 3 - Representação dos vários modelos heurísticos	13
Figura 4 - Fluxos dentro de um armazém	17
Figura 5 - Diferentes métodos de armazenagem por classe	18
Figura 6 - Vista aérea da sede da CaetanoBus (à esquerda) e unidade produtiva da CaetanoBus (à direita)	26
Figura 7 - Áreas de atuação da COBUS Industries GmbH	27
Figura 8 - Exemplo de modelo produzido na linha de montagem 1: modelo Levante	30
Figura 9 - Exemplo de modelo produzido na linha de montagem 2: modelo eCity Gold.....	30
Figura 10 - Exemplo de modelo produzido na linha de montagem 3: modelo eCobus.....	30
Figura 11 - Esquema da cadeia de abastecimento da CaetanoBus	31
Figura 12 - Layout atual do piso 0 do armazém.....	35
Figura 13 - Layout da plataforma 5	36
Figura 14 - Layout da plataforma 7	36
Figura 15 - Layout da cobertura exterior.....	37
Figura 16 – Equipamento de apoio às descargas: empilhador	38
Figura 17 - Cobertura exterior	38
Figura 18 - Zona de receção interior.....	39
Figura 19 – Número de entradas de material rececionado	39
Figura 20 - Índices sazonais.....	40
Figura 21 - Resultado da média móvel de seis meses.....	41
Figura 22 - Produto etiquetado (à esquerda) e exemplo de localização (à direita)	42
Figura 23 - Porta paletes (à esquerda) e stacker (à direita)	43
Figura 24 - Carrinho de apoio à área de conferência e arrumação	43
Figura 25 - Carrinho de apoio à área de picking	44
Figura 26 - Estrutura para colocação das listas de picking.....	45
Figura 27 - Média do número de linhas de picking executadas por mês	46
Figura 28 - Número de linhas de picking executadas por linha nos últimos seis meses	46
Figura 29 – Material a ser abastecido pelo método JIT	47
Figura 30 - Mizusumachi (à esquerda) e carro de abastecimento (à direita)	48

Figura 31 - Estante kanban	49
Figura 32 - Caixa kanban (à esquerda) e cartões kanban (à direita)	50
Figura 33 – Desorganização da zona de estacionamento	53
Figura 34 - Falta de espaço para o abastecimento JIT	53
Figura 35 - Espaço desorganizado na zona de devoluções	54
Figura 36 - Falta de aproveitamento do espaço de armazenagem disponível em altura	55
Figura 37 - Mau acondicionamento (à esquerda) e possíveis não conformidades no material (à direita)	55
Figura 38 - Local de reuniões da Logística Interna	56
Figura 39 – Excesso de stock (à esquerda) e risco de segurança (à direita)	57
Figura 40 - Matriz de prioridades	62
Figura 41 - Área a considerar para a redefinição	64
Figura 42 - Novo layout da área de armazenagem.....	66
Figura 43 - Gráfico resultante da análise ABC.....	67
Figura 44 - Proposta de layout para a preparação do abastecimento	69
Figura 45 - Proposta de layout 1	70
Figura 46 - Proposta de layout 2	70
Figura 47 - Diagramas de spaghetti na proposta de layout 1 (à esquerda) e na proposta de layout 2 (à direita)	76
Figura 48 - Diagrama de spaghetti no layout atual.....	78
Figura 49 - Antes (à esquerda) e depois (à direita) da aquisição da estrutura de armazenagem.....	82
Figura 50 – Área de reuniões anterior (à esquerda) e atual (à direita)	83
Figura 51 - Fluxo realizado pela equipa de gestão de inventários aquando da chegada de material	95
Figura 52 - Exemplo de uma lista de arrumação.....	107
Figura 53 - Exemplo de um plano de picking semanal	108
Figura 54 - Exemplo de uma lista de picking	109
Figura 55 - Exemplo de um relatório de fecho de corte	110
Figura 56 - Kaizen da proposta implementada	111

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre desperdícios Lean e desperdícios num armazém.....	20
Tabela 2 - Vendas previstas para o ano de 2022	29
Tabela 3 - Síntese do levantamento realizado ao número de carros de abastecimento	52
Tabela 4 - Síntese dos problemas identificados	58
Tabela 5 – Propostas de melhoria com recurso à ferramenta 5W2H.....	61
Tabela 6 - Famílias de estantes criadas.....	65
Tabela 7 - Classes consideradas para a análise ABC	67
Tabela 8 - Número médio de prateleiras por família de estantes	68
Tabela 9 - Dimensões das zonas.....	72
Tabela 10 – Comparação das distâncias percorridas nas propostas efetuadas	76
Tabela 11 – Comparação da área disponível para a zona de abastecimento JIT nas propostas efetuadas	77
Tabela 12 – Comparação da área utilizada para o parque nas propostas efetuadas.....	77
Tabela 13 – Comparação das distâncias percorridas na proposta de layout 2 e no layout atual.....	78
Tabela 14 - Comparação dos tempos despendidos entre a proposta de layout e o layout atual.....	79
Tabela 15 - Comparação do tempo total despendido na proposta de layout e no layout atual	79
Tabela 16 - Despesas da organização com um operador logístico.....	79
Tabela 17 - Comparação da área disponível para a zona de abastecimento JIT na proposta efetuada e no layout existente.....	80
Tabela 18 - Comparação da área necessária para o parque na proposta efetuada e no layout existente	80
Tabela 19 - Cálculo dos turnos de produção consoante a quantidade abastecida.....	81
Tabela 20 - Área ganha para armazenagem	82
Tabela 21 - Modelos comercializados pela CaetanoBus	93
Tabela 22 - Levantamento ao número de carrinhos de abastecimento	96
Tabela 23 - Nova localização das prateleiras	99
Tabela 24 - Primeira série de observações	105
Tabela 25 - Segunda série de observações.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

LT – *Lead time*

JIT – *Just in time*

LIFO – *Last in first out*

SKU – *Stock Keeping Unit*

TPS – *Toyota Production System*

CAD – *Computer aided design*

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto de investigação, elaborado no âmbito da obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, visa o melhoramento do processo logístico no armazém de uma empresa de montagem de autocarros – a CaetanoBus.

No decorrer deste capítulo, é feito um breve enquadramento relativo ao assunto em estudo, passando depois para os objetivos, gerais e específicos, deste projeto, bem como para a metodologia aplicada. Por último, é apresentada a estrutura da presente dissertação assim como uma breve descrição dos capítulos em questão.

1.1 Enquadramento do projeto

Atualmente, os consumidores esperam ter à sua disposição produtos e serviços de que necessitam, de forma rápida e com qualidade, esperando mesmo uma abundância dos produtos pretendidos. Contudo, devido a acontecimentos de difícil previsão, a satisfação de clientes no mundo atual torna-se uma missão progressivamente mais complicada. Deste modo, a importância da logística torna-se gradualmente maior (Costa et al., 2010).

Apesar de no passado o principal objetivo da logística ser especialmente tático, focando-se principalmente na redução de custos, atualmente centra-se no panorama estratégico. Deste modo, a gestão eficiente das atividades logísticas, nomeadamente transporte, armazenagem, manuseamento de materiais, entre outros, é uma oportunidade para as organizações se destacarem em termos de competitividade (Carvalho et al., 2017; Christopher, 2005; Wu, 2003).

De acordo com Frazelle et al. (2002), o armazenamento é um aspeto chave em qualquer cadeia de abastecimento moderna. Apesar de algumas empresas quererem induzir um abastecimento direto aos consumidores, existem ainda muitas circunstâncias que tornam este abastecimento desadequado. Um exemplo destas circunstâncias é quando o *Lead Time* (LT) do fornecedor é demasiado grande, quando comparado com o LT exigido pelos consumidores. Nestes casos, os clientes têm de ser abastecidos pelo inventário existente em armazém e não por encomenda direta ao fornecedor (Harrison & Hoek, 2003). Evidentemente, num mercado tão competitivo como o atual, o sucesso de uma organização depende, assim, da eficiência dos processos implementados, realçando a importância de operações relacionadas com o armazenamento (Martins et al., 2020).

Tal como referido anteriormente, este projeto de estágio curricular foi desenvolvido na CaetanoBus, empresa pertencente ao grupo Salvador Caetano, um dos grupos mais conhecidos em Portugal, dedicado à indústria e setor automóvel. Sendo uma empresa com já vários anos de atuação, é, neste momento, caracterizada por alguns processos desatualizados.

Assim, evidenciada a importância do armazenamento numa cadeia de abastecimento, este projeto de investigação surge como uma atualização a ser feita com o objetivo de melhorar não só o *layout*, mas também, por conseguinte, de toda Logística Interna do armazém da CaetanoBus.

1.2 Objetivos

O objetivo central desta dissertação visa a redefinição de *layout* de uma unidade de armazenamento, mais especificamente da zona de estacionamento dos carrinhos de abastecimento à produção. Este tema surge no âmbito de um projeto que visa a redução do número de carrinhos de abastecimento sendo necessário, posteriormente, um parque adequado à nova quantidade de carrinhos.

Para além disso, este projeto tem como objetivo identificar potenciais problemas, bem como encontrar e implementar possíveis soluções de melhoria para os resolver.

Deste modo, foram traçados os seguintes objetivos específicos que suportam o cumprimento da meta delineada:

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre logística, gestão de armazéns e outros temas que servirão de base teórica para o projeto de investigação;
- Caracterizar e diagnosticar a situação atual da empresa, identificando problemas e desperdícios existentes;
- Analisar os diferentes processos de armazenagem;
- Identificar os diferentes problemas no *layout* do armazém que causam entropia nos vários processos de armazenagem;
- Criar várias propostas de *layout* para posterior análise e discussão com o responsável da Logística Interna;
- Escolher o *layout* mais adequado.

1.3 Metodologia de investigação

De forma a atingir os objetivos propostos, foi necessário definir etapas na investigação realizada. Assim, o presente projeto é baseado na metodologia “Investigação-Ação”, aplicada em contexto industrial, uma vez que permite ao investigador explorar e relacionar as bases teóricas com a aplicação prática (Eden & Ackermann, 2018). Trata-se de uma metodologia que assenta em cinco fases iterativas (Evered & Susman, 2016; Martins et al., 2020):

1. Diagnóstico: identificação do problema, ou problemas, e recolha dos dados necessários para realizar um diagnóstico aprofundado;
2. Planeamento de ações: identificação de possíveis soluções para os problemas encontrados na etapa anterior;
3. Implementação de ações: implementação das soluções e ações que visam a resolução dos problemas identificados;
4. Avaliação de resultados: discussão e análise dos resultados obtidos no passo anterior, realizando uma comparação entre as situações inicial (etapa 1) e final (etapa 3) da problemática em causa;
5. Especificação da aprendizagem: identificação das descobertas e conclusões da investigação e documentação de todo o trabalho realizado. É efetuada uma reflexão dos objetivos alcançados e acerca de possível trabalho futuro.

Para a realização deste projeto, foi claramente necessária uma participação ativa entre os colaboradores da empresa e o investigador de modo a entender melhor o que causa entropia nos processos. Adicionalmente, foi necessário também recolher informação acerca do estado atual do tema em estudo. Para tal foi realizada uma análise crítica e profunda da literatura existente, utilizando várias fontes bibliográficas tais como relatórios, dissertações, revistas e artigos científicos que possibilitaram o aprofundamento do tema em estudo. Esta investigação surge no sentido de acompanhar a evolução do tema e ultrapassar dificuldades surgidas.

Por fim, procedeu-se à escrita do projeto.

1.4 Estrutura do projeto

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos, resumidos de seguida.

No primeiro capítulo, é feita uma introdução ao projeto, onde é apresentado o enquadramento do tema em análise bem como os objetivos definidos e a metodologia aplicada no decorrer do mesmo. Termina com uma breve descrição da estrutura do presente projeto de investigação.

No segundo capítulo, é realizada a revisão bibliográfica relativa aos assuntos abordados no decorrer da execução do projeto. É neste capítulo que são apresentadas as principais contribuições científicas relevantes para o tema e conceitos considerados pertinentes de modo a enquadrar o projeto em estudo. Inicia-se pela definição do conceito Logística seguindo-se pela definição do conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento. Este último conceito introduz a importância do armazenamento numa cadeia de abastecimento, servindo de ponte para a secção seguinte, Gestão da Armazenagem. É nesta secção que se apresentam os vários processos realizados numa unidade de armazenamento, realçando o processo de *picking*, uma vez que representa aproximadamente metade de todos os custos operacionais de um armazém. Neste capítulo, é ainda abordado o tema do *Layout* de um armazém onde é delineada a metodologia a ser seguida aquando desenho de uma unidade de armazenamento, bem como as tipologias e políticas de armazenagem existentes. É nesta secção que se apresenta a política de armazenagem por classes que serve de mote para uma breve explicação acerca da Lei de Pareto e análise ABC. Com estes conceitos em mente, segue-se o tema *Lean Logistics* que visa interligar a logística ao Pensamento *Lean*. Aqui, é realizada uma adaptação dos desperdícios delineados na metodologia *Lean* com os desperdícios existentes numa unidade de armazenamento. Ainda neste capítulo, são apresentadas as várias ferramentas que visam a diminuição de desperdícios dentro da Logística Interna.

No terceiro capítulo, é apresentada a empresa onde foi realizado o projeto. Aqui, é feita uma apresentação do grupo Salvador Caetano, grupo ao qual a empresa onde foi realizado o presente projeto pertence. Neste capítulo são apresentadas as subsidiárias da empresa bem como uma descrição acerca do estado atual no que toca à faturação no último ano e previsões de vendas para o ano corrente. Para além disso, é descrito o processo produtivo da empresa e a cadeia de abastecimento da mesma.

No capítulo quatro é realizada uma análise intensiva à situação atual do armazém onde se realizou o projeto. Este capítulo inicia-se com a ilustração do *layout* da unidade de armazenamento, desenhado com o auxílio das ferramentas *Computer aided design* (CAD) e segue-se pela descrição das várias atividades que se realizam no armazém. É também neste capítulo que são identificados os problemas para os quais serão propostas melhorias que objetivam a sua colmatação.

Tal como referido anteriormente, o capítulo cinco apresenta as várias propostas de melhorias que visam a resolução dos problemas identificados. Inicia-se com a redefinição de *layout*, onde são apresentadas duas propostas que visam o melhoramento da eficiência na unidade de armazenamento. Para além disso, são apresentadas as propostas de melhoria que visam a eliminação de alguns dos problemas identificados no capítulo anterior.

No sexto capítulo são discutidos os resultados obtidos que advêm das propostas realizadas no capítulo anterior. Este capítulo divide-se em duas secções, uma secção para os resultados previstos, dedicada à análise das propostas que não foram implementadas, e outra secção para os resultados obtidos, que por sua vez, descreve os resultados obtidos das propostas implementadas.

De realçar que em todos os capítulos referidos até ao momento, é realizada uma breve síntese no final de cada um deles.

Por fim, no capítulo sete são apresentadas as conclusões de todo o projeto, bem como as propostas de trabalho futuro que visam estudos e análises futuras a problemas identificados, mas não abrangidos pelo presente projeto de dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta o enquadramento teórico que sustenta o presente projeto de investigação. São exploradas as diversas temáticas e conceitos fundamentais que contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

2.1 Logística

Ao longo da história da humanidade, foram ganhas e perdidas guerras através das forças e capacidades da logística, ou falta delas. Na segunda guerra mundial, a logística teve um papel extremamente significativo. A invasão da Europa, por parte das forças aliadas, foi um desafio altamente complexo de logística. Deste modo, desde o início dos tempos que a importância da logística se tem evidenciado contudo, apenas num passado recente algumas organizações constataram a relevância desta matéria e o impacto da mesma na missão de atingir uma vantagem competitiva no mercado atual. Esta falta de reconhecimento deve-se à falta de entendimento das vantagens e benefícios da logística (Christopher, 2011).

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals*, a “Logística ou Gestão Logística (...) é responsável por planejar, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso e as operações de armazenagem de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a ir ao encontro dos requisitos/necessidades dos clientes” (Carvalho et al., 2017; CSCMP, 2013; Georgia Tech Supply Chain and Logistics Institute, 2022).

Assim, de um modo geral, a missão da logística consiste em garantir que os produtos, sejam eles matéria-prima, produto semiacabado ou produto final, cheguem aos clientes nas condições desejadas, quer em termos de quantidade, qualidade, momento e local. Esta missão deve ser cumprida, tendo sempre em consideração o maior benefício para a organização bem como um elevado nível de serviço uma vez que, afinal de contas, é o cliente quem proporciona à empresa vantagem competitiva. A logística deve, portanto, ser vista como uma ligação entre os mercados do consumidor e do fornecedor e o seu âmbito abrange toda a organização, desde a gestão de matérias-primas até à entrega do produto final (Figura 1) (Ballou, 2004; Christopher, 2005; Gu et al., 2010).

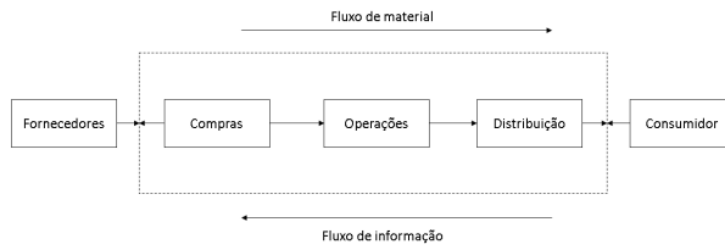


Figura 1 - Sistema logístico
(Christopher, 2005)

A logística vem também mudar a perspetiva com a qual se encara a competitividade entre organizações. A competitividade tradicional está assente num conjunto de condições para que a empresa seja mais “forte” do que as outras, procedendo de forma solitária e isolada. No entanto, a logística assenta o seu raciocínio numa lógica de fluxos, promovendo a partilha: em primeiro lugar, internamente, à empresa e, posteriormente, aos fornecedores e clientes. Por vezes até às próprias empresas concorrentes num sistema híbrido que une colaboração e competição (Carvalho et al., 2017).

De acordo com Rushton et al. (2014), as atividades basilares da logística são:

- Transporte;
- Inventário;
- Armazenamento.

Contudo, segundo Carvalho et al. (2017), as atividades logísticas englobam muito mais, designadamente:

- Transporte e gestão do transporte;
- Armazenagem e gestão da armazenagem;
- Embalagem e gestão da embalagem;
- Manuseamento de materiais e gestão de materiais;
- Controlo e gestão de stocks;
- Gestão do ciclo de encomenda;
- Previsão de vendas;
- Planeamento da produção/programação;
- *Procurement* e Gestão do ciclo de *procurement*;
- Serviço ao cliente;
- Localização e gestão de instalações;
- Manuseamento de materiais retornados;
- Suporte ao serviço ao cliente;
- Eliminação, recuperação e reaproveitamento de materiais e gestão logística inversa.

Note-se que não se trata de definições distintas, mas sim de uma definição mais geral, no caso do primeiro autor, e uma definição que engloba atividades mais específicas no caso dos segundos autores.

2.2 Gestão da Cadeia de Abastecimento

Uma cadeia de abastecimento pode ser definida como uma rede de organizações que se encontram envolvidas nos diferentes processos e atividades. A gestão da cadeia de abastecimento ocupa-se com a gestão integrada dos fluxos, não só de materiais ou mercadorias, mas também de informação em toda a cadeia com o objetivo de garantir que o consumidor final receba os produtos certos, no local e quantidade certa, no momento certo (Giannoccaro & Pontrandolfo, 2002).

A gestão da cadeia de abastecimento tem como objetivo usar métodos de cooperação e coordenação de modo a reduzir a incerteza dentro da cadeia de abastecimento, eliminar conflitos de interesse entre membros da cadeia de abastecimento e melhorar a gestão de possíveis conflitos entre os intervenientes (Huang et al., 2020; Wang et al., 2022). Segundo Um & Kim (2019), atualmente, a gestão de cadeia de abastecimento foca-se mais nos efeitos sinérgicos dos membros internos e externos da cadeia, isto é, foca-se mais na ação simultânea e cooperativa dos agentes intervenientes na cadeia de abastecimento. De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals*, “a Gestão da Cadeia de Abastecimento envolve o planeamento e a gestão de todas as atividades de *sourcing* e *procurement*, conversão e todas as atividades logísticas. É importante referir que a Gestão da Cadeia de Abastecimento envolve a coordenação e a procura de colaboração entre parceiros de cadeia (...) sejam eles fornecedores, intermediários, prestadores de serviços logísticos ou clientes. Em essência, a Gestão da Cadeia de Abastecimento integra as componentes abastecimento e procura dentro e entre empresas” (Carvalho et al., 2017; CSCMP, 2013).

De acordo com Mentzer et al. (2001), existem três características fundamentais da gestão da cadeia de abastecimento que contribuem para uma maior fluidez dos fluxos de materiais e de informação:

- Visualização da cadeia de abastecimento como um todo e gestão total do fluxo desde o fornecedor até ao cliente final;
- Orientação estratégica para um esforço conjunto, de forma a convergir esforços e capacidades estratégicas e operacionais;
- Foco no cliente para criar fontes únicas e individuais de valor, conduzindo à satisfação do mesmo.

Assim, a gestão da cadeia de abastecimento visa maximizar a sinergia entre todos os membros da cadeia de abastecimento que, por sua vez, permite agregar maior valor aos produtos a custos mais baixos (Moura, 2006).

2.3 Gestão da Armazenagem

Na atualidade, os mercados atravessam um período extremamente competitivo onde os níveis de consumo tendem a aumentar e os clientes são progressivamente mais exigentes. Assim, as organizações estão cada vez mais vulneráveis às flutuações na procura pelo que uma unidade de armazenamento constitui um *buffer* que facilita a resposta da empresa a variações repentinas na procura, por parte dos clientes, como também variações de abastecimento, por parte de fornecedores. Assim, um armazém proporciona um conjunto de serviços improvável de se extinguir num futuro próximo, tendo em conta o contexto económico atual nos mercados (Bartholdi & Hackman, 2019). Um sistema logístico sem armazenagem apenas seria possível se existisse uma perfeita sincronização entre produção, ou abastecimento, e consumo.

Numa mesma perspetiva, os autores Carvalho et al. (2017) defendem que a necessidade de estruturas de armazenagem advém da necessidade de constituição de stock. Esta necessidade surge quando o abastecimento e o consumo têm um comportamento distinto ao longo do tempo. Os autores afirmam, também, que pode existir um desfasamento no tempo entre a procura e a produção, levando à necessidade de acumulação de stock que, por sua vez, leva à necessidade de infraestruturas de armazenagem. A existência de stock permite, assim, que o processo de consumo seja independente do processo de abastecimento.

Para além da necessidade de existência de *stock*, a presença de uma infraestrutura de armazenagem permite ainda combater a sazonalidade, reduzir tempos de resposta, consolidar produtos, superar a discrepância entre procura e oferta, permitir atingir o nível de serviço proposto pela empresa, entre outras vantagens (Bartholdi & Hackman, 2019; Carvalho et al., 2017; Lambert et al., 1998; Stevenson, 2015). De acordo com Rajuldevi et al. (2009), uma infraestrutura de armazenagem, ou simplesmente armazém, é descrito como um edifício plano, com uma área extensa, destinado ao acondicionamento de materiais. Estão equipados com cais de carga/descarga, gruas, empilhadoras e/ou tapetes rolantes para movimentação dos materiais e estantes para arrumação de paletes ou caixas.

O armazenamento de materiais é, então, uma componente essencial de qualquer cadeia de abastecimento. O custo relacionado com esta atividade compreende-se entre os 20% e 30% de todos os

custos logísticos. Assim, representa uma das funções mais relevantes na cadeia de abastecimento (Chopra & Meindl, 2006; Rushton et al., 2014).

2.3.1 Processos de armazenagem

Após um material ser rececionado, este passa por diferentes passos desde a sua entrada até à sua saída da unidade de armazenamento. Estes passos são designados processos e estão ilustrados na Figura 2 (Rouwenhorst et al., 2000).



Figura 2 - Processos básicos de armazenagem
(Bartholdi & Hackman, 2019)

De seguida, são apresentados em detalhe esses mesmos processos: os processos de armazenagem.

Receção e conferência

Na zona de receção dá-se a entrada dos materiais no armazém. É aqui que se inicia o fluxo de bens, com a notificação de entrega do fornecedor. Devem ser definidas datas específicas para as entregas de material com o objetivo de evitar ou reduzir os tempos de espera de modo a evitar constrangimentos por picos de entrega de cargas. Estando o material rececionado, ele deve ser, de seguida, conferido. Isto é, assim que o material, é recebido, verifica-se se as quantidades do material estão de acordo com as quantidades enunciadas na nota de encomenda. Também deve ser realizada uma verificação à conformidade do material sendo que quaisquer danos são, futuramente, relatados ao fornecedor com o objetivo de impedir não conformidades em encomendas posteriores (Berg & Zijm, 1999; Hompel & Schmidt, 2005).

Arrumação

Após rececionados, os bens devem ser armazenados em locais apropriados, sendo que a coordenação do armazenamento de produtos deve ser realizada, visando a redução das distâncias percorridas pelos trabalhadores, quer para recolher material (*picking*), quer para carregar ou descarregar produtos (Zunic et al., 2018). Assim, a atividade de arrumação depende da tipologia de armazém adotada pela organização que, segundo Carvalho et al. (2017), pode utilizar dois métodos de localização: localização fixa ou localização aleatória.

- Se a organização optar pelo método de localização fixa, significa que aloca um espaço no armazém para apenas um tipo de artigo. Este sistema é estático e uma das desvantagens é a subutilização de espaço. Neste caso, o espaço necessário para cada referência deve ser dimensionado para o stock máximo;
- Se a organização optar pelo método de localização aleatória, significa que a localização do produto é definida aleatoriamente aquando da sua receção. Este método permite uma elevada utilização de espaço, mas uma desvantagem é o aumento das distâncias percorridas, uma vez que pode localizar uma referência com um elevado número de movimentos numa zona afastada do armazém.

De acordo com os mesmos autores, é possível combinar os dois métodos, resultando num método misto. Neste caso, a área de armazenagem é subdividida em zonas e as referências são alocadas a uma zona de acordo com um critério (localização fixa) e dentro de cada zona são armazenadas em qualquer local (localização aleatória).

Picking

Depois de o material ser rececionado, conferido e armazenado, a atividade de *picking* é despoletada pela receção de encomendas dos clientes. O *picking* é o processo de retirada dos produtos das suas localizações em armazém e os operadores que efetuam esta tarefa são denominados por *pickers*. Esta atividade tem grande destaque, uma vez que marca o início do serviço ao cliente e representa entre 50% a 60% dos custos operacionais do armazém (Accorsi et al., 2012; Carvalho et al., 2017; Tompkins et al., 2010).

A produtividade do *picking* depende da lógica utilizada para o realizar, tendo sempre em conta o tipo de encomendas. Existem quatro métodos de *picking* (Carvalho et al., 2017):

- *Picking by order*: O operador de *picking* recolhe todos os itens de uma encomenda. Isto significa que ele tem que se deslocar a todas as localizações de referências incluídas na encomenda. Quando termina o *picking* de uma encomenda, passa para a encomenda seguinte. É o método com menor produtividade, uma vez que demora mais tempo a completar cada encomenda devido ao excessivo tempo de deslocação;
- *Picking by line*: O operador de *picking* recolhe em cada localização a quantidade de produto suficiente para satisfazer várias encomendas. A sequência, ou rota, é definida com o objetivo de minimizar a distância percorrida. Assim, a produtividade é elevada apesar de a propensão a

erros ser maior, uma vez que é necessário que o *picker*, no final, separe os produtos por encomenda;

- *Zone picking*: Existe uma área de *picking*, que pode ser a totalidade do armazém dividida em zonas com operadores alocados a cada zona. O operador de cada setor recolhe todos os produtos para cada encomenda que estão localizados na sua zona. Posteriormente os produtos recolhidos são consolidados de acordo com a encomenda;
- *Batch picking*: O operador de *picking* trabalha sobre um grupo de encomendas, em simultâneo. Quando um produto aparece em mais do que uma encomenda, o *picker* recolhe a quantidade necessária para satisfazer todas as encomendas e, depois, separa por encomenda. Este método de *picking* corresponde ao *picking by line* mas com um grupo de encomendas e não a sua totalidade, o que reduz a possibilidade de erros face ao *picking by line* puro.

Para além da definição de um método de *picking*, é possível também definir uma rota que visa sequenciar a recolha de materiais localizados em diferentes posições do armazém com o objetivo de reduzir os desperdícios relacionados com os tempos de transporte e de procura de materiais. Assim, as rotas de *picking* devem assegurar um trajeto ótimo para a tarefa de *picking*. De acordo com (Koster et al., 2007; Le-Duc & Koster, 2007; Roodbergen & Koster, 2001), os métodos heurísticos mais comuns para solucionar esta problemática são:

- *S-shape*, onde um corredor é apenas percorrido quando contém um artigo a recolher, caso contrário, este corredor não é atravessado. Obriga o *picker* a percorrer grandes distâncias uma vez que todo o corredor é percorrido, mesmo que haja apenas um artigo a recolher no seu extremo. Obriga, também, à existência de um corredor na retaguarda do armazém;
- *Return*, onde o *picker* entra e sai pelo corredor pelo mesmo local percorrendo-o apenas se existir alguma posição com um artigo para recolher. Percorre o corredor apenas até à última posição, reduzindo, assim, a distância percorrida pelo operador;
- *Mid-point*, quando o armazém é dividido em duas áreas e o *picker* realiza o processo de *picking* apenas até meio do corredor. Deste modo, o processo de *picking* realizado na metade da frente é executado, acedendo ao corredor pela entrada da frente ao passo que as recolhas efetuadas na metade da retaguarda são acedidas pela retaguarda dos corredores. Este método é considerado o menos eficiente, mas mais simples do que o método *Largest-Gap* que será descrito de seguida;

- *Largest-Gap*, onde se tenta perceber qual é o maior espaçamento entre duas posições de recolha, optando, posteriormente, por uma solução. Este espaçamento é o espaço do corredor que não é percorrido pelo *picker*;
- *Combined*, que combina os métodos *Return* e *S-shape* sendo o método escolhido posteriormente e consoante as posições dos artigos a recolher;
- *Optimal*, onde é utilizado um algoritmo de otimização e o *picker* visita os corredores de forma a realizar o menor trajeto possível no menor tempo. Contudo, não existe um algoritmo conhecido que escolha a rota mais curta, sendo esta obtida muitas vezes pelo método de enumeração.

Os métodos heurísticos descritos estão ilustrados na Figura 3.

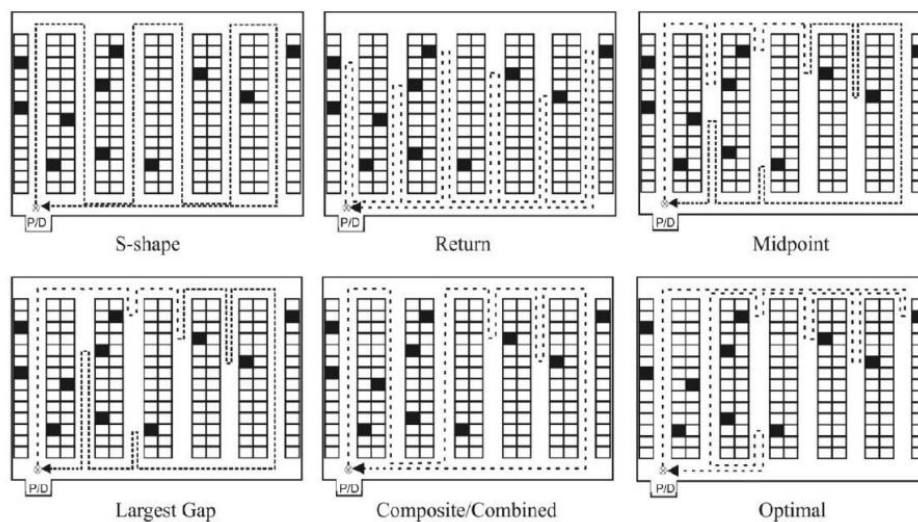


Figura 3 - Representação dos vários modelos heurísticos (Beker et al., 2012)

Preparação e expedição

São as últimas atividades realizadas dentro do armazém. Consistem na preparação das encomendas para expedição, isto é, colocar os produtos da encomenda na palete respetiva e proceder à cintagem ou filmagem da paleta. Após a preparação, o carregamento do transporte deve ser efetuado pelo critério *Last in First out* (LIFO), ou seja, a primeira paleta a entrar no transporte corresponderá ao último cliente a ser visitado (Carvalho et al., 2017; Rouwenhorst et al., 2000).

2.4 Layout do armazém

Tal como referido previamente, as infraestruturas de armazenagem são de extrema importância no contexto atual dos mercados. Para além disso, as atividades desenvolvidas nos armazéns podem ser de

elevada complexidade, tornando imprescindível um projeto de armazém otimizado e um bom planeamento das operações para que se possa atingir os objetivos definidos com sucesso. De facto, a fase de planeamento de um novo armazém, de modo a maximizar a sua eficiência, requer a consideração de três aspetos fundamentais (Rouwenhorst et al., 2000):

- Processos: as várias etapas percorridas pelo material, abordadas anteriormente;
- Recursos: diz respeito a todos os meios, equipamentos e recursos humanos necessários para operar um armazém;
- Organização: inclui todos os procedimentos de planeamento e controlo utilizados na operação de um armazém.

De acordo com Stevenson (2015), a fase de planeamento de um armazém é essencial uma vez que são tomadas decisões de elevado investimento a longo prazo e que irão ter um impacto significativo na eficiência das atividades que serão realizadas no futuro.

A definição do *layout* de um armazém deve potenciar ao máximo a sua produtividade e eficiência através da redução das distâncias percorridas e conseguinte tempo dispensado em movimentos ou transporte de materiais. Para responder aos problemas de armazém relacionados com o *layout*, é preciso ter em consideração as estruturas, equipamentos e operadores que intervêm nesse espaço. Objetiva-se, assim, a maximização da utilização do espaço, de forma a que este permita um fácil acesso a todos os materiais, um adequado manuseamento dos equipamentos e que mantenha as deslocações necessárias no mínimo possível (Carvalho et al., 2017; Mulcahy, 1994).

2.4.1 Procedimento para desenho de um armazém

Tendo em conta a extrema importância das decisões tomadas na definição de um novo *layout*, ou mesmo de um novo armazém, é crucial existir um procedimento para o seu desenho. As etapas recomendadas por Baker & Canessa (2009) são explicitadas de seguida.

1. Definição dos requisitos do sistema: etapa onde são considerados todos os sistemas com os quais o armazém irá interagir incluindo, assim, requisitos estratégicos e restrições relevantes. Deve ser tido em consideração o crescimento previsto para a empresa no futuro, uma vez que será decidido, nesta fase, o papel do armazém, a capacidade de armazenamento necessária, o nível de serviço que se pretende alcançar, bem como as diferentes atividades que irão ser realizadas na unidade de armazenamento (Hassan, 2002);
2. Definição, obtenção e análise de dados: fase onde é necessário definir e, posteriormente analisar, os dados considerados necessários e que irão ser a base de todo o projeto. Estes dados

devem ser obtidos e analisados com rigor uma vez irão representar o futuro do armazém. Estes dados incluem, mas não se restringem, a informações relativas aos produtos que irão ser armazenados (dimensões, peso, restrições de temperatura ou humidade, etc...), informações relativamente às áreas de receção e expedição (tamanho dos veículos transportadores, quantidade de material transportada, métodos de carga e descarga, etc...), informações relativamente ao edifício, caso este já esteja construído (localização, dimensões do edifício, etc...), entre outros. Basicamente, nesta fase são considerados e analisados todos os dados que possam influenciar o *design* do armazém. Esses dados são, posteriormente, analisados geralmente através de modelos computacionais (Baker & Canessa, 2009; Frazelle et al., 2002; Hassan, 2002; Richards, 2014);

3. Definição da unidade de carga: nesta etapa é escolhida a unidade de carga a utilizar, normalmente paletes ou caixas. Apesar de parecer uma decisão simples, irá limitar todas as etapas futuras incluindo não só o processo de armazenagem como também outras atividades que irão decorrer no armazém, nomeadamente o abastecimento à unidade produtiva. Para além disso, esta decisão não deve ser tomada de forma isolada, considerando apenas o armazém, devendo ter em conta toda a cadeia de abastecimento (Bartholdi & Hackman, 2019);
4. Determinação dos procedimentos e métodos operacionais: esta fase inicia-se com a definição dos diferentes fluxos e áreas envolvidas na unidade de armazenamento sendo as principais atividades a receção e conferência, arrumação, *picking*, e preparação e expedição que foram já abordadas no capítulo anterior. Posteriormente, devem ser definidos os procedimentos a realizar em cada uma destas atividades tendo em consideração que os métodos operacionais definidos devem proporcionar flexibilidade ao armazém (Gu et al., 2010; Koster et al., 2007);
5. Definição do tipo de equipamentos e respetivas características: nesta etapa são considerados os procedimentos e métodos decididos na etapa anterior para decidir os equipamentos mais apropriados para movimentação do material na unidade de armazenamento. O projeto do armazém deve focar-se nos requisitos necessários para uma boa utilização dos equipamentos de armazenagem e movimentação de material sendo por vezes necessário, no final desta etapa, rever as etapas anteriores adaptando-as aos equipamentos aqui definidos (Bartholdi & Hackman, 2019; Richards, 2014);
6. Definição dos serviços e operações auxiliares: esta fase contempla os espaços necessários não considerados pelas atividades básicas de armazenagem. É necessária a definição de espaços para serviços, que podem ser necessários e não considerados até aqui, tais como etiquetagem

e embalagem. Para além disso, pode ser também necessário considerar locais ou áreas que permitem o bom funcionamento do armazém, nomeadamente áreas para armazenamento de produtos de limpeza, escritórios, casas de banho, pontos de carregamento para empilhadores, entre outros. Estas operações, apesar de serem denominadas como auxiliares, devem ser consideradas tão importantes como as restantes atividades uma vez que são, também, fundamentais (Rushton et al., 2014);

7. Preparação de possíveis *layouts*: esta etapa é o culminar de todo o trabalho realizado nas etapas anteriores uma vez que nesta fase devem ser consideradas todas as decisões tomadas. Contudo, ter em consideração todas essas decisões bem como os diversos objetivos definidos (minimização das distâncias percorridas, redução de custos, etc...) e tentar otimizá-las num só *layout* é uma tarefa altamente complexa. Deste modo, uma opção é criar diversas alternativas, isto é, diversos *layouts* considerando, em cada um, apenas uma ou duas decisões e no final validar a eficiência de cada *design*. Para desenhar os diversos *layouts* são utilizadas diversas ferramentas, nomeadamente ferramentas CAD (*computer aided design*) que auxiliam na execução das várias propostas (Baker & Canessa, 2009; Hassan, 2002; Koster et al., 2007);
8. Avaliação dos *layouts*: nesta fase são avaliadas as várias soluções propostas. Deve ser verificada a presença de todos os requisitos necessários listando as diversas vantagens e desvantagens de cada *layout* para na etapa seguinte se proceder à escolha do mais adequado (Baker & Canessa, 2009);
9. Identificação do *design* desejado: nesta fase é finalmente escolhida a solução mais adequada que deve conter o máximo de elementos e decisões descritas nas etapas anteriores. O *design* deve identificar, de forma coerente, as diversas áreas funcionais, operações e fluxos bem como todos os restantes elementos relevantes (Baker & Canessa, 2009; Carvalho et al., 2017; Koster et al., 2007).

Como se pode concluir, o dimensionamento de um armazém é uma tarefa extremamente complexa devido ao elevado número de decisões interligadas e, por vezes, conflituosas. Contudo, assim que se atingir uma solução, o *layout* deve ser capaz de melhorar o nível de serviço prestado aos clientes bem como melhorar a eficiência das operações (Baker & Canessa, 2009; Gu et al., 2007; Hassan, 2002).

2.4.2 Tipologias de armazenagem

Segundo Carvalho et al. (2017), dentro do armazém existem fluxos de materiais e informação que percorrem as diferentes áreas que constituem todo o processo de armazenagem (zona de receção e

conferência, zona de armazenagem, zona de preparação e zona de expedição). De acordo com os mesmos autores, o *layout* de um armazém pode apresentar dois tipos de fluxo que estão representados na Figura 4.

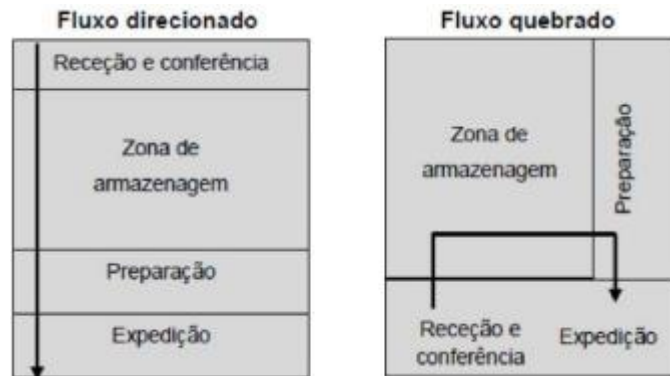


Figura 4 - Fluxos dentro de um armazém
(Carvalho et al., 2017)

Estes dois fluxos são descritos de seguida:

- Fluxo direcionado: as zonas de recepção e expedição encontram-se nos extremos opostos do armazém, localizando-se a zona de armazenagem entre os mesmos. Neste caso, os materiais seguem um fluxo direcionado. A principal vantagem neste tipo de armazéns é a diminuição de congestionamentos, uma vez que a recepção e a expedição são atividades efetuadas em zonas distintas;
- Fluxo quebrado: as zonas de recepção e expedição encontram-se na mesma zona e os materiais seguem um fluxo quebrado (em U). A principal vantagem de armazéns com fluxo quebrado é a redução da distância percorrida nas atividades de arrumação e de *picking*.

2.4.3 Políticas de armazenagem

De acordo com Malmberg & Altassan (1998), os *Stock Keeping Units* (SKU) podem ser alocados às diversas localizações existentes numa unidade de armazenamento através de duas políticas distintas:

- política aleatória, onde os SKUs são alocados arbitrariamente pelas localizações disponíveis;
- política de armazenagem dedicada, onde cada SKU é alocado a uma localização pré-definida.

Contudo, segundo Bahrami et al., (2019), existe uma terceira política: armazenagem baseada em classe. Estes autores acreditam que as duas políticas descritas anteriormente são “extremistas” uma vez que,

no primeiro caso, é considerada apenas uma classe para todos os produtos e, no segundo caso, é considerada uma classe para cada SKU.

No que diz respeito à política de armazenagem baseada em classes, trata-se de uma política que classifica cada SKU numa classe de produtos baseando-se num determinado critério, como por exemplo, o volume ou a taxa de utilização do mesmo (Gu et al., 2007).

Quando esta política de armazenagem é utilizada com três classes é geralmente denominada de armazenagem por classificação ABC uma vez que a atribuição de classes se baseia na análise ABC (Roodbergen & Vis, 2009).

De acordo com Richards (2014), antes de perceber a classificação ABC é necessário entender primeiro a Lei de Pareto que afirma que 80% dos efeitos ocorrem devido a 20% das causas. Este autor afirma que apesar desta lei não ser universal, é surpreendente o número de vezes em que se aplica e que a ideia é concentrar esforços apenas nos 20%. A Lei de Pareto é amplamente utilizada na área da Logística onde é mais conhecida por classificação ABC. Em termos de vendas, de acordo com a classificação ABC, “A” corresponde à classe mais importante, com 20% dos produtos a causarem 80% das vendas. De seguida, “B” diz respeito à classe de importância média com 35% dos produtos causarem 15% das vendas. Por fim, a classe “C” é a classe de menor importância uma vez que se trata dos restantes 45% produtos a causarem apenas 5% das vendas.

Segundo Merkurjev et al. (2009), a classificação ABC pode ser aplicada à política de armazenagem por classes, descrita anteriormente. Os autores definem quatro métodos de armazenagem consoante as classes de cada produto. Estes métodos estão ilustrados na Figura 5 onde os produtos de elevada importância estão representados a cinzento-escuro e pertencem à classe “A”. Por sua vez, os produtos de média importância estão caracterizados a cinzento-claro, pertencendo à classe “B” ao passo que os produtos de menor importância, pertencentes à classe “C” estão retratados a branco.

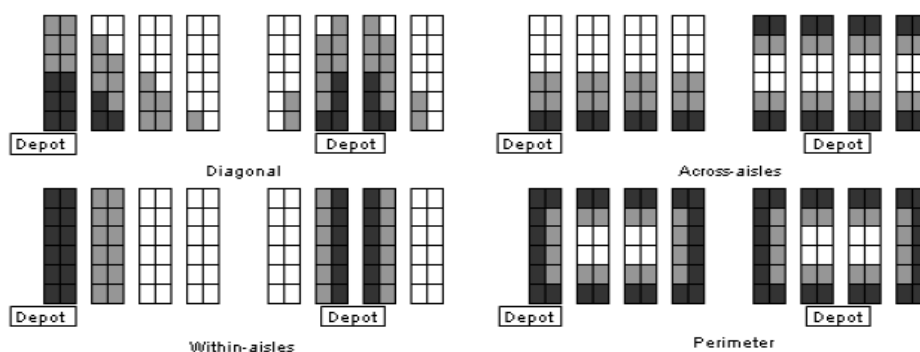


Figura 5 - Diferentes métodos de armazenagem por classe (Merkurjev et al., 2009)

2.5 *Lean Logistics*

Desde há muito tempo que as organizações se esforçam para encontrar ferramentas e técnicas que melhorem a eficiência das suas operações. Estas ferramentas e técnicas têm como base o Pensamento *Lean*, ou *Lean Thinking*, que se tornou uma das filosofias mais poderosas da atualidade. No cerne da metodologia *Lean* está o conceito de desperdício (Holweg, 2007; Shah & Khanzode, 2017; Villarreal et al., 2016; Womack & Jones, 2003).

De acordo com Womack & Jones (1996), desperdício é “qualquer atividade humana que consome recursos, mas que não cria valor ao produto”, isto é, toda a atividade que não traz vantagens e que contribui apenas para o aumento de custos, tempo e insatisfação do cliente. Surgiu, então, o *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido por Taiichi Ohno que defendia que para a indústria automóvel japonesa sobreviver seria necessário equiparar a sua produtividade à indústria automóvel americana. Intencionava, assim, a minimização de desperdícios ao nível mais elevado possível (Bastos et al., 2021; Ohno, 1988).

O conceito *Lean Logistics* aplica os conhecimentos da filosofia *Lean Thinking* à área da logística com o objetivo de tornar o sistema logístico mais eficiente. É uma expansão dos princípios TPS à cadeia de abastecimento e visa eliminar todos os desperdícios do sistema logístico (Baudin, 2005). Este conceito pode ser simplesmente caracterizado como uma forma de reconhecer e eliminar desperdícios na cadeia de abastecimento para melhorar o fluxo e a velocidade de entrega dos materiais, sendo que a sua implementação permite às empresas atingir um novo nível de eficiência e competitividade através da entrega mais rápida de materiais, ou produtos, aos clientes (Pejić et al., 2016).

2.5.1 *Lean Warehousing*

A importância do estudo *Lean* na área do armazenamento, também designado *Lean Warehousing*, assenta no facto de que todas as melhorias realizadas nas operações de distribuição serão, em última instância, refletidas em toda a cadeia de abastecimento (Abushaikha et al., 2018; Satyam et al., 2017). As problemáticas mais pertinentes e experienciadas pelos armazéns são conhecidas como os sete desperdícios que estão diretamente relacionados com os princípios *Lean*, isto é, com os desperdícios identificados pela metodologia *Lean Thinking*. Esta relação está evidenciada na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação entre desperdícios *Lean* e desperdícios num armazém
(Bozer & Britten, 2012; Sutherland & Bennett, 2007)

Desperdícios originais da metodologia <i>Lean Thinking</i>	Relação com os desperdícios em unidades de armazenamento
Inventário	A falta de espaço de armazenagem causado por excesso de <i>stock</i> . A sobreprodução por parte de fornecedores a montante da cadeia de abastecimento pode provocar um aumento de inventário não necessário no armazém.
Transporte	Transporte desnecessário de produtos, trabalhadores ou operadores de empilhadores, ou seja, transportes que provocam um aumento de custos. Um exemplo deste desperdício é quando é colocado material com elevada rotação longe da zona de expedição.
Esperas	Ocorre quando existem operadores disponíveis para continuar o seu trabalho, mas são impedidos por processos, indisponibilidade de produtos ou de recursos. Para além disso, este desperdício pode ser visto também como tempo desperdiçado quando se formam filas de espera por falta de espaço na zona de cargas e descargas
Movimentações	Movimentos desnecessários executados pelos operadores. Pode ser causado por má organização do espaço por exemplo quando o material não está armazenado na localização correta ou quando está armazenado em lugares de difícil acesso.
Sobreprodução	A preparação de <i>pickings</i> antes de serem solicitados pelos clientes pode ser considerado como sobreprodução, da perspetiva de armazenagem. Uma das principais causas deste desperdício é a má previsão ou gestão da procura. Esta situação provoca também um aumento de congestionamentos dentro do armazém.
Processos	Ocorre, por exemplo, quando os operadores necessitam de inserir a mesma informação várias vezes em sistema informático devido a processos mal definidos. Inspeções ou embalamentos desnecessários são situações incluídas neste desperdício uma vez que resultam, também, de processos definidos incorretamente. Outro exemplo é a movimentação do mesmo material várias vezes.
Defeitos	A execução errada de uma lista de <i>picking</i> , como por exemplo retirar o artigo errado ou a quantidade incorreta, é uma situação que se enquadra neste tipo de desperdício. Danos efetuados a material é também considerado defeito, bem como qualquer atividade que implique retrabalho, ajustes desnecessários ou devoluções.

2.5.2 Ferramentas *Lean Logistics*

No que se refere à Logística Interna, a finalidade é entregar à produção os materiais corretos, na quantidade pretendida e no posto de trabalho pretendido. Para tal é necessária a aplicação de vários conceitos importantes que têm como objetivo reduzir ao máximo os desperdícios no sistema logístico (Baudin, 2005; Coimbra, 2013). Esses conceitos são descritos de seguida.

JIT

O sistema JIT foi desenvolvido por Taiichi Ohno, já referido anteriormente, e está relacionado com o nível de inventário. É caracterizado pela entrega dos materiais necessários ao posto de trabalho apenas na janela temporal necessária e na quantidade necessária. É um método baseado na redução contínua, e posterior eliminação total, de todos os desperdícios. Beneficiando deste princípio, obtém-se um nível bastante inferior de inventário e um nível superior de produtividade e qualidade. Contudo, a implementação deste sistema implica, impreterivelmente, uma comunicação eficaz entre os vários intervenientes da cadeia de abastecimento de modo a impedir custos causados por atrasos no processo produtivo por falta de material (Daugherty & Spencer, 1990; Huson & Nanda, 1995; Rushton et al., 2014).

Supermercados

Um supermercado é um local onde o material está disponível no tempo necessário e na quantidade necessária. Este local encontra-se, geralmente, entre o armazém e a linha de produção de modo a reduzir o LT e permitir uma reposição mais célere do material, sendo da responsabilidade dos operadores dos supermercados certificarem-se que as necessidades dos clientes sejam satisfeitas. Visto que os supermercados oferecem apenas uma capacidade limitada, deve ser definido uma quantidade máxima e uma quantidade mínima (*stock* de segurança) de material disponível. Quando esta quantidade mínima é alcançada, surge uma ordem de produção dos produtos em falta ou uma ordem de reabastecimento do material, por parte do armazém. De notar que os supermercados devem sempre cumprir a política FIFO (*first in first out*) para garantir que os materiais que se encontram armazenados há mais tempo são consumidos em primeiro lugar (Coimbra, 2013; Monden, 2012; Ohno, 1988).

Kanban

Um sistema *kanban* é um mecanismo de auxílio à filosofia JIT. É um método de sinalização visual que comunica um pedido para produzir um dado produto ou mesmo um pedido de reabastecimento de

matéria-prima. Geralmente, trata-se de um cartão que os processos a jusante da linha de produção utilizam para fazer os pedidos de material aos processos precedentes ou até mesmo o pedido de material ao armazém principal. Um *kanban* contém as informações básicas tais como o código do produto, uma descrição do mesmo, a quantidade, a estação a montante e a estação a jusante (Russell & Taylor III, 2011; Sugimori et al., 1977).

Milkrun

Relativamente ao transporte interno, com o objetivo de melhorar o fluxo, tanto de materiais como de informação, surgiu o *milkrun*. De acordo com Baudin (2005), este conceito surgiu na indústria dos laticínios e baseia-se numa rede de transporte onde todas as recolhas e abastecimentos são realizados por um veículo que visita todos os locais através de uma rota previamente definida. Numa outra perspetiva, segundo CSCMP (2013) *milkrun* é sinónimo de um método de entrega de materiais de diferentes fornecedores. Este autor defende a utilização de um só veículo para visitar cada fornecedor e recolher as entregas para os clientes, em vez de vários fornecedores disponibilizarem vários veículos para satisfazer as necessidades.

O conceito de *milkrun* é frequentemente aplicado na Logística Interna no transporte de materiais entre linhas de montagem e o armazém. Uma vez que, geralmente, os edifícios são de grandes dimensões, um único *milkrun* não consegue realizar o trabalho de forma eficaz, sendo que, nestes casos, são implementados vários *milkrun* com rotas e tempos de ciclos já definidos (Baudin, 2005; Kovács, 2011). De acordo com Klenk et al. (2015), os responsáveis pelo sistema *milkrun* instituem rotas fixas em intervalos de tempo pré-definidos, sendo a determinação das rotas mais indicadas e a definição do intervalo de tempo ótimo os maiores desafios na implementação deste conceito.

Assim, com a implementação de um sistema *milkrun* atinge-se uma entrega eficiente e em lotes pequenos que por sua vez diminuem os níveis de inventário nas áreas da produção.

Bordo de linha

O bordo de linha é uma zona compartilhada tanto pela unidade produtiva como pela logística. Trata-se de um local onde são abastecidos os materiais necessários para a execução dos processos produtivos e, como tal, deve ter sempre disponível a quantidade de material necessário. A Logística Interna deve realizar o abastecimento do material correto, no tempo certo, com a qualidade necessária e localização correta. O bordo de linha deve ser definido o mais próximo possível do operador de produção, uma vez

que o seu objetivo é precisamente a redução de deslocações efetuadas pelos operadores e, por conseguinte, o tempo despendido nas mesmas (Coimbra, 2013).

Deste modo, o bordo de linha deve ser dimensionado com capacidade suficiente para que a Logística Interna consiga repor o material a tempo, de modo a reduzir a possibilidade de paragens na produção por falta de material.

2.6 Considerações finais

O presente projeto de investigação assenta na redefinição e melhoria dos vários processos logísticos num ambiente industrial. Nesse sentido, é imperativo a contextualização e especificação dos diversos conceitos, técnicas e ferramentas que estão associados ao tema proposto.

A secção 2.1 descreveu o conceito de Logística bem como a sua importância, tanto no passado como na atualidade, sendo descritas as várias atividades logísticas que esta temática envolve. Foi especificado o seu objetivo que é, sucintamente, assegurar o movimento de materiais para os locais onde estes são necessários.

Por sua vez, a secção 2.2 detalha o conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento que é definida como a gestão de um sistema que liga várias organizações que têm como objetivo assegurar o movimento de materiais. Foram apresentadas as características fundamentais bem como a importância da cooperação entre as diversas organizações que constituem a cadeia de abastecimento.

A secção 2.3 aborda a temática da Gestão de Armazenagem e como a existência de uma unidade de armazenamento pode facilitar a resposta das organizações às variações na procura e, por conseguinte, proporcionar uma vantagem competitiva no mercado atual. Posteriormente, são descritas as várias atividades de armazenagem, isto é, as atividades que são executadas no armazém dando ênfase ao processo de *picking* uma vez que se trata da tarefa que representa até 60% de todos os custos operacionais de um armazém. Deste modo, são explicitados os diferentes métodos e rotas de *picking* existentes.

No que diz respeito à secção 2.4, esta descreve a importância do planeamento de um armazém. Uma vez que as atividades desenvolvidas numa unidade de armazenamento são de elevada complexidade, este planeamento visa aumentar a eficiência destas mesmas atividades. Dada a elevada importância desta fase, é posteriormente descrita a metodologia a seguir, isto é, o procedimento para o desenho de um armazém que potencie ao máximo a sua produtividade. O capítulo termina com uma descrição acerca das várias tipologias e políticas de armazenagem existentes. Neste último, é descrita a

classificação ABC, que se baseia na Lei de Pareto, através da qual se pode proceder à organização dos vários produtos existentes num armazém.

A secção 2.5, aborda o tema *Lean Logistics* e como esta aplica os conceitos da filosofia *Lean Thinking*. Este, por sua vez, surge não só como um conjunto de ferramentas e técnicas de melhoria, mas também como um complemento aos processos da empresa. Foca-se na eliminação de desperdícios e, quando implementado com sucesso, permite um aumento no desempenho e eficiência. Este capítulo aborda, também, a aplicação da filosofia *Lean Thinking* à área de armazenagem. Aqui são relacionados os vários desperdícios da metodologia *Lean* com os desperdícios existentes nos armazéns. Por fim, o capítulo termina com a descrição de ferramentas que têm como objetivo a redução de desperdícios no sistema logístico.

O capítulo dois termina, assim, com uma síntese das temáticas abordadas sendo que, com base na literatura apresentada, pode compreender-se que as áreas da logística e armazenamento têm vindo a ser extensivamente estudadas e a sua relevância para as organizações tem sido defendida por vários autores. Na atualidade, as unidades de armazenamento são ferramentas fundamentais para que as organizações consigam combater as flutuações da procura, tanto da parte de clientes como de fornecedores. Assim, torna-se imprescindível a existência de uma boa organização da unidade de armazenamento para que esta possa aumentar a vantagem competitiva face às restantes organizações.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo é dedicado à apresentação e contextualização da empresa onde foi realizado o projeto de dissertação. Numa primeira fase, irá ser abordado o grupo onde a empresa em questão está inserida e proceder-se-á a uma breve descrição acerca da mesma. De seguida, serão apresentadas as subsidiárias da empresa onde foi realizado o projeto bem como uma caracterização relativamente ao número de colaboradores, valores de faturação, entre outros. Posteriormente, é descrito o processo produtivo da empresa seguindo-se pela caracterização da cadeia de abastecimento da mesma.

3.1 Grupo Salvador Caetano

O Grupo Salvador Caetano está posicionado internacionalmente em 3 continentes, com mais de 75 anos dedicados à indústria e setor automóvel. O grupo tem um ideal muito firme com rumo à solidez das relações que foram construídas ao longo dos anos entre colaboradores, parceiros e clientes. Mantém a visão no futuro, tentando sempre criar valor aos negócios e levar o empreendedorismo a bom porto.

Ao longo destes 75 anos, o grupo inseriu-se em várias áreas de negócio de forma a reinventar novos modelos de negócio, desenvolver serviços com base nas necessidades dos clientes, nunca comprometendo o compromisso com a sua história. São 7 as áreas de negócio onde o grupo Salvador Caetano está presente:

- Automóvel, com importação e distribuição de mais de 30 marcas do ramo automóvel;
- Mobilidade, com a oferta de soluções de aluguer de veículos de forma a responder as necessidades diárias dos clientes com mais de 5 empresas *renting*;
- Equipamentos industriais e oficinais, através do desenvolvimento de equipamentos industriais com tecnologia avançada de forma a rentabilizar as necessidades dos clientes;
- Montagem e produção automóvel, com a produção do modelo Land Cruiser, Toyota para o mercado da África do Sul;
- Serviços, com a oferta de serviços como seguros multinacionais, logística e documentação automóvel, entre outros;
- Montagem e produção de autocarros, através da empresa CaetanoBus, que é a maior fabricante de autocarros em Portugal, com exportação para todo o mundo;
- Aeronáutica, através da produção de componentes de aviação para a parceria que o grupo Salvador Caetano tem com o Grupo Aciturri, uma das maiores empresas da área aeronáutica da Europa.

3.2 CaetanoBus

Tal como referido anteriormente, este projeto de investigação foi realizado na sede da CaetanoBus, estabelecida em Vila Nova de Gaia. É a maior fabricante de carroçarias e autocarros de todo o país, sendo detida, em parceria, pela Toyota Caetano Portugal e pela Mitsui & Co., Ltd. É na CaetanoBus que se concentra toda a atividade industrial de fabricação de carroçarias e autocarros destinados ao serviço de transporte urbano, turismo, aeroporto e miniautocarro. Esta empresa possui um grande portefólio de modelos de autocarros que se dividem em seis grandes tipos: miniautocarro, turismo, urbano, aeroporto, elétrico e especial, que por sua vez se dividem em submodelos de acordo com determinadas especificações requisitadas pelos vários clientes. Um dos modelos especiais fabricados pela empresa, que visa o transporte de turistas, encontra-se, atualmente, na costa da Normandia, em França e trata-se de um autocarro com duas frentes, o que possibilita viajar em ambas as direções à mesma velocidade. A maioria dos seus produtos são destinados à exportação e estão ao serviço de operadores de transporte em todo o mundo. A CaetanoBus apresenta-se como uma empresa que usa a tecnologia, inovação e o design para estar sempre um passo à frente, mais próxima do futuro. A Figura 6 ilustra a sede, em Vila Nova de Gaia e uma pequena fração da unidade produtiva da fábrica, respetivamente.



Figura 6 - Vista aérea da sede da CaetanoBus (à esquerda) e unidade produtiva da CaetanoBus (à direita)
(CaetanoBus, 2022)

3.2.1 Subsidiárias da CaetanoBus

A CaetanoBus detém duas subsidiárias, estabelecidas há quase 40 anos: a COBUS Industries GmbH sediada em Wiesbaden, na Alemanha, e a Caetano UK sediada em Midlands, no Reino Unido, que serão descritas de seguida.

COBUS Industries GmbH

A COBUS Industries GmbH foi estabelecida em 1983 e é um fornecedor global na área de equipamentos de suporte terrestre e soluções de mobilidade para aeroportos. É líder no desenvolvimento, fabrico e fornecimento de autocarros de plataforma, serviços relacionados e soluções integradas.

Os principais clientes da empresa são operadores de aeroportos, companhias aéreas e manipuladores em terra. Abrange uma participação do mercado global significativa com mais de 4500 autocarros vendidos e em operação em cerca de 350 aeroportos em 109 países (Figura 7).



Figura 7 - Áreas de atuação da COBUS Industries GmbH (COBUS Industries GmbH, 2022)

A sua gama de produtos inclui autocarros com diferentes especificações, consoante as orientações dos clientes, opcionalmente movidos a motores a diesel ou totalmente elétricos. O foco desta empresa no futuro continuará a ser o desenvolvimento de tecnologias avançadas e sustentáveis.

Caetano UK

A Caetano UK foi fundada há quase 40 anos e é a empresa da CaetanoBus responsável pela venda, pós-venda e fornecimento de peças para os autocarros Caetano presentes no mercado do Reino Unido.

Um dos mercados mais essenciais da CaetanoBus é, realmente, o Reino Unido com os famosos autocarros da National Express (modelo Levante), com cerca de 700 unidades em circulação nesse país, e os urbanos e City Gold, representados anteriormente.

3.2.2 CaetanoBus em números

Esta secção tem como objetivo um enquadramento mais profundo acerca da dimensão da empresa. No ano de 2019, a CaetanoBus contava com quase 950 colaboradores e um volume de vendas de

aproximadamente 98M€. Contudo, a conjuntura pandémica afetou a situação financeira da empresa nos últimos dois anos de operação e será descrita de seguida.

Ano 2021

O ano de 2021, marcado pela crise pandémica, provocou um período de grande incerteza e instabilidade dos negócios com efeitos negativos sobre a atividade e rentabilidade não só da CaetanoBus mas de todas as empresas em geral. O atraso e/ou cancelamento de concursos nacionais e internacionais, o abrandamento das atividades aeroportuárias e as restrições à mobilidade impostas impactaram a CaetanoBus que refletiu estas dificuldades no seu volume de vendas. Em 2021 a empresa vendeu apenas 179 unidades, 230 unidades abaixo de 2020, ano que refletia já uma redução de 249 unidades face ao ano de 2019, ano em que a empresa obteve um resultado histórico com a venda de 657 unidades. Assim, o ano 2021 encerrou com um volume de negócios de 43M€, 52% abaixo de 2020. Como esperado, ambas as empresas participadas (COBUS Industries GmbH e Caetano UK) acompanharam esta tendência negativa.

Contudo, mesmo neste contexto adverso, a CaetanoBus acelerou o investimento na investigação e desenvolvimento em tecnologias base para o plano de crescimento futuro. Nesse sentido, foram alcançados objetivos importantes, nomeadamente a expansão dos produtos Zero Emissões na Europa, tendo sido entregues os primeiros autocarros a hidrogénio em Cascais e outras cidades europeias.

Deste modo, com o aumento de vendas dos seus autocarros zero-emissões, a empresa tem vindo a reforçar a sua presença internacional.

Ano 2022

Apesar da incerteza que permanece sobre a evolução da crise pandémica, a CaetanoBus perspetiva um ano de 2022 de recuperação de atividade e rentabilidade face ao ano anterior. A empresa considera que o desbloqueio dos fundos europeus com vista à descarbonização das cidades europeias será um grande impulsionador no desenvolvimento e promoção do negócio.

A Tabela 2 demonstra as vendas previstas, de cada tipo de modelo, para o ano de 2022.

Tabela 2 - Vendas previstas para o ano de 2022

Tipo de modelo	Vendas projetadas (unidades)
Miniautocarro	115
Turismo	86
Urbano	269
Aeroporto	130
Elétrico	0
Especial	0
Total	600

Assim, prevê-se um aumento significativo no volume de vendas até ao final do ano corrente. Uma dimensão de unidades vendidas quase tão elevada quanto o resultado histórico obtido pela empresa no ano 2019. No próximo ano, a CaetanoBus não abdicará da sua trajetória de investimento, na aposta da inovação e no desenvolvimento de novos padrões de produção e de processos.

3.2.3 Processo produtivo

As carroçarias produzidas na CaetanoBus são montadas sobre chassis de diversas marcas, nomeadamente MAN, Mercedes-Benz, Volvo, entre outras. Existem, atualmente, três linhas de montagem onde são produzidos os diferentes modelos de autocarros sendo que para além destas linhas de produção, existe também uma secção onde são desenvolvidos os protótipos de futuros modelos a serem produzidos.

Cada linha de montagem é dividida em duas zonas: estruturas e acabamentos. A zona de estruturas é responsável pela união de várias peças através de processos de solda, entre outros, de forma a construir a estrutura base do autocarro. Por sua vez, na zona de acabamentos são inseridos componentes na estrutura construída na zona anterior. É aqui que são colocados os bancos, farolins, vidros, portas, entre outros, que no final perfazem o autocarro comum. É de salientar que entre estas duas zonas existe a secção de pintura, onde é dada a cor que o cliente pretende ao autocarro.

A linha de montagem 1 dedica-se à produção de autocarros do modelo turismo que são caracterizados como autocarros de luxo para viagens de longa duração. Estes modelos têm o conforto dos seus passageiros como principal característica sendo um exemplo o modelo Levante (Figura 8).



Figura 8 - Exemplo de modelo produzido na linha de montagem 1: modelo Levante
(CaetanoBus, 2022)

A linha de montagem 2 está empenhada na produção dos modelos para transporte público de passageiros dentro das cidades. Dentro destes modelos estão incluídos os City Gold que estão disponíveis, também, na versão elétrica – eCity Gold (Figura 9).



Figura 9 - Exemplo de modelo produzido na linha de montagem 2: modelo eCity Gold
(CaetanoBus, 2022)

A linha de montagem 3 é responsável pela produção dos autocarros que se dedicam ao transporte de passageiros ou tripulação nos aeroportos. Um exemplo é o modelo Cobus existente, também, em versão elétrica – eCobus (Figura 10).



Figura 10 - Exemplo de modelo produzido na linha de montagem 3: modelo eCobus
(CaetanoBus, 2022)

De acordo com a necessidade, cada linha de montagem fica encarregue da produção de outros modelos de autocarro, de acordo com o requisitado pelo cliente. Todos os modelos comercializados pela CaetanoBus podem ser consultados no Apêndice 1.

3.2.4 Cadeia de abastecimento

A CaetanoBus conta com uma considerável variedade de fornecedores dada a necessidade de uma enorme diversidade de materiais para o processo produtivo. Estes fornecedores podem ser distinguidos em dois grupos: fornecedores nacionais, de Portugal, e fornecedores internacionais, de países como Alemanha, França, entre outros. Os fornecedores internacionais requerem um maior planeamento devido aos elevados tempos de entrega (LT) sendo que os fornecedores nacionais não necessitam de um planeamento tão atempado dado que os tempos de entrega são consideravelmente menores sendo realizadas encomendas mais regularmente. Para além disso, os materiais encomendados aos fornecedores nacionais são geralmente em menores quantidades o que, por sua vez, facilita também o planeamento. Contudo, dada a enorme variabilidade de encomendas, o descrito anteriormente não deixa de implicar um planeamento rigoroso e eficiente.

A Figura 11 representa os fluxos envolvidos, tanto de materiais como de informação, entre as diversas partes envolvidas.

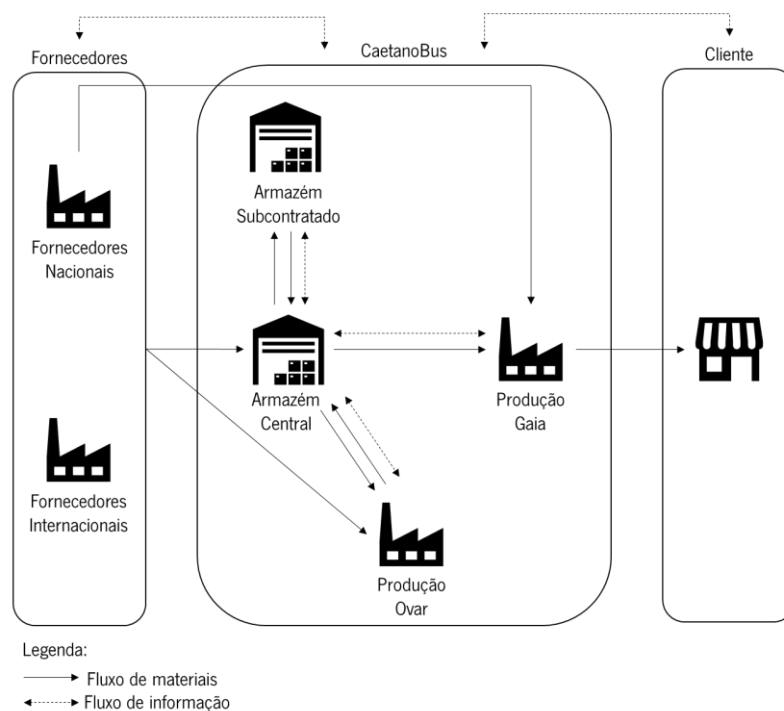


Figura 11 - Esquema da cadeia de abastecimento da CaetanoBus

A nível de fluxo de materiais, existem duas unidades produtivas: a Produção em Ovar e a Produção em Gaia. Esta primeira é abastecida, não só por fornecedores, mas também pelo armazém central. Trata-se de uma unidade produtiva, pertencente à CaetanoBus, que por sua vez fornece material ao armazém central podendo ser assim considerada como um fornecedor interno. Deste modo, o armazém central, responsável pelo abastecimento às linhas de montagem da Produção em Gaia, recebe o material de fornecedores nacionais, internacionais e da Produção Ovar. Existe ainda um armazém subcontratado com o qual o armazém central realiza transferências de materiais. Por último, o cliente recebe o produto final, o autocarro, diretamente da Produção em Gaia que por sua vez é abastecida pelo armazém central sendo em raros casos, os fornecedores nacionais a entregarem o material diretamente a esta unidade produtiva.

Relativamente ao fluxo de informação, este inicia-se com uma encomenda por parte do cliente que, por sua vez, origina o planeamento da produção. Este planeamento despoleta as necessidades da matéria-prima necessária que o departamento de compras trata de encomendar aos vários fornecedores. Dada a existência de várias partes envolvidas dentro da CaetanoBus, é necessário um fluxo de informação entre o armazém subcontratado e o armazém central para a realização da movimentação de materiais entre ambos os armazéns. Para além disso, visto que a Produção em Ovar é considerada um fornecedor interno do armazém central, é necessário existir um fluxo de informação entre ambos. Por último, visto que é o armazém central que abastece as linhas de montagem da Produção em Gaia, é necessário um fluxo de informação entre o armazém central e esta unidade produtiva para que o armazém saiba o que abastecer e quando.

A unidade de armazenamento central é, assim, fundamental para o funcionamento desta cadeia de abastecimento. Demonstrada a importância da unidade de armazenamento na cadeia de abastecimento torna-se importante a criação de bons processos de Logística Interna que impeçam o armazém de se tornar um gargalo na cadeia de abastecimento e que comprometa o abastecimento às linhas de produção comprometendo, por sua vez, o funcionamento de toda a cadeia.

Este armazém, onde foi realizado o presente projeto de investigação, será caracterizado no capítulo seguinte.

3.3 Considerações finais

O presente projeto de investigação foi realizado na empresa CaetanoBus, sendo importante uma breve contextualização acerca da empresa em análise. Assim, torna-se necessário abordar os vários aspetos que a caracterizam.

A secção 3.1 descreve o grupo onde está inserida a organização onde decorreu o estudo. Aborda as várias áreas de negócio onde o grupo atua, nomeadamente aeronáutica, mobilidade, entre outros.

Por sua vez, a secção seguinte, especifica uma destas áreas de negócio abordadas anteriormente: a área de negócio da fabricação e montagem de autocarros, uma vez que é nesta área que se foca a presente dissertação, na empresa CaetanoBus. É também apresentado nesta secção as subsidiárias da organização sendo também realizado um enquadramento em termos de unidades vendidas e número de colaboradores. Para além disso, é também descrito muito sucintamente o processo produtivo nesta organização com a descrição dos modelos produzidos em cada linha de montagem terminando esta secção com a descrição da cadeia de abastecimento da organização.

O capítulo três termina com uma breve síntese dos conteúdos abordados ao longo de todo o capítulo. Com a finalização deste capítulo, fica-se a conhecer um pouco melhor o contexto em que foi realizado o projeto e que, neste momento, a CaetanoBus está comprometida em contribuir para uma sociedade mais sustentável, com soluções de mobilidade zero-emissões.

4. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

O presente capítulo serve de apresentação e análise à situação atual encontrada na unidade de armazenamento da sede da CaetanoBus, local onde são armazenados todos os materiais necessários para abastecer as linhas de montagens dos autocarros. É neste capítulo que será apresentado o funcionamento atual do armazém e onde serão abordados temas relevantes como o seu *layout*, processos realizados, materiais e equipamentos utilizados, bem como alguns dos problemas identificados no decorrer do projeto.

A empresa em questão detém cerca 8.6M€ em materiais armazenados, sendo por isso imprescindível uma boa organização e um *layout* adequado no seu armazém. Assim, este capítulo inicia-se com uma descrição do *layout* atual da unidade de armazenamento em estudo.

4.1 Descrição do *layout* geral

Para a ilustração do *layout* atual utilizaram-se as ferramentas CAD, nomeadamente o software AutoCAD. Fizeram-se medidas, utilizando equipamentos próprios, e usaram-se ilustrações do *layout* do armazém que, apesar de obsoletas, foram importantes no início da representação da unidade de armazenamento em estudo.

A área principal do armazém, situa-se ao nível do chão e é nesse piso onde ocorrem as principais atividades de armazenagem, nomeadamente a receção de material, conferência e arrumação dos bens nas localizações definidas, a atividade de *picking* e o abastecimento de material necessário à área produtiva. É também neste local onde se encontra a área do pós-venda e a equipa de gestão de inventários. A Figura 12 representa o *layout* delineado com a distribuição das várias zonas no armazém.



Figura 12 - *Layout* atual do piso 0 do armazém

Este piso, no espaço interior da unidade de armazenamento também designado por armazém central, possui uma área de 1780 m² que inclui zonas de descanso para os colaboradores, três casas de banho, uma zona administrativa, pertencente, maioritariamente, à equipa de gestão de inventários, uma área dedicada a devoluções de material, e três portões que servem de acessos principais para a movimentação de materiais. De entre estes três pontos de acesso, um é destinado para movimentação de materiais do serviço pós-venda, outro destina-se à receção de materiais e, por último, o terceiro portão destina-se abastecimento de materiais às linhas de montagem. Este último é o ponto de acesso mais próximo da área produtiva permitindo uma maior facilidade de abastecimento à mesma.

A unidade de armazenamento da CaetanoBus é ainda constituída por mais duas plataformas num piso superior que são unicamente utilizadas para armazenar material. Uma das plataformas, denominada por plataforma 5 e que conta com uma área de 355 m², possui uma área para a ferramentaria, que por sua vez se divide em ferramentaria interior e exterior, e um escritório. A ilustração efetuada desta plataforma pode ser observada na Figura 13.

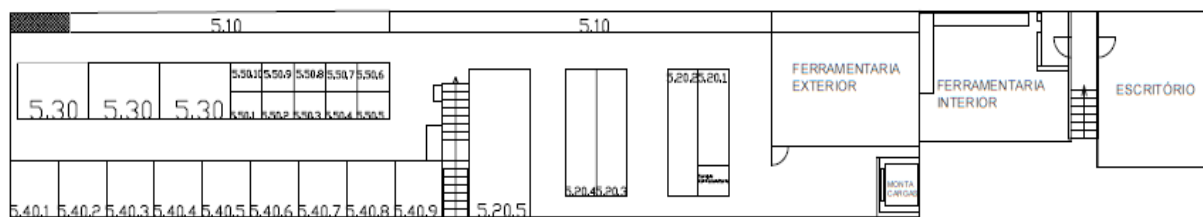


Figura 13 - *Layout* da plataforma 5

A segunda plataforma, denominada por plataforma 7 conta com uma área de 665 m² e é constituída por vários corredores e estantes de armazenamento. Algum deste espaço disponível serve para armazenagem de material pertencente ao serviço pós-venda e a zona do material excedente é, precisamente, para armazenagem do material quando o lote já não tem capacidade. Na Figura 14 está ilustrado o *layout* da plataforma 7.

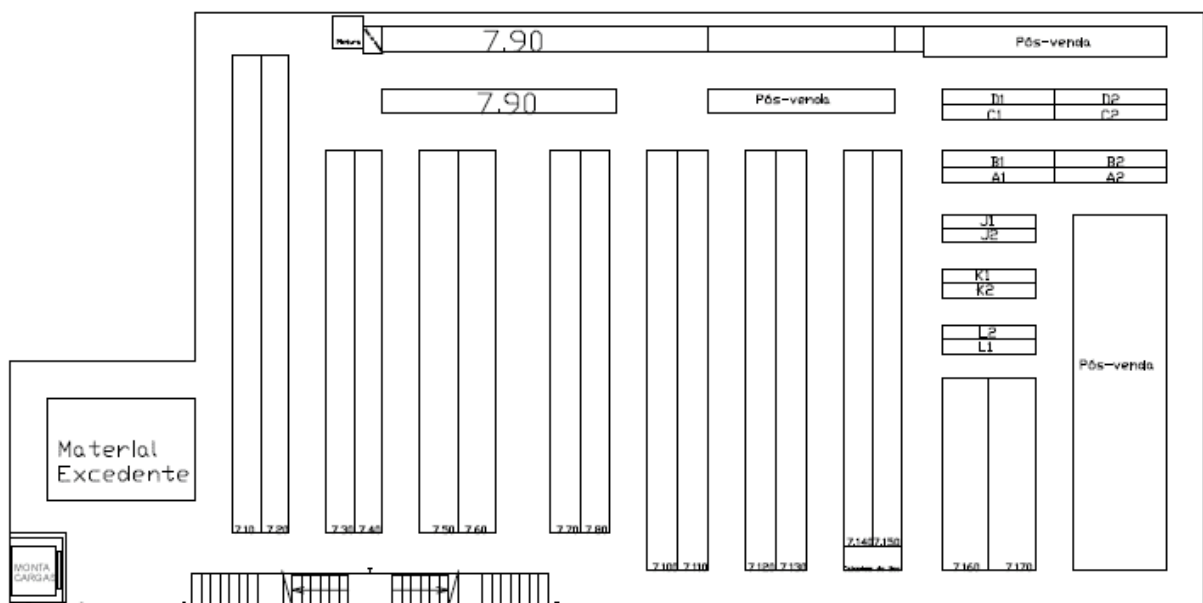


Figura 14 - *Layout* da plataforma 7

Ambas as plataformas contam com escadas de acesso e um elevador monta cargas que tem como propósito a movimentação de materiais entre o piso superior e o piso inferior, isto é, entre as plataformas e o piso inferior do armazém central.

Existe ainda uma zona exterior, designada por cobertura exterior com uma área de 514 m², destinada ao armazenagem de material de maiores dimensões, que foi também desenhada, e encontra-se representada na Figura 15.

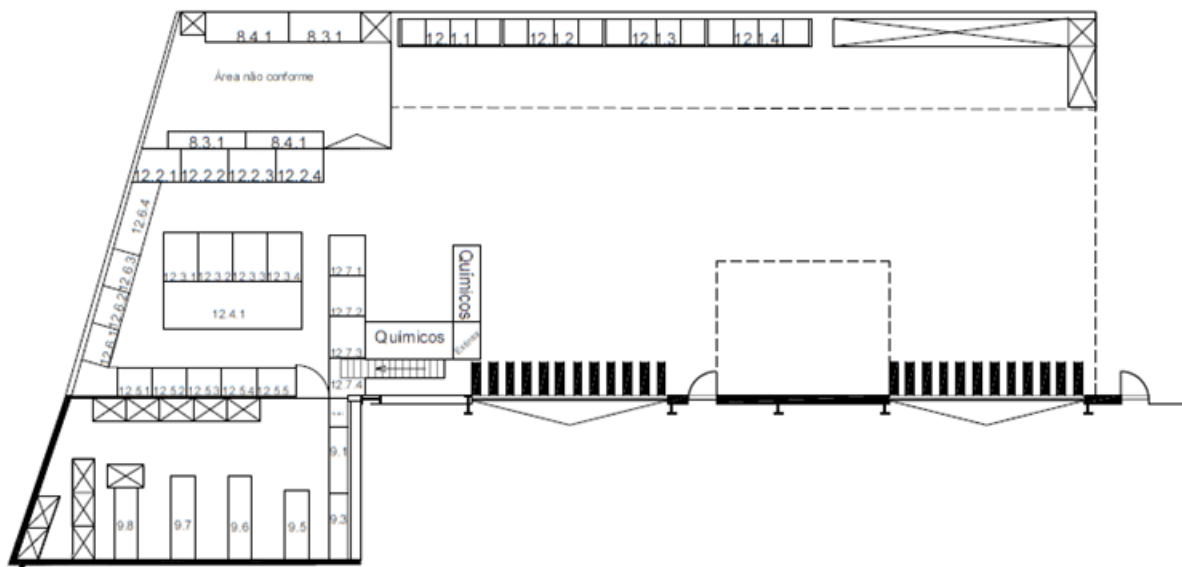


Figura 15 - *Layout* da cobertura exterior

4.2 Processos realizados no armazém

Para que os problemas existentes possam ser posteriormente solucionados, é indispensável, em primeiro lugar, conhecer os principais processos logísticos realizados no armazém. Assim, são descritos, de seguida, os processos efetuados na unidade de armazenamento e o modo como são executados, atualmente, pelos colaboradores.

O armazém funciona com um turno que se inicia às 7h30 e termina às 16h30 sendo constituído por 33 colaboradores que respondem ao coordenador de Logística Interna, também conhecido como responsável do armazém. Na unidade de armazenamento da CaetanoBus trabalha-se 5 dias por semana, durante 45 semanas ao longo do ano, retirando já as pausas para o período de férias, feriados e outras ocasiões.

4.2.1 Receção do material

Relativamente ao primeiro processo de armazenagem, este divide-se em dois subprocessos: a receção exterior e receção interior. A receção exterior é responsável pelo descarregamento do material rececionado e armazenamento do material de maiores dimensões, ao passo que a receção interior receciona o material de menor dimensão. Ambos estes processos são descritos de seguida.

Receção exterior

Após a chegada de material pelos veículos transportadores, aquele necessita de ser descarregado e armazenado temporariamente na zona de receção enquanto aguarda inspeção. Geralmente, os materiais são rececionados em paletes, o que facilita o seu descarregamento dos veículos, e posterior deslocação, uma vez que estes procedimentos são efetuados com recurso a empilhadores tais como o equipamento ilustrado na Figura 16.



Figura 16 – Equipamento de apoio às descargas: empilhador

Esta atividade de armazenagem tem ao seu dispor a cobertura exterior do armazém onde é armazenado o material de maiores dimensões. Tendo em conta que este material necessita de ser movimentado, maioritariamente, por empilhadores, ele é sempre alocado à cobertura exterior por motivos de segurança e de espaço. A Figura 17 ilustra o espaço utilizado na cobertura exterior, bem como o tipo de material que é aí armazenado.



Figura 17 - Cobertura exterior

O material descarregado, de menores dimensões, é transportado para o interior do armazém para posterior seguimento pela equipa de receção interior. O processo efetuado por esta equipa será abordado de seguida.

Receção interior

O material rececionado, de menor dimensão, como paletes de menores dimensões e caixas, é armazenado dentro do armazém central de modo a facilitar a realização da atividade de armazenagem seguinte, a arrumação, que irá ser abordada na próxima secção.

Na Figura 18 está representada a zona de receção interior.



Figura 18 - Zona de receção interior

Efetuu-se uma breve análise ao número de entradas de material rececionado entre julho do ano 2020 até setembro de 2022 e obteve-se o gráfico ilustrado na Figura 19.

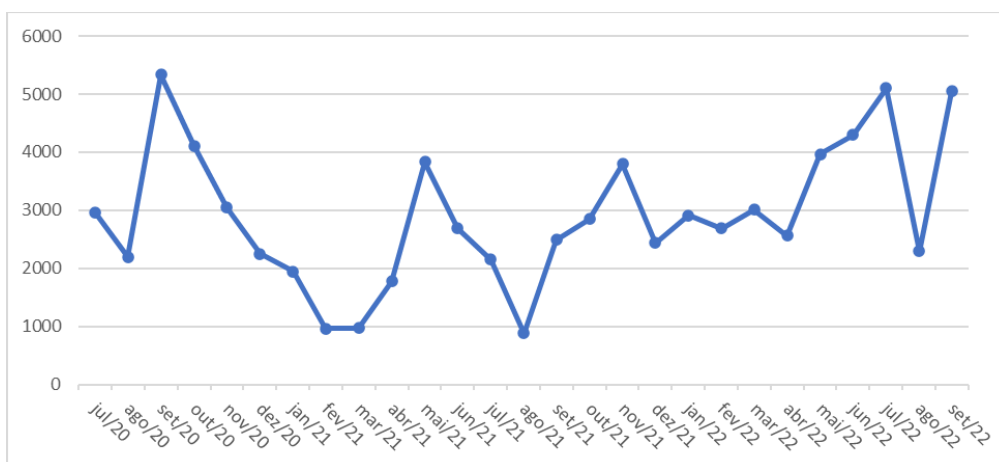


Figura 19 – Número de entradas de material rececionado

Analisando o gráfico, verifica-se que nos meses de agosto existe sempre uma queda no material rececionado, o que é previsível uma vez que este período coincide com o período de férias da organização e por conseguinte, interrupção de produção.

Verificou-se também que os valores do ano de 2021 são consideravelmente baixos, quando comparados aos valores dos anos 2020 e 2022, concluindo-se que estes podem ter sido afetados por fatores excepcionais, como por exemplo a situação pandémica que, como descrito no capítulo anterior, provocou perdas consideráveis no número de unidades vendidas e, por conseguinte, na quantidade de material rececionado.

Para além disso, foi realizada uma análise para verificar a existência de sazonalidade. Para tal foram determinados os índices sazonais que estão representados no gráfico representado na Figura 20.

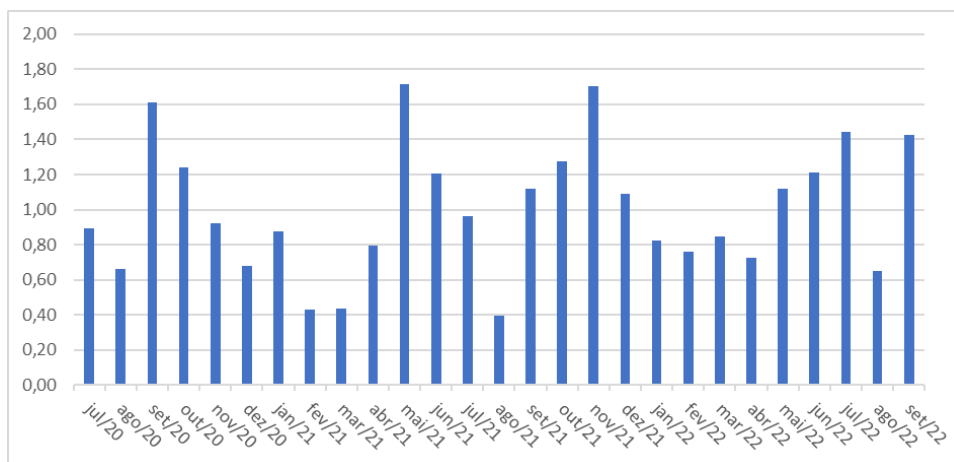


Figura 20 - Índices sazonais

Concluiu-se que a sazonalidade não é a componente mais relevante da série, uma vez que os índices sazonais obtidos são muito variáveis, difíceis de estimar e, portanto, pouco credíveis.

Para além disso, foram calculadas as médias móveis de seis meses para verificar a tendência da série. Este cálculo consiste em fazer uma média simples dos valores ocorridos nos seis meses anteriores com o objetivo de reduzir as variações aleatórias para permitir uma melhor análise do padrão dos valores em estudo. A equação 1 representa a fórmula utilizada para o cálculo da média móvel.

$$MM_6 = \frac{(X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + X_{t-3} + X_{t-4} + X_{t-5})}{6} \quad (1)$$

Onde,

MM_6 – média móvel de seis meses;

X_t - valor observado no período t.

A análise realizada demonstra uma tendência crescente desde abril de 2021, isto é, os valores têm vindo a crescer regularmente ao longo dos últimos 18 meses. O gráfico resultante desta análise pode ser consultado na Figura 21.

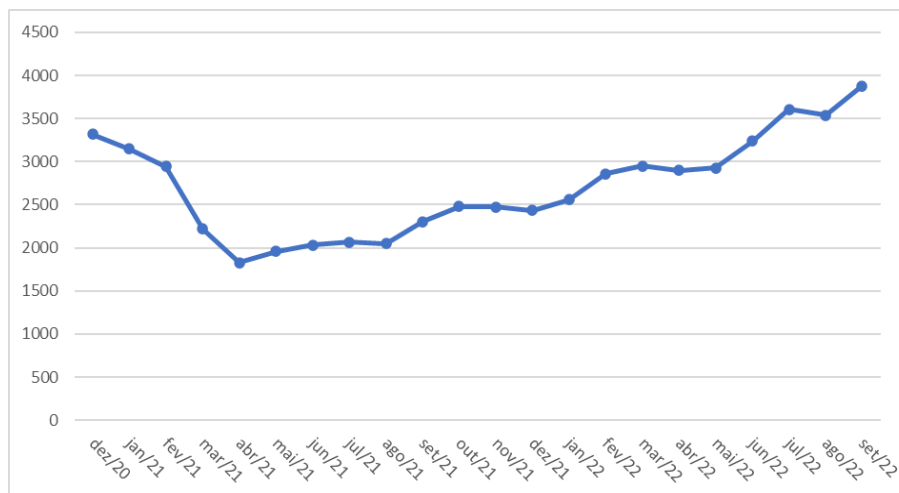


Figura 21 - Resultado da média móvel de seis meses

Assim, apesar de a análise realizada não comprovar a existência de sazonalidade no que toca aos materiais rececionados, verifica-se um crescimento aproximadamente constante que se prevê que continue nos próximos tempos. De notar que esta zona de receção interior não sofre alterações de *layout* há já vários anos, sendo que o crescimento esperado pode ser um indicador que pode levar à consideração de uma redefinição, ou investimento, nesta área.

4.2.2 Conferência e arrumação

O processo de conferência e arrumação inicia-se com a retirada de uma lista de arrumação e segue-se pela retirada do material correspondente da área de receção interior. Posteriormente, o material é conferido visualmente no que diz respeito à qualidade e quantidade. Depois, visto ser obrigatório a identificação de todo o material com o código interno da CaetanoBus, são retiradas etiquetas com a data de arrumação, código do material e quantidade. O material é então armazenado de acordo com a localização indicada na lista de arrumação. De notar que a uma mesma localização podem estar alocados materiais diferentes, contudo estes estão devidamente identificados com o código interno da organização.

A Figura 22 ilustra uma peça com o tipo de etiqueta utilizada na organização, bem como um exemplo da localização de vários materiais.



Figura 22 - Produto etiquetado (à esquerda) e exemplo de localização (à direita)

No que diz respeito à lista de arrumação, esta possui todos os parâmetros necessários para o correto armazenamento do material, nomeadamente o código do material, a localização onde armazenar o mesmo, uma breve descrição, a quantidade, entre outros. Por vezes, existe material que não tem localização associada, sendo necessário o operador atribuir uma nova localização ao artigo. Neste caso, o operador pode escolher qualquer localização no armazém, incluindo uma localização que esteja a ser utilizada por outro material desde que este esteja sem *stock*. Neste caso, o operador apenas deve verificar se está planeada a receção desse material e, caso não esteja, basta inserir no sistema informático a nova localização e, posteriormente armazenar o material no local.

Com o objetivo de rastrear o material, a lista de arrumação possui um código de barras no canto superior direito para que o operador possa inserir o identificador, sendo a transferência de material em sistema informático, da receção para o armazém, efetuada com algum automatismo. Um exemplo de uma lista de arrumação está disponível no Anexo 1 para consulta.

Neste processo de armazenagem é usualmente utilizado equipamento que auxilia nas movimentações de material, especialmente material de maiores dimensões ou mais pesado. Estes recursos, nomeadamente, porta paletes e *stackers* estão ilustrados na Figura 23.

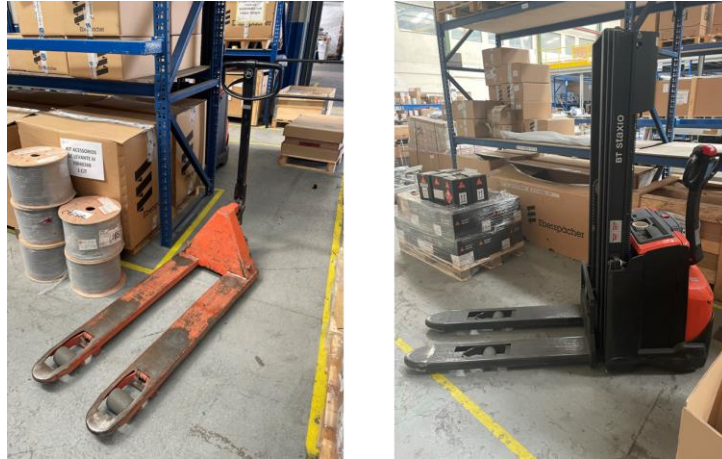


Figura 23 - Porta paletes (à esquerda) e *stacker* (à direita)

Os operadores que compõe a equipa de conferência e arrumação têm, também, à sua disposição pequenos carrinhos, ilustrados na Figura 24 para os casos em que as dimensões do material não justifiquem a utilização dos equipamentos ilustrados anteriormente.



Figura 24 - Carrinho de apoio à área de conferência e arrumação

4.2.3 *Picking*

O processo de *picking* consiste na retirada do material da área de armazenamento para posteriormente ser abastecido à unidade produtiva. Os operadores responsáveis pela tarefa de *picking* são denominados por *pickers* e têm à sua disposição pequenos carrinhos para ajudar a movimentar o material entre os corredores. Um exemplo destes carros está ilustrado na Figura 25.



Figura 25 - Carrinho de apoio à área de *picking*

O *picker* coloca, posteriormente, todo o material da lista no carro de abastecimento que será transportado pelo comboio logístico até ao posto definido.

Para o processo de *picking* ser eficaz, torna-se indispensável o uso de listas de *picking*, onde estão indicadas as necessidades da unidade produtiva. Estas listas são impressas pelo responsável do abastecimento que apenas as disponibiliza de acordo com o planeamento de produção recebido, atendendo sempre a que os processos de *picking* têm de ocorrer sempre com três dias de antecedência. Este intervalo de tempo deve-se ao facto de apenas na altura em que o operador está a recolher o material, ser identificado se existe *stock* ou não. Assim, são os *pickers* que reportam as faltas de material, assinalando na linha do material correspondente. Esta ação é denominada de *corte* e é, posteriormente, analisada pela equipa de gestão de inventários aquando recebimento das listas de *picking*. A janela temporal de três dias é usada para a análise destes *cortes* e, caso não exista realmente material no armazém, existe um período de tempo para que este possa ser encomendado e entregue pelo fornecedor. Deste modo, os carrinhos de abastecimento à unidade produtiva são utilizados como *buffers* durante esses três dias.

Os *pickers* encontram-se divididos em três equipas, uma equipa por cada linha de produção. Cada uma destas três equipas é chefiada por um responsável, denominado de responsável de linha, tendo como função assegurar o fornecimento à produção de todos os materiais necessários. Os operadores iniciam a sua tarefa retirando uma lista de *picking* da estrutura ilustrada na Figura 26.



Figura 26 - Estrutura para colocação das listas de *picking*

Diariamente, o responsável do abastecimento imprime, organiza e insere as listas de *picking* na estrutura demonstrada na figura anterior permitindo, tanto aos *pickers* como aos responsáveis de linha, ter uma visão sobre o panorama geral do processo de *picking*, isto é, se os *pickings* estão em atraso, em dia ou adiantados, de uma forma mais visual.

Para além disso, cada responsável de linha possui um documento com o *picking* a ser feito por dia da semana e posto, denominado plano de *picking* semanal (Anexo 2). É nesta folha que os *pickers* assinalam a finalização de uma lista de *picking*. Isto é fundamental para os responsáveis terem uma visão geral acerca dos postos para os quais os *pickings* já estão realizados e quais os postos que faltam realizar.

Relativamente à rota que o operador deve executar ao realizar o *picking*, não existe nenhum trajeto predefinido ou otimizado consoante as localizações dos diferentes materiais, ficando ao encargo do *picker* a rota a percorrer. Na lista utilizada é apenas disponibilizada a localização do material, o código de artigo, uma breve descrição do mesmo e, obviamente, a quantidade necessária. Um exemplo pode ser consultado no Anexo 3.

Com o objetivo de perceber o volume de *pickings* realizados por unidade de tempo, foi efetuada uma análise ao número de linhas de material abastecido. Isto é, ao número de materiais abastecidos à produção, que por sua vez corresponde ao número de linhas existentes em cada lista de *picking* efetuada. Na Figura 27 está ilustrada a média de linhas de *picking* realizadas por mês, na unidade de armazenamento, no período relativo aos últimos seis meses.

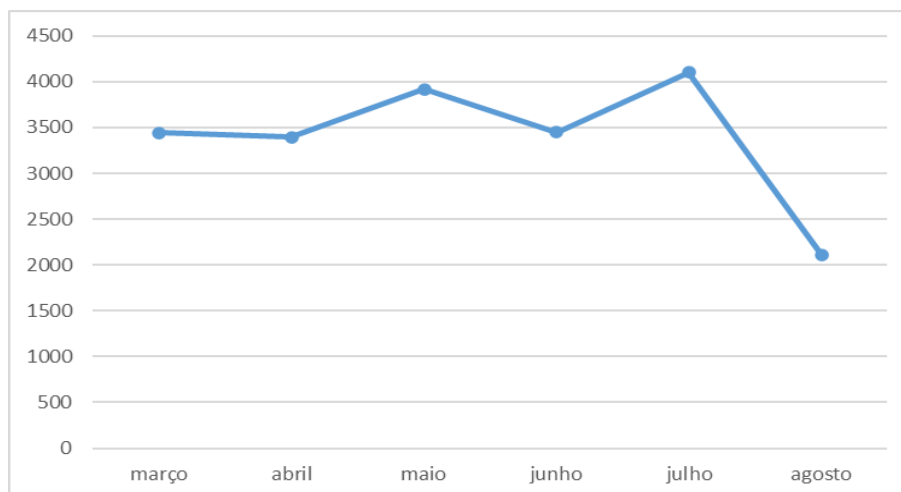


Figura 27 - Média do número de linhas de *picking* executadas por mês

Verifica-se um número médio de linhas de *picking* executadas relativamente constante entre os meses de março e julho, inclusive. Contudo, tal como na análise efetuada na zona de receção interior, no mês de agosto é verificada uma queda acentuada no número médio de *pickings* realizados uma vez que este coincide com o período de férias na organização.

Torna-se agora interessante perceber a quantidade de linhas de *picking* realizadas por linha de montagem em cada um dos meses considerados. Esta análise pode ser consultada na Figura 28.

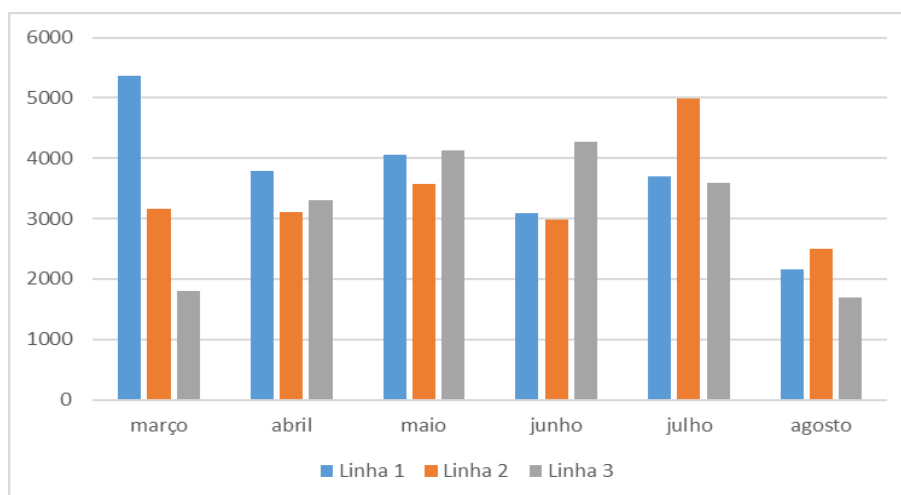


Figura 28 - Número de linhas de *picking* executadas por linha nos últimos seis meses

Verifica-se que a cadência em cada linha não é constante, isto é, cada linha tem uma necessidade de materiais distinta em cada mês. Isto deve-se porque cada linha produz modelos de autocarros diferentes, sendo que a necessidade de materiais varia consoante as quantidades e tipos de modelos encomendados por parte dos clientes. No mês de março, por exemplo, verifica-se uma cadência

consideravelmente superior na linha 1, uma vez que foi necessário abastecer mais materiais devido à produção de um maior número de autocarros nessa linha, nesse mês.

4.2.4 Abastecimento à unidade produtiva

No que diz respeito ao abastecimento às três linhas de montagem, este é realizado através de vários métodos que irão ser descritos de seguida.

JIT

O método de abastecimento por JIT é utilizado para materiais de maiores dimensões, como por exemplo vidros, conjuntos de bancos, ares-condicionados, entre outros. Visa ocupar o espaço no bordo de linha apenas pelo tempo estritamente necessário devido à elevada área ocupada por este tipo de material. Assim, este material é abastecido apenas e só, quando o posto necessitar do mesmo. Na Figura 29 está ilustrado um exemplo do material abastecido por este método.



Figura 29 – Material a ser abastecido pelo método JIT

Como se pode verificar, este material ocuparia uma área enorme no bordo de linha da unidade produtiva, o que não é praticável.

Fornecedor

Este abastecimento ocorre quando a empresa adquire material em conjunto com um serviço. Isto é, o fornecedor, ao entregar o material, realiza também a aplicação do mesmo diretamente no autocarro sendo, por essa razão, um método de abastecimento ocasional.

Comboio logístico

O comboio logístico é responsável pelo movimento dos carros de abastecimento entre o armazém e a unidade produtiva. De seguida, está ilustrado o comboio logístico utilizado para levar os carros de abastecimento à produção. Cada posto a ser abastecido está já preparado para o abastecimento, possuindo uma área definida para os carros de abastecimento. Na Figura 30 está ilustrado tanto o equipamento utilizado para o transporte dos carros de abastecimento, também designado por *mizusumachi*, bem como um desses carros colocados na área definida na unidade produtiva.

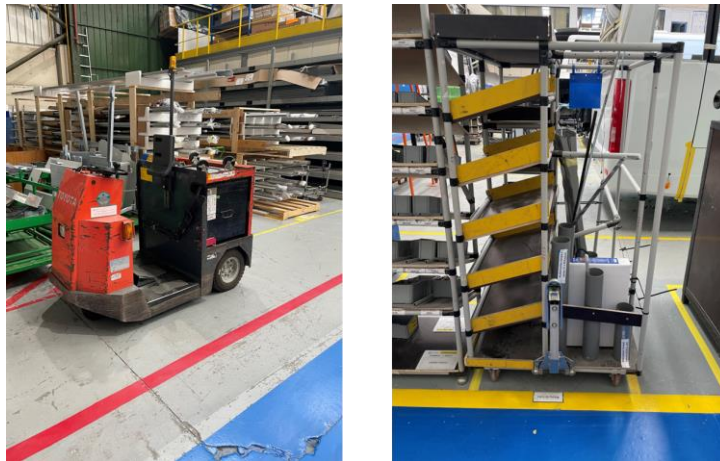


Figura 30 - *Mizusumachi* (à esquerda) e carro de abastecimento (à direita)

Assim, o operador condutor do comboio logístico é responsável por colocar o carro de abastecimento, que contém o material necessário, no posto definido e no local correto.

Kanban

Os *kanbans* são geralmente implementados quando o material em causa é de dimensão pequena e a sua necessidade é mais constante como é o caso de parafusos, anilhas, rebites, entre outros. Um exemplo de um sistema *kanban* implementado está ilustrado na Figura 31.



Figura 31 - Estante *kanban*

Como se pode depreender pela imagem anterior, as caixas estão colocadas em prateleiras inclinadas para facilitar o processo de colocação das mesmas por parte da Logística Interna e também a sua utilização por parte da produção. Esta inclinação permite aos operários da produção que ao retirar uma caixa, quando esta estiver vazia, a segunda escorregue de imediato para a frente. De notar também que cada prateleira tem as diversas localizações para que o abastecedor saiba onde colocar a caixa cheia.

O *kanban* inicia-se com duas caixas cheias e os operários de produção gastam o material de uma destas caixas. Quando já não existir mais material nessa caixa, os operadores começam a gastar o material da segunda caixa. As caixas vazias são colocadas no fundo da estante para o comboio logístico, ao passar pelos vários postos da linha, reparar na existência de caixas vazias e saber que é necessário encher essas mesmas caixas. Deste modo, a produção não tem de esperar pelo reabastecimento de material uma vez que tem sempre à sua disponibilidade, no mínimo, uma caixa cheia. Todas as caixas possuem uma etiqueta com a quantidade a encher bem como o código e descrição do produto.

Contudo, nem todos os materiais necessários nos postos de trabalho da produção podem ser contabilizados ou abastecidos por caixas. Exemplos destes materiais são baldes de tinta, rolos de fita, colas, entre outros. Nestes casos, não é praticável o uso de *kanban* por caixas, sendo utilizado um método semelhante através de cartões *kanban*. A Figura 32 ilustra tanto o tipo de caixas como os cartões utilizados.



Figura 32 - Caixa *kanban* (à esquerda) e cartões *kanban* (à direita)

No que diz respeito a estes materiais, cada material possui dois cartões associados, tal como no *kanban* descrito anteriormente, mas em vez de caixas trata-se de cartões. O *kanban* inicia-se com duas embalagens de um certo tipo de material e, quando uma delas terminar, o cartão correspondente é retirado de uma estrutura apropriada e colocado numa pequena bolsa azul. Assim, quando o comboio logístico passar pelo posto retira os cartões e sabe que materiais tem de abastecer. O comboio logístico recolhe os cartões, leva-os para o armazém e, quando abastecer o posto, volta a colocar o cartão no local definido para os mesmos.

O comboio logístico percorre as linhas de montagem, em média, uma vez por dia, para recolher as caixas vazias ou cartões *kanban* e abastece o posto com o material no dia seguinte uma vez que o processo de abastecimento demora, em média um dia.

4.2.5 Gestão de inventários

A equipa de gestão de inventários é responsável por dar entrada do material no sistema informático, através das faturas entregues pelos fornecedores. Dada a importância e implicação de outras áreas funcionais desta tarefa, foi realizado um fluxo para demonstrar todas as etapas do processo de entrada de materiais no armazém. Este pode ser consultado no Apêndice 2.

Para além disso, é também a equipa de gestão de inventários que está encarregue de realizar as transferências de materiais no sistema informático. Isto é, informaticamente transferir o material do armazém para a unidade produtiva. É importante que as transferências sejam realizadas corretamente para facilitar o rastreamento do material dentro da CaetanoBus.

Como referido anteriormente, uma das tarefas realizadas por esta equipa é a análise dos *cortes* das listas de *picking*. Para tal, verificam a existência de *stock* ou não no sistema informático e, juntamente

com o responsável de linha, que já tem experiência em localizar o material, tentam analisar a sua existência em armazém.

Assim, a tarefa de dar entrada das encomendas rececionadas é de extrema importância uma vez que é sempre necessário verificar se algum do material recebido está em *corte*. Isto é, se já foi necessário numa lista de *picking*, mas não foi fornecido à unidade produtiva porque não existia *stock* do material. Posteriormente, quando o material que foi necessário, mas não abastecido, for rececionado é impresso um relatório em duplicado: uma folha para os registos da equipa de gestão de inventários e outra folha que irá acompanhar o material até à zona de abastecimento. Um exemplo deste relatório pode ser consultado no Anexo 4.

A equipa de gestão de inventários é, ainda, responsável pela conferência do material devolvido pela unidade produtiva que é colocado na área de devolução para posterior análise. Assim, se o material não tiver sofrido qualquer tipo de dano deverá voltar para o lote e ser armazenado novamente no local apropriado, contudo, se o material estiver danificado é segregado para ser, posteriormente, sucateado juntamente com outros materiais.

4.2.6 Pós-venda

O serviço de pós-venda, integrado tanto na equipa de compras como na equipa de logística, é responsável pela interação e acompanhamento entre a CaetanoBus e os clientes posteriormente à venda realizada. É a equipa responsável por fornecer material que os clientes necessitem. Por exemplo, no caso de um vidro partido, é a equipa de pós-venda a responsável por fornecer um novo vidro ao cliente. Para tal, é necessário que cada autocarro seja vendido com um catálogo das peças utilizadas na montagem do mesmo. Este catálogo possui tanto as peças como os códigos respetivos de modo a facilitar todo o processo.

Assim, a equipa administrativa do departamento de compras recebe os *inputs* do cliente, nomeadamente número do carro e o código, ou referência, da peça que necessita de ser substituída. Depois de reunida, a informação é transmitida à equipa do pós-venda que trata do embalamento e expedição do material requisitado a partir do armazém.

4.3 Problemas identificados

Apesar do objetivo central deste projeto visar a redefinição da zona de estacionamento dos carrinhos de abastecimento, para melhorar a perceção do estado atual da unidade de armazenamento da CaetanoBus, foi realizada uma análise dos problemas que a empresa enfrentava. Foi essencial a

execução deste levantamento para, posteriormente, serem propostas melhorias às problemáticas encontradas. Para além disso, no caso dos problemas que se enquadravam no âmbito da redefinição do *layout*, estes poderem ser retificados durante a fase de redefinição do mesmo.

(1) Elevado número de carrinhos de abastecimento

Devido ao facto de os carrinhos de abastecimento serem utilizados como *buffers* durante três dias, como também devido à existência de uma elevada variedade de material presente no armazém, existe um número considerável de carrinhos de abastecimento. Foi realizada uma análise ao número de carros que revelou a existência de 14 modelos diferentes, totalizando uma quantidade de 154 unidades. Esta análise torna-se muito relativa visto estarem a ser requisitados constantemente novos carrinhos e alguns estarem em manutenção, fora da unidade de armazenamento. O resultado do levantamento efetuado pode ser consultado no Apêndice 3, estando disponível uma síntese da análise representada na Tabela 3.

Tabela 3 - Síntese do levantamento realizado ao número de carros de abastecimento

Modelo	Unidades contabilizadas	Modelo	Unidades contabilizadas
M1	30	M8	3
M2	27	M9	4
M3	18	M10	3
M4	17	M11	3
M5	14	M12	18
M6	8	M13	2
M7	4	M14	3

A elevada quantidade de carrinhos de abastecimento provoca, conseqüentemente, uma elevada ocupação de espaço, como se pode verificar com a apresentação do *layout* da situação atual na primeira secção do presente capítulo. Tal como referido no início desta dissertação, de forma a otimizar o espaço disponível, está a ser desenvolvido um projeto com o objetivo de reduzir a variedade de carrinhos de abastecimento.

Na Figura 33 é possível verificar a desorganização existente na zona de estacionamento dos carrinhos de abastecimento.



Figura 33 – Desorganização da zona de estacionamento

(2) Falta de espaço para o abastecimento JIT

Tal como referido anteriormente, o abastecimento pelo método JIT destina-se a materiais de grandes dimensões. Deste modo, torna-se necessário a existência de um espaço considerável para a preparação deste material para o abastecimento à unidade produtiva. Contudo, esta situação não se verifica, tal como é ilustrado na Figura 34.



Figura 34 - Falta de espaço para o abastecimento JIT

A falta de espaço para a preparação deste material provoca outras problemáticas nomeadamente a danificação de material, como por exemplo, vidros riscados por outro material enquanto aguardava abastecimento à unidade produtiva. Para além disso, também é verificado que o material é colocado, por vezes, fora dos limites definidos o que é, por si só, um indicador da falta de espaço nesta zona.

(3) Desorganização da zona de devoluções

A existência de espaços desaproveitados é uma situação comum em armazéns. Esta situação também se verifica nesta unidade de armazenamento, como se pode verificar na Figura 35.



Figura 35 - Espaço desorganizado na zona de devoluções

Esta problemática é notória, sobretudo na zona de devoluções, uma vez que é um local pouco frequentado. Para além disso, à semelhança de outros problemas já identificados, o facto de o material não ser acondicionado corretamente, sendo por isso muitas vezes danificado, provoca um aumento de custos.

(4) Inexistência de um local adequado para a preparação do abastecimento às linhas de produção

De momento não existe um local definido para proceder à preparação do material necessário à produção. Deste modo, não são garantidas as melhores condições de acondicionamento do material nos carrinhos de abastecimento tendo, por vezes, os *pickers* de improvisar. Atualmente, esta preparação é realizada num local sem as condições necessárias para prevenir trocas de materiais, por exemplo, nas estantes *kanban* e na colocação dos materiais requeridos pela produção nos carrinhos de abastecimento.

(5) Inexistência de estruturas de armazenagem para aproveitamento da altura disponível

Um dos problemas observados logo no início deste projeto foi a falta de estruturas de armazenagem que, por conseguinte, provoca um desaproveitamento do espaço de armazenagem disponível em altura. Tendo em conta que a unidade de armazenamento tem uma altura bastante considerável, não tem sentido armazenar material ao nível do chão e desperdiçar espaço útil e necessário para armazenamento de material. Esta situação ocorria, especialmente, na plataforma 7, como é ilustrado na Figura 36.



Figura 36 - Falta de aproveitamento do espaço de armazenagem disponível em altura

(6) Inexistência de uma estrutura apropriada para armazenamento das borrachas

O acesso aos rolos de borracha está dificultado devido ao acondicionamento de caixas de cartão por baixo dos mesmos. Para além disso, o material sai dos limites definidos e verifica-se a possibilidade de não conformidades devido ao seu mau armazenamento. Ambas as conjunturas provocam situações de risco, tanto a nível de danos ao material como de segurança para os operadores. A Figura 37 ilustra ambos os cenários.

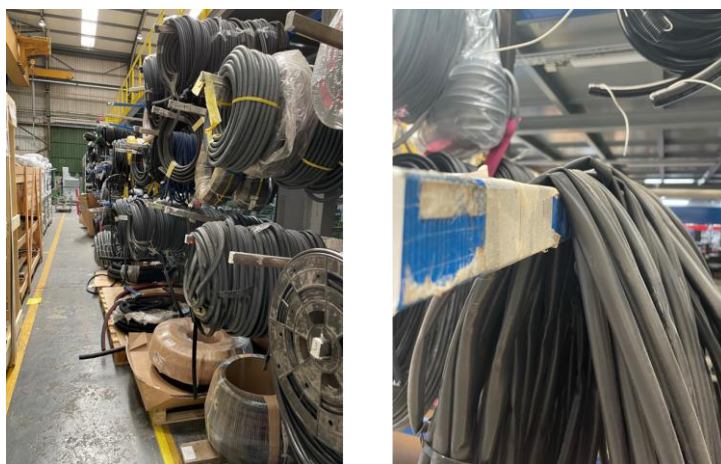


Figura 37 - Mau acondicionamento (à esquerda) e possíveis não conformidades no material (à direita)

(7) Inexistência de um local apropriado para a realização das reuniões diárias

Apesar de todos os chefes de equipa possuírem um quadro próprio para a realização das reuniões diárias, estes estão distribuídos por toda a unidade de armazenagem, não existindo um local adequado para a realização das mesmas. Em alguns casos, tal como o local onde são realizadas as reuniões de

Logística Interna, os quadros encontram-se no meio de corredores. Esta localização implica uma dificuldade acrescida nas movimentações de materiais visto que, enquanto ocorrem as reuniões, os colaboradores têm de optar por outro trajeto, mais longo por vezes, para não interromper a mesma. O barulho excessivo causado pelos empilhadores e tarefas do armazém refletem também uma grande dificuldade de concentração para todos os intervenientes da reunião. A Figura 38 ilustra o local onde são realizadas as reuniões diárias de Logística Interna.

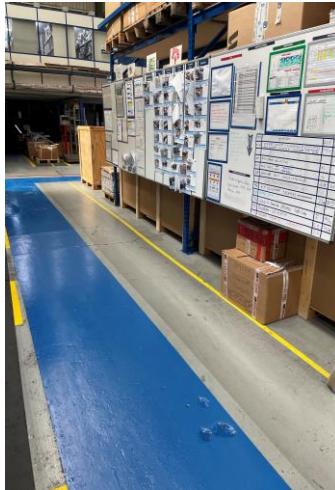


Figura 38 - Local de reuniões da Logística Interna

(8) Acumulação do material rececionado

Os recursos atribuídos atualmente à área de receção e conferência não são suficientes para acompanhar a cadência atual do material rececionado, sendo este um problema consideravelmente mais acentuado quando existem picos de chegada de material. Esta situação provoca, conseqüentemente, o armazenamento temporário de material em zonas destinadas a outros fins, nomeadamente zonas de circulação, elevando o risco de segurança. Ambas as situações estão ilustradas na Figura 39.

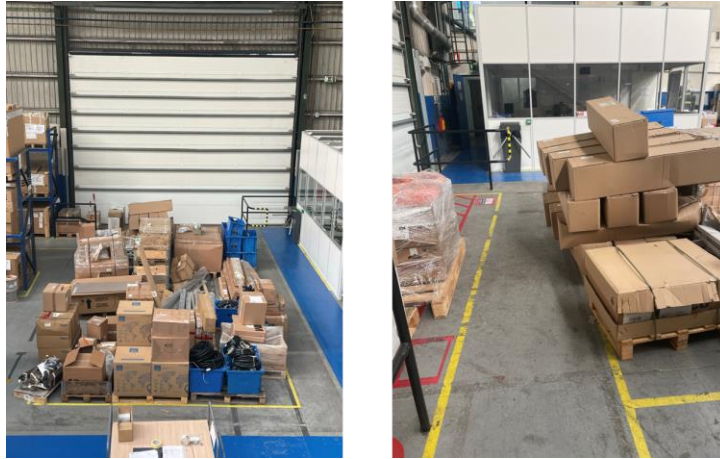


Figura 39 – Excesso de *stock* (à esquerda) e risco de segurança (à direita)

A elevada quantidade de material rececionado provoca ainda outras problemáticas, nomeadamente:

- Danos no material por este não estar devidamente acondicionado, que conseqüentemente leva a um aumento de custos uma vez que é necessário retrabalhar o material ou mesmo realizar uma nova encomenda do mesmo;
- Perda de material uma vez que, ocasionalmente, a unidade produtiva dirige-se diretamente à receção para ir buscar material necessário com o objetivo de evitar uma paragem de linha. Esta situação ocorre, especialmente, quando o material foi rececionado há já algum tempo, mas não foi ainda arrumado devido à enorme quantidade existente. Isto provoca uma dificuldade acrescida no rastreamento do material acontecendo mesmo, por vezes, o seu extravio. Esta situação ocorre porque não é feita a transferência do armazém para a produção sendo que, em sistema informático, o material nunca saiu da área de receção do armazém.

(9) Processo de abastecimento deficiente

No decorrer do projeto observou-se a deslocação de vários operadores da unidade produtiva ao armazém para adquirirem alguns materiais em falta na linha de produção, penalizando a produção durante esse período. Por vezes, o próprio responsável de linha era contactado pelos operadores para o fornecimento do material diretamente em falta. Esta problemática era recorrente na linha de produção 2, no posto mais afastado da unidade de armazenamento. A distância entre o armazém e o posto em causa é de aproximadamente 270 metros, o que significa que o operador tem de percorrer sensivelmente 540 metros quando necessita de material. Esta atividade é, obviamente, um desperdício uma vez que se trata de uma movimentação desnecessária.

4.4 Síntese dos problemas identificados

Na sequência dos problemas identificados ao longo da última secção, elaborou-se a Tabela 4 na qual estes são sumarizados. Para além disso, para cada um dos problemas identificados foram identificadas as respetivas consequências e desperdícios associados.

Tabela 4 - Síntese dos problemas identificados

Problema	Consequência	Desperdícios
(1) Elevado número de carrinhos de abastecimento	Desorganização e desaproveitamento do espaço da zona de estacionamento; danos no material	Movimentações Processos Defeito
(2) Falta de espaço para o abastecimento JIT	Desorganização do espaço JIT e danos no material	Movimentações Defeito
(3) Desorganização da zona de devoluções	Desaproveitamento do espaço e danos no material	Defeito
(4) Inexistência de um local adequado para a preparação do abastecimento às linhas de produção	Troca de materiais e respetivo mau acondicionamento; elevado tempo na preparação dos carrinhos	Movimentações Defeitos Esperas
(5) Inexistência de uma estrutura de armazenagem para aproveitamento da altura disponível	Mau acondicionamento de material, desaproveitamento do espaço disponível e elevadas distâncias	Defeitos Movimentações
(6) Inexistência de uma estrutura apropriada para armazenamento das borrachas	Desorganização da zona das borrachas e danos no material	Defeitos
(7) Inexistência de um local apropriado para a realização das reuniões diárias	Dificuldade na concentração dos intervenientes e aumento da distância percorrida pelos colaboradores	Movimentações
(8) Acumulação do material rececionado	Possíveis danos no material devido ao seu mau acondicionamento e risco de segurança para os operadores	Inventário Defeitos
(9) Processo de abastecimento deficiente	Movimentações desnecessárias por parte dos operadores e aumento da ineficiência no posto produção	Movimentações

4.5 Considerações finais

Ao longo este capítulo foi realizada uma análise extensiva acerca do funcionamento da unidade de armazenamento onde decorreu o presente projeto de investigação.

Na secção 4.1 foram identificadas as várias áreas que constituem o armazém através da apresentação do *layout* atual, construído com o auxílio das ferramentas CAD sendo necessário também o uso de ferramentas de medição adequadas devido à enorme dimensão do armazém. Foi apresentado o *layout* do piso 0 da unidade de armazenamento, onde decorre grande parte das atividades de armazenagem,

bem como o *layout* das duas plataformas e da zona de receção exterior. A ilustração dos vários *layouts* revelou ser uma tarefa com uma complexidade considerável devido à enorme dimensão da unidade de armazenamento em estudo.

Posteriormente, na secção 4.2 foram descritas pormenorizadamente as várias atividades de armazenagem realizadas no armazém, nomeadamente, a receção do material, que por sua vez se divide em receção exterior e interior, a conferência e arrumação, a atividade de *picking* e o abastecimento às linhas de montagem onde foram descritos os vários métodos de abastecimento utilizados pela organização. Aquando da descrição da atividade de armazenagem interior, foi também realizada uma análise relativa aos materiais rececionados e que demonstrou a inexistência de sazonalidade nesta área do armazém. Contudo, a análise demonstrou a existência de uma tendência crescente que se prevê que se mantenha no futuro. Para além disso, foi também realizada uma análise relativa ao processo de *picking* com o objetivo de perceber o volume de *pickings* realizados na unidade de armazenamento. Esta secção termina com uma descrição acerca das funções executadas pelas equipas de gestão de inventários e do serviço pós-venda que têm, também, uma área de trabalho atribuída dentro da unidade de armazenamento.

A secção seguinte aborda as várias problemáticas identificadas durante o período de realização do presente projeto de investigação, para além da problemática principal que remete para a redefinição do *layout*. Nesta secção comprovou-se também que, apesar do desempenho global ter vindo a melhorar, a falta de investimento na unidade de armazenamento é evidente. Os problemas assinalados serão abordados novamente no capítulo seguinte onde serão expostas algumas propostas de melhoria para os mesmos.

Devido ao elevado número de problemáticas identificadas, foi realizada uma tabela, apresentada na secção 4.4, que visa sintetizar os mesmos descrevendo também os desperdícios associados a cada um dos problemas descritos.

O capítulo quatro termina com uma breve síntese acerca do que foi abordado ao longo do mesmo, concluindo-se que a unidade de armazenamento da CaetanoBus é responsabilidade da Logística Interna. Por sua vez, esta tem como principais funções a receção do material, verificação do mesmo, respetiva alocação, o correto abastecimento das linhas de montagem, certificação da validade dos materiais em *stock* e controlo da concordância do mesmo, tanto fisicamente como em sistema.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Depois de efetuada a análise do estado atual da unidade de armazenamento e após identificados os principais problemas decorrentes dessa mesma análise, é importante agora encontrar e analisar soluções que visem a sua supressão. Deste modo, ao longo deste capítulo são apresentadas as várias propostas de melhoria que objetivam solucionar os problemas identificados, entre os quais o principal problema que remete à redefinição de *layout*. Para tal, recorreu-se à ferramenta 5W2H que visa a criação de planos de ação de forma rápida e eficiente. Esta ferramenta consiste em responder às seguintes questões: *what* (o quê), *why* (porquê), *who* (quem), *where* (onde), *when* (quando), *how* (como) e *how much* (quanto).

A Tabela 5 ilustra a aplicação da ferramenta descrita, onde estão apresentados os problemas referidos no capítulo anterior e as respetivas propostas de melhoria.

Tabela 5 – Propostas de melhoria com recurso à ferramenta 5W2H

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>How?</i>	<i>Who?</i>	<i>Where?</i>	<i>When?</i>	<i>How much?</i>
Redefinição do <i>layout</i>	(1) A redução do número de carrinhos de abastecimento obriga à criação de um novo parque, mais adequado	Diminuição da área de armazenagem para organizar os parques dos carrinhos de abastecimento e aumentar a zona JIT;	Daniel Botelho Responsável do armazém	Zona de estacionamento dos carrinhos de abastecimento	Setembro	A definir
	(2) Falta de espaço para o abastecimento JIT	Definir um espaço e local para preparação do abastecimento e encontrar um local mais apropriado para a zona de devoluções;	Daniel Botelho Responsável do armazém	Zona de abastecimento JIT		
	(4) Inexistência de um local adequado para a preparação do abastecimento às linhas de produção	Desenhar os <i>layouts</i> ; Escolher o <i>layout</i> mais adequado	Daniel Botelho Equipa <i>kaizen</i>	Área de armazenagem		
	(3) Desorganização da zona de devoluções		Daniel Botelho Chefe da gestão de inventários	Zona de devoluções		
Aquisição de uma estrutura de armazenagem	(4) Desaproveitamento da altura disponível para armazenagem do material	Definição das características da estrutura e obter cotação de fornecedores; Decidir na opção mais adequada	Daniel Botelho Responsável do armazém Equipa <i>Kaizen</i>	Plataforma 7	Agosto	A definir
Aquisição de uma estrutura de armazenamento adequada para bobines	(6) Inexistência de uma estrutura apropriada para o armazenamento de borrachas	Envolver o departamento de compras e contactar fornecedor para verificar a possibilidade de iniciar a entrega do material em bobines; Definição das características da estrutura e decidir a mais adequada	Daniel Botelho Responsável do armazém Equipa <i>Kaizen</i>	Área de armazenagem	A definir	A definir
Criação de uma <i>obeya room</i>	(7) Inexistência de um local adequado para a realização das reuniões	Diminuir/alterar de local a área de devoluções e utilizar esse espaço	Daniel Botelho Chefe da gestão de inventários Direção	Zona de devoluções	Setembro	-
Análise à zona de receção	(8) Acumulação do material rececionado	Verificar a causa raiz do problema que provoca o acumular de material nesta zona	Daniel Botelho Responsável do armazém	Área de receção interior	A definir	-
Implementação do abastecimento por <i>kanban</i>	(9) Processo de abastecimento deficiente	Verificar os materiais necessários para a produção e implementar um <i>kanban</i> para abastecer o posto	Daniel Botelho Equipa <i>Jishuken</i>	Linha de produção 2	Julho	-

De notar que, apesar de o objetivo central desta dissertação visar a redefinição do *layout*, prevê-se a colmatação de outras problemáticas, nomeadamente, a falta de espaço para o abastecimento JIT, a inexistência de um local adequado para a preparação do abastecimento e a desorganização existente na zona de devoluções.

Dada a elevada quantidade de problemas identificados e, por conseguinte, de propostas de melhoria e implementações, realizou-se uma matriz de prioridades com o objetivo de determinar quais as propostas que teriam mais impacto tendo em conta o esforço necessário. Assim, a cada proposta de melhoria é atribuída uma pontuação no que toca ao seu impacto previsto, bem como o esforço necessário na sua implementação. Entenda-se por impacto o resultado obtido pela implementação da proposta de melhoria e, por esforço, os recursos e a dedicação e persistência necessária, dado que algumas das propostas realizadas implicam outros departamentos dentro da empresa, o que por sua vez dificulta a implementação da respetiva proposta. Cada proposta de melhoria é depois colocada na matriz de acordo com a sua pontuação que foi previamente debatida com o responsável do armazém da organização. A matriz de prioridades obtida está ilustrada na Figura 40.

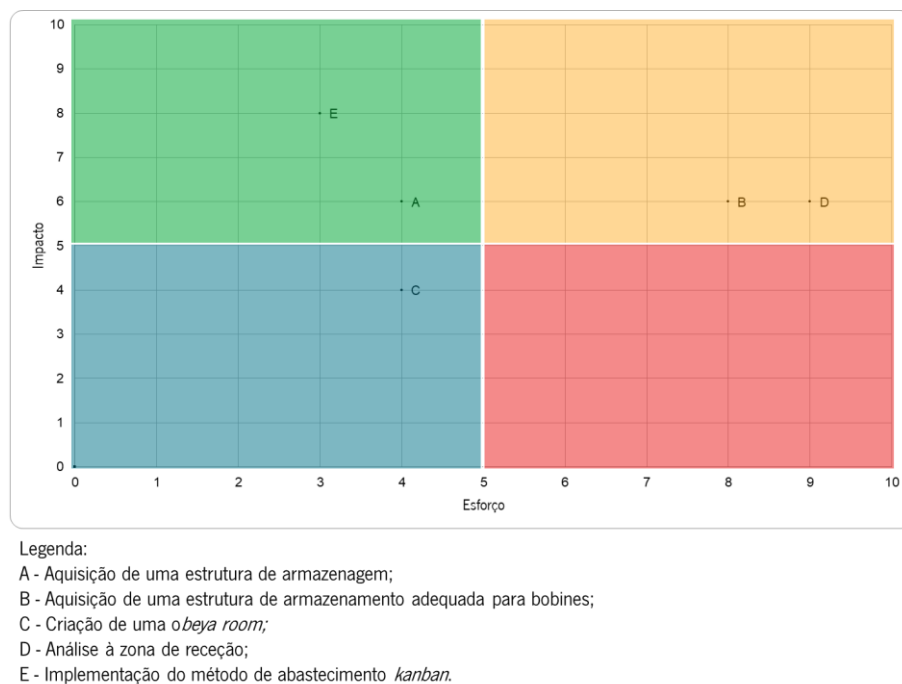


Figura 40 - Matriz de prioridades

Da matriz apresentada pode verificar-se o seguinte:

- As propostas de melhoria atribuídas à zona verde, que diz respeito à área com maior impacto e menor esforço, devem ser analisadas em primeiro lugar;

- As propostas de melhoria atribuídas à zona azul, que por sua vez se refere à área com baixo impacto, mas também com baixo nível de esforço, devem ser analisadas em segundo lugar;
- As propostas de melhoria colocadas na zona a laranja, área com elevado impacto, mas também maior esforço, devem ser analisadas em terceiro lugar;
- Por último, a zona a vermelho diz respeito às propostas de melhoria com elevada complexidade, mas com baixo impacto devendo, por isso, ser as últimas em análise.

Deste modo, a prioridade a ter na análise das propostas de melhoria é a seguinte:

1. Redefinição do *layout*;
2. Implementação do método de abastecimento *kanban*;
3. Aquisição de uma estrutura de armazenagem;
4. Criação de uma *obeya room*;
5. Aquisição de uma estrutura de armazenamento adequada para bobines;
6. Análise à zona de receção.

Infelizmente, o tempo deste projeto não permitiu a conclusão da análise das últimas duas propostas de melhoria. Contudo, de forma a colmatar a problemática da desorganização e do inadequado método de armazenagem das borrachas, foi iniciada uma negociação com os fornecedores com o objetivo de o material em questão ser entregue em bobines. Esta proposta tem como objetivo final colocar as bobines numa estrutura de armazenagem mais apropriada que permita uma armazenagem mais adequada, tendo em conta as características do material. Assim, para além da negociação, propõe-se a posterior aquisição de uma estrutura de armazenagem apropriada para as bobines.

5.1 Redefinição do *layout*

Tal como referido anteriormente, decorre atualmente um projeto que visa a redução do número de carrinhos de abastecimento. Deste modo, foi necessário, em primeiro lugar, perceber o número de carrinhos necessários para cada linha, de maneira que o novo *layout* traduza o número de lugares realmente essenciais para os carrinhos de abastecimento. Após consultar os responsáveis pelo abastecimento de cada linha percebeu-se que, no pior caso, serão necessários 90 lugares para os carrinhos de abastecimento, 30 para cada uma das linhas de montagem.

Como referido no capítulo quatro, o *layout* do armazém divide-se em sete zonas, sendo que a área a ser redefinida engloba as seguintes: Área de armazenagem, Parque dos carrinhos de abastecimento, Zona de abastecimento JIT e Área de devoluções. A área a ser redefinida está identificada na Figura 41.

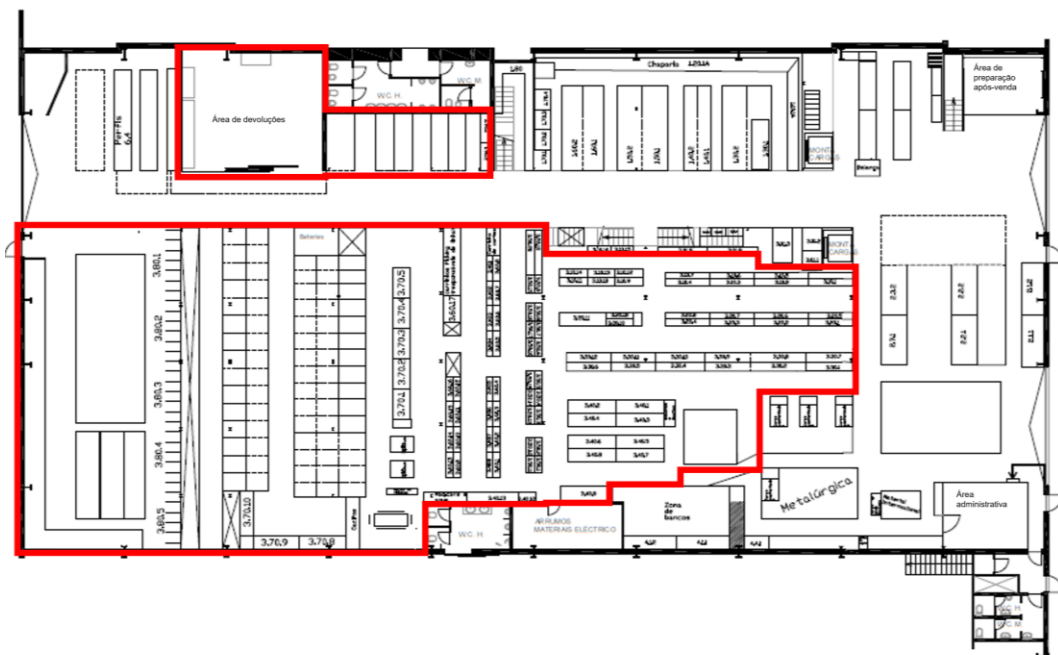


Figura 41 - Área a considerar para a redefinição

Na fase de planeamento da redefinição, foram tidas em consideração as seguintes restrições:

- As vigas de suporte da plataforma que restringem consideravelmente a organização da área de armazenagem onde é realizado o *picking*;
- A existência de uma área pré-definida para o armazém que é um entrave à otimização dos espaços das áreas funcionais;
- A zona JIT que deve estar posicionada o mais perto possível do portão utilizado para o abastecimento das linhas de montagem;
- A existência de diferentes estruturas de armazenagem com diferentes dimensões tornou-se um obstáculo na medida em que dificulta o posicionamento das mesmas;
- Corredores com dimensão mínima de 1.2 metros de largura para permitir a utilização dos equipamentos necessários no processo de *picking*, nomeadamente os carrinhos de *picking*. Esta dimensão foi decidida com base na largura do pior carrinho de *picking* existente de forma a assegurar a passagem de todos os restantes.

Assim, procedeu-se à redefinição da área de armazenagem de modo a tentar ganhar mais espaço para a redefinição das áreas JIT e estacionamento dos carrinhos de abastecimento. Em primeiro lugar, procedeu-se à criação de famílias de estantes de acordo com as suas dimensões, com o objetivo de ajudar a perceber onde estas poderiam ser colocadas. Para além disso, foi também contabilizada a

quantidade de estantes existentes de cada família criada. Os resultados desta análise estão ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Famílias de estantes criadas

Família	Dimensões em metros (comprimento X largura)	Quantidade de estantes
A	1.05 X 0.50	22
B	1.05 X 0.60	1
C	1.50 X 0.45	25
D	1.50 X 0.60	2
E	1.50 X 1.00	4
F	1.60 X 0.40	2
G	2.60 X 0.40	15
H	2.70 X 0.50	12
I	2.70 X 0.60	2
J	2.70 X 0.80	3
K	2.80 X 0.50	2
L	2.80 X 0.60	8
M	3.00 X 1.00	1
N	3.100 X 1.00	1
Total de estantes		100

De seguida, procedeu-se à redefinição do *layout* da área de armazenagem que está representado na Figura 42.

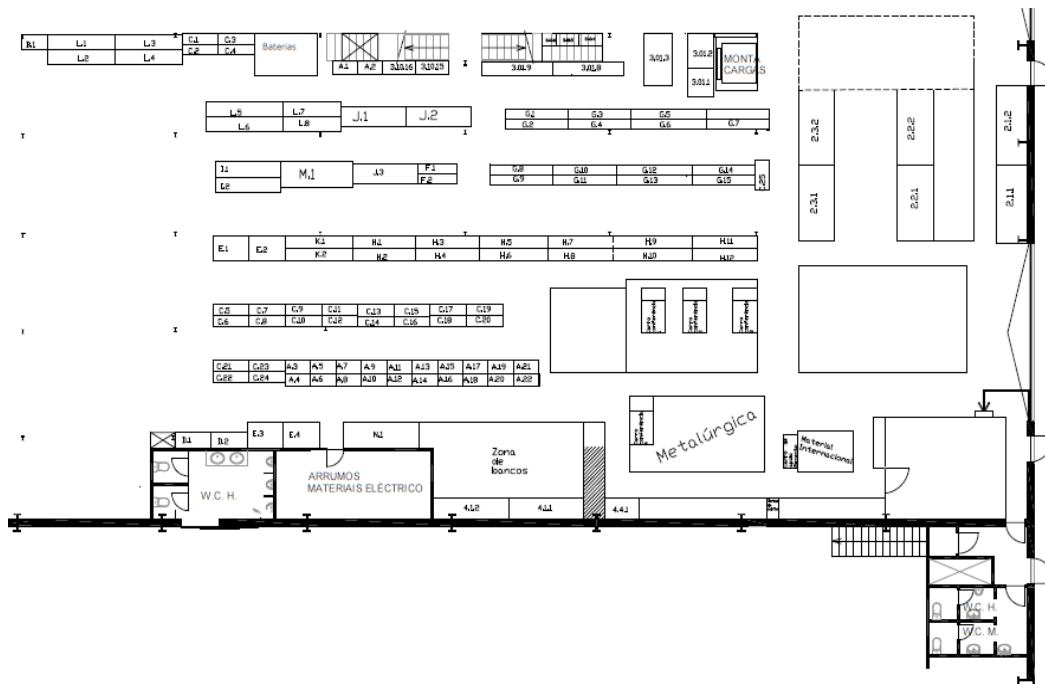


Figura 42 - Novo *layout* da área de armazenagem

Com estas alterações, a área de armazenagem passou de 396 m² para uma área de 330 m², uma diminuição de 66 m² que serão agora utilizados para o aumento da zona JIT e para a redefinição do estacionamento dos carrinhos de abastecimento. Para além disso, aquando da colocação das estantes nas novas localizações, foi sempre tido em consideração a necessidade de corredores com o objetivo de promover uma diminuição das distâncias percorridas pelos operadores aquando da realização do processo de *picking*.

Adicionalmente aos objetivos delineados, foi realizada uma análise ABC com o objetivo de determinar a melhor localização dos materiais nesta nova área de armazenagem. Esta análise foi efetuada considerando os consumos dos materiais que constituem cada prateleira do ano 2021. Considerou-se a análise à prateleira com intuito de englobar um conjunto de materiais, tendo sempre em consideração as suas dimensões. Procedeu-se desta forma com a finalidade de alocar as prateleiras com os materiais mais consumidos às melhores localizações existentes no *layout* proposto, reduzindo o número de movimentações do *picker*.

Deste modo, para a análise ABC foram consideradas as classes apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Classes consideradas para a análise ABC

Classes	Percentagens de prateleiras consideradas
A	0% - 20%
B	20% - 55%
C	55% - 100%

Para realizar a análise pretendida, foi necessário o cruzamento dos dados de consumos do ano de 2021 com as localizações ainda existentes em armazém, uma vez que o material podia ter sido alterado de localização ou mesmo nem existir em armazém no ano corrente. Para além disso, foi também necessário o cruzamento de dados com as prateleiras que pertencem à zona definida para a redefinição do *layout* apresentada anteriormente, de forma a anular a possibilidade de realocar prateleiras que não pertencentes à zona considerada. Uma das preocupações surgidas, aquando desta análise, foi a possibilidade de grande parte do material das prateleiras existentes na zona não ter sido consumido em 2021. Contudo, foi realizada uma contagem ao número de prateleiras existentes em armazém e concluiu-se que das 494 prateleiras existentes na zona em análise, 419 continham material consumido em 2021. Deste modo, aproximadamente 84.8% das prateleiras são consideradas nesta análise, restando apenas 15.2% que não serão abrangidas por este estudo, correspondendo a 75 prateleiras.

A Figura 43 ilustra uma síntese da análise efetuada.

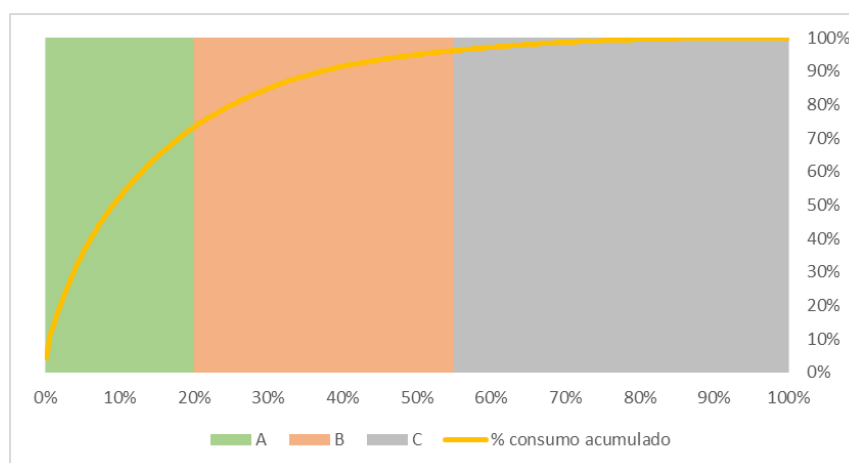


Figura 43 - Gráfico resultante da análise ABC

Do gráfico apresentado é comprovada a Lei de Pareto, concluindo-se o seguinte:

- A classe A, constituída pelas prateleiras que possuem os materiais mais consumidos, possui uma percentagem de 19.81% de prateleiras a causarem 72.98% de todos os consumos;

- A classe B, constituída pelas prateleiras com um consumo médio, apresenta uma percentagem de 34.84% de prateleiras a causarem um consumo de 22.84%;
- A classe C, que é constituída pelas prateleiras que têm o consumo mais baixo, apresenta 44.87% das prateleiras a causarem um consumo de apenas 3.81%.

Assim, as prateleiras constituídas pela classe A terão prioridade na alocação, seguindo-se as que constituem a classe B. As prateleiras que constituem a classe C serão alocadas nas piores localizações, dado verificar-se o consumo mais baixo.

Depois de realizada a análise ABC, resta alocar as prateleiras na nova área de armazenagem. Para tal, foi necessário verificar a quantidade de prateleiras existentes em cada estante. Contudo, uma vez que existem estantes da mesma família com um número de prateleiras distinto, foi realizada uma média ponderada das prateleiras de cada família para alcançar um valor médio. Desta forma, obteve-se os números médios de prateleiras de cada família de estantes, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Número médio de prateleiras por família de estantes

Família de estante	Número médio de prateleiras
A	6
B	6
C	7
D	6
E	4
F	4
G	5
H	4
I	4
J	3
K	4
L	4
M	3
N	6

Dado existirem prateleiras com dimensões distintas, foi realizada a sua alocação às estantes, de acordo com os resultados obtidos na análise ABC, tendo em conta as suas dimensões. Isto porque não faria sentido alocar prateleiras de dimensões pequenas em estantes de dimensões maiores, ou vice-versa.

No Apêndice 4 está apresentada a nova localização das prateleiras na área de armazenagem redefinida, sendo no capítulo seguinte demonstrados os resultados obtidos desta análise.

Foi também considerada uma solução para a inexistência de um local definido para o abastecimento às linhas de produção no armazém. A Figura 44 ilustra a proposta de *layout* do local para preparação do abastecimento.

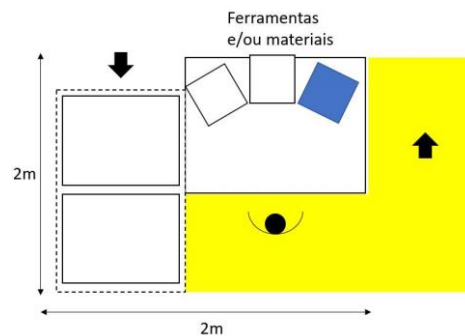


Figura 44 - Proposta de *layout* para a preparação do abastecimento

A criação deste local tem como objetivo melhorar o tempo de *setup* da preparação dos materiais. Isto é, melhorar a preparação dos processos para que o nível de serviço seja mais elevado e para que ocorra o menor número de falhas possível, como por exemplo, a troca de materiais, a colocação da quantidade errada, entre outras.

De seguida, irão ser apresentadas duas propostas para redefinição de *layout* que terão em conta as particularidades referidas no início desta secção. Ambas as propostas terão também em consideração a alteração do local de devoluções para um sítio mais apropriado e a definição de um local para a colocação da área de preparação do abastecimento.

A primeira proposta está ilustrada na Figura 45.

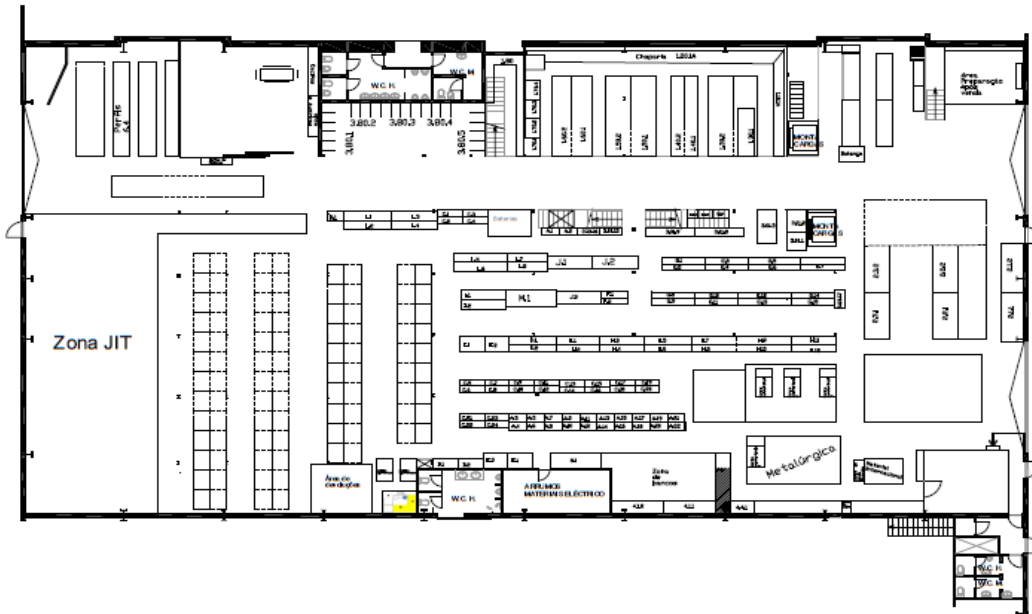


Figura 45 - Proposta de *layout* 1

A segunda proposta de *layout*, ilustrada na Figura 46, difere da primeira na medida em que a zona de estacionamento dos carrinhos está organizada em função do número de linhas de produção (três linhas de produção, logo três zonas de estacionamento), e não de forma aleatória como na proposta 1. Cada zona inclui os 30 lugares necessários para o abastecimento de cada linha, tal como referido no início deste capítulo.

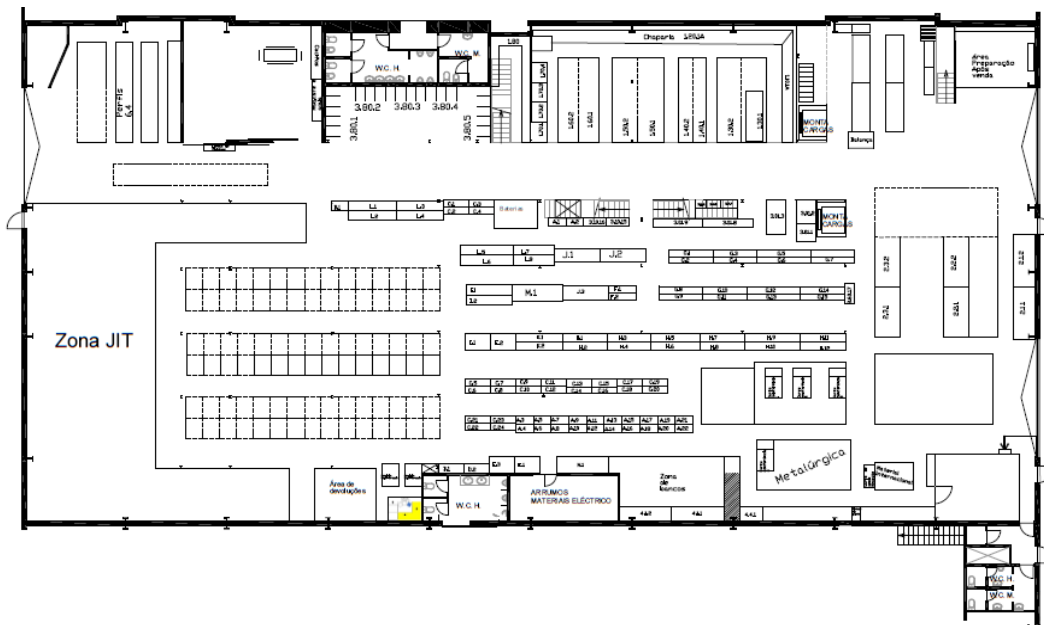


Figura 46 - Proposta de *layout* 2

Como se pode verificar em ambas as propostas apresentadas, foi reduzida consideravelmente a área de devoluções devido ao facto de ser contratado brevemente um novo colaborador, cuja tarefa será dar seguimento aos materiais devolvidos. Assim, torna-se desnecessária uma área tão elevada como a anterior.

A análise comparativa das propostas de *layout* apresentados irá ser realizada no capítulo seguinte, de forma a escolher o mais adequado às necessidades do armazém.

5.2 Implementação do método de abastecimento *kanban*

A proposta de implementação deste *kanban* visou anular o processo existente em que o operador comunica ao armazém a falta de material para poder exercer a sua função. Teve como objetivo a redução de desperdícios, nomeadamente os movimentos efetuados pelos operadores e conseqüente tempo desperdiçado. Até ao momento, o operador comunicava ao responsável de linha do armazém a falta de material tendo o operador que, posteriormente, se deslocar ao mesmo para ir buscar o material. Para além desta deslocação desnecessária, este processo paralelo de comunicação conduz a um aumento da ineficiência produtiva na linha de produção. Para resolver esta problemática foi decidida a implementação de um método de abastecimento *kanban*.

Em primeiro lugar, foi necessário ter em conta os seguintes parâmetros:

- Tempo de produção;
- LT de abastecimento;
- Materiais necessários;
- Quantidade de material necessária.

Relativamente ao primeiro parâmetro, trata-se de um tempo de produção médio de 13 horas por autocarro (dado fornecido pela organização). No que diz respeito ao segundo parâmetro, o armazém necessita no mínimo de um dia para abastecer o material requisitado (dado fornecido pelo operador logístico). Após perceber os materiais necessários a abastecer por este método, bem como as quantidades de material respetivas, procedeu-se a uma análise para verificar as quantidades a abastecer em cada caixa de forma a não comprometer a produção.

As quantidades de cada caixa *kanban*, atualmente praticadas em toda a unidade produtiva, são pré-definidas e visam garantir a inexistência de ruturas na produção por falta de material. Isto verifica-se, pois, cada caixa transporta o máximo de quantidade de material possível e o comboio logístico visita o posto diariamente.

Tendo em conta estas particularidades, foi realizado um cálculo para verificar se a quantidade de material abastecida em cada caixa era realmente suficiente até ao abastecimento seguinte por parte do comboio logístico. Os resultados da análise podem ser verificados no capítulo seguinte.

5.3 Aquisição de uma estrutura de armazenagem

No que diz respeito a esta problemática, após discutir o tema com o responsável do armazém foi decidida a aquisição de estantes com o objetivo de aproveitar o espaço de armazenagem em altura. Para além disso, foi também decidido que as estantes teriam um sistema de encaixe para permitir alterações na altura das prateleiras. Isto porque tiveram de ser consideradas duas situações: a enorme variedade de materiais existentes e alterações consoante futuras necessidades.

Em primeiro lugar, foi necessário perceber as medidas das zonas em causa sendo que o *layout* desenhado, e apresentado anteriormente, foi utilizado como suporte. Assim, as dimensões das zonas delimitadas estão descritas na Tabela 9.

Tabela 9 - Dimensões das zonas

Zona	Comprimento (em metros)	Largura (em metros)
7.30 / 7.40	13.15	1.80
7.70 / 7.80	12.30	1.80
7.100 / 7.110	12.30	1.80
7.140 / 7.150	7.20	1.50

Posteriormente, foram contactados dois fornecedores optando-se, no final, pelo fornecedor que tinha já realizado serviços do mesmo tipo no armazém da CaetanoBus. O fornecedor foi contactado sendo, depois, organizada uma breve visita às instalações com o objetivo de lhe mostrar quais os serviços pretendidos, uma vez que a proposta da nova estrutura de armazenagem se assemelha a uma estrutura já existente no armazém que inclui já o sistema de encaixe pretendido.

Relativamente à altura da estrutura, foi tido em conta as características logísticas dos vários materiais que aí seriam armazenados, bem como os efeitos ergonomicamente indesejados que uma estrutura demasiado alta pudesse provocar. Assim, decidiu-se na aquisição de uma estrutura de armazenagem apenas com uma prateleira, com o comprimento e largura das zonas definidas anteriormente e com uma altura de 1.65 metros.

Seguidamente, foi recebida uma proposta de orçamento que, após nova discussão com o responsável do armazém, foi aceite.

5.4 Criação de uma *Obeya Room*

Para a implementação desta proposta de melhoria, sugere-se uma redução da área de devoluções uma vez que está prevista a contratação de um colaborador com a função específica de dar destino ao material devolvido, evitando o seu acumular e conseqüente espaço desperdiçado. O espaço disponível com esta redução permite a criação de uma *obeya room* para a realização das reuniões que, até ao momento, são realizadas nos corredores do armazém. Deste modo, foram já requisitados novos quadros de apoio às reuniões diárias para as mesmas poderem ser iniciadas no novo espaço atribuído.

5.5 Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas soluções para as problemáticas identificadas no capítulo anterior bem como outras propostas de melhoria. Das várias sugestões realizadas é de realçar a redefinição de *layout* que colmata, por si só, grande parte dos problemas identificados. O capítulo inicia-se com a utilização da ferramenta 5W2H de modo a criar um plano de ação para colmatar os problemas identificados e segue-se pela priorização das propostas de melhoria a analisar.

Na secção 5.1, relativa à redefinição do *layout*, foi, em primeiro lugar, apresentada a área da unidade de armazenamento que seria alvo de alteração. Depois, procedeu-se à enumeração das várias restrições a considerar na redefinição realizada seguindo-se pela criação das famílias de estantes de acordo com as suas dimensões. Posteriormente, apresentou-se a redefinição realizada na área de armazenagem que visava a sua redução para aumentar a zona JIT e organizar o parque dos carrinhos de abastecimento. Ainda dentro da redefinição da área de armazenagem, foi realizada uma análise ABC de modo a perceber a melhor localização de cada prateleira de acordo com a quantidade de material consumido no ano 2021. Foi também apresentada uma solução para a inexistência de um local de preparação de abastecimento à produção que, por sua vez, foi considerado aquando do desenho dos novos *layouts*. Assim sendo, foram expostas duas propostas de *layout* que, no capítulo seguinte, serão comparadas de maneira a tomar uma decisão relativamente ao *design* mais apropriado, tendo em conta os objetivos delineados.

Na secção 5.2 é apresentada a proposta de melhoria que visa um aumento da eficiência na unidade produtiva, através da eliminação de processos de abastecimento paralelos, com a implementação de um sistema *kanban*.

Na secção seguinte é abordada a proposta de melhoria que visa a aquisição de uma nova estrutura de armazenagem para colmatar o desaproveitamento da altura disponível na plataforma 7 da unidade de armazenamento.

Por sua vez, na secção 5.4 é apresentada a proposta de melhoria que visa a criação de um local mais apropriado para a realização das reuniões no armazém. Esta proposta objetiva, também, a redução das movimentações por parte dos operadores.

Este capítulo termina, tal como os restantes, com uma breve síntese acerca do que foi apresentado e discutido. No capítulo seguinte serão apresentados os resultados previstos, no caso das propostas que não foram passíveis de implementação e os resultados obtidos das propostas implementadas.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados alusivos às propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior. Devido ao facto de nem todas as propostas de melhoria terem sido implementadas, este capítulo divide-se em dois subcapítulos: Resultados previstos e Resultados obtidos. No que diz respeito aos Resultados previstos, serão apresentados os resultados previstos baseados em estimativas. No que toca aos Resultados obtidos, trata-se das melhorias implementadas onde é possível observar os ganhos obtidos na realidade, comparando-os com a análise de diagnóstico realizada anteriormente.

6.1 Resultados previstos

A secção seguinte irá abordar os resultados previstos no que toca à proposta de melhoria relativa à redefinição de *layout*. Em primeiro lugar serão comparadas as duas propostas sendo, posteriormente, comparada a melhor das propostas com o *layout* atual do armazém.

6.1.1 Redefinição do *layout*

Como foi referido no capítulo anterior, de seguida irão ser apresentadas e explicadas as duas propostas para a redefinição do *layout*, bem como a escolha a efetuar, devidamente justificada. Com efeito, para auxiliar na escolha do *layout* mais adequado, foi necessário realizar uma análise comparativa entre ambas as propostas.

Em primeiro lugar, foi aplicado o diagrama de *spaghetti* com o objetivo de verificar as distâncias percorridas nas duas propostas. Assim, foram utilizadas quatro listas de *picking* aleatórias e foi delineado o trajeto efetuado pelos operadores nos dois *layouts*. De notar que, em ambas as propostas, foi considerado como início e fim do trajeto o pior lugar do estacionamento, isto é, o lugar mais afastado da área de armazenagem. A Figura 47 ilustra os trajetos demarcados.

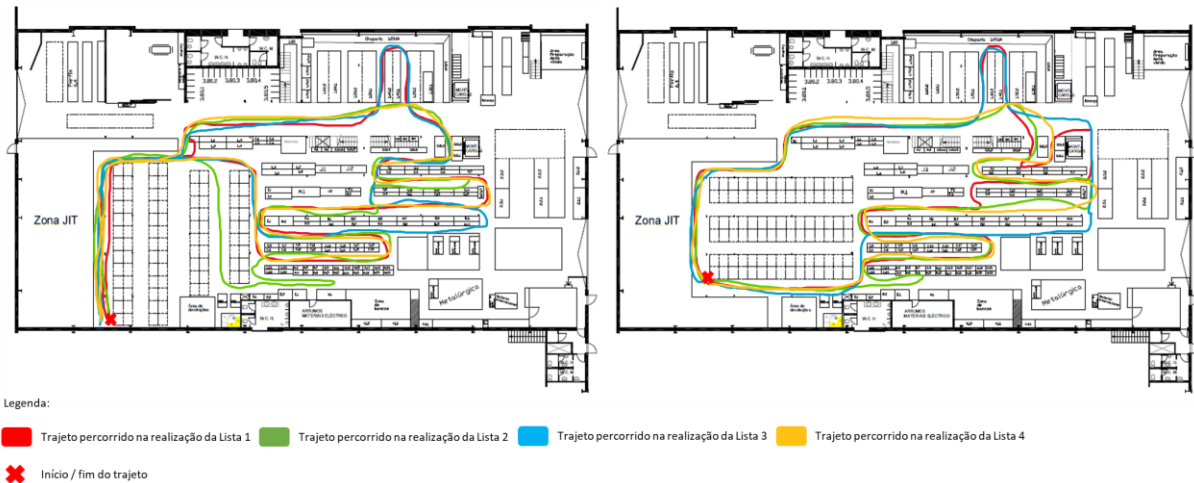


Figura 47 - Diagramas de *spaghetti* na proposta de *layout 1* (à esquerda) e na proposta de *layout 2* (à direita)

Analisando os diagramas *spaghetti* anteriores, pode concluir-se que existe maior número de constrangimentos na proposta 1, uma vez que o carro de abastecimento se encontra num corredor sem saída, tendo o operador que realizar o mesmo percurso duas vezes (para retirar o carro, no início do trajeto e para colocar o carro no mesmo local, no fim do processo de *picking*).

Por sua vez, na proposta de *layout 2* observa-se que não existem tantos constrangimentos uma vez que o local de estacionamento é de fácil acesso, evitando possíveis constrangimentos e cruzamentos.

Depois de delineados os trajetos, foram determinadas as distâncias percorridas pelos operadores estando os resultados obtidos ilustrados na Tabela 10.

Tabela 10 – Comparação das distâncias percorridas nas propostas efetuadas

Propostas	Distâncias percorridas (em metros)			
	Lista 1	Lista 2	Lista 3	Lista 4
Proposta de <i>layout 1</i>	200.00	203.00	169.40	185.60
Proposta de <i>layout 2</i>	163.00	167.50	136.40	155.80
Diferença	37.00	35.50	33.00	29.80

Comparando as distâncias percorridas em ambas as propostas, verifica-se que a proposta de *layout 2* é a que obteve menores distâncias, observando-se uma redução da distância média percorrida de 33.80 metros.

No que diz respeito ao aumento da zona JIT, foi realizada uma análise comparativa das áreas disponíveis em cada proposta. Os resultados obtidos da análise estão ilustrados na Tabela 11.

Tabela 11 – Comparação da área disponível para a zona de abastecimento JIT nas propostas efetuadas

<i>Layout</i>	Área disponível para a zona JIT
Proposta de <i>layout 1</i>	161 m ²
Proposta de <i>layout 2</i>	191 m ²

Verifica-se que, no que diz respeito a este critério, a proposta de *layout 2* é onde se obtém uma maior área para o abastecimento JIT.

Relativamente à redefinição do parque, foi também realizada uma análise comparativa das áreas obtidas desta zona. Os resultados são demonstrados na Tabela 12.

Tabela 12 – Comparação da área utilizada para o parque nas propostas efetuadas

<i>Layout</i>	Área utilizada para o parque
Proposta de <i>layout 1</i>	282 m ²
Proposta de <i>layout 2</i>	233 m ²

Quanto à área utilizada para o estacionamento dos carrinhos de abastecimento em cada proposta, verifica-se que a proposta de *layout 2* é a que utiliza uma menor área para o mesmo número de lugares que a proposta de *layout 1*.

Deste modo, conclui-se que a proposta de *layout 2* é a mais vantajosa de entre as duas propostas efetuadas visto ser a proposta onde se obteve menores distâncias percorridas e maior área para o abastecimento JIT. Para além disso, confirma-se que é na proposta de *layout 2* que se obtém um melhor fluxo.

Resta agora comparar a proposta escolhida com o *layout* existente no armazém. Para tal, foi utilizado novamente o diagrama de *spaghetti* com as mesmas listas de *picking* usadas na análise anterior. Os trajetos delineados encontram-se na Figura 48.

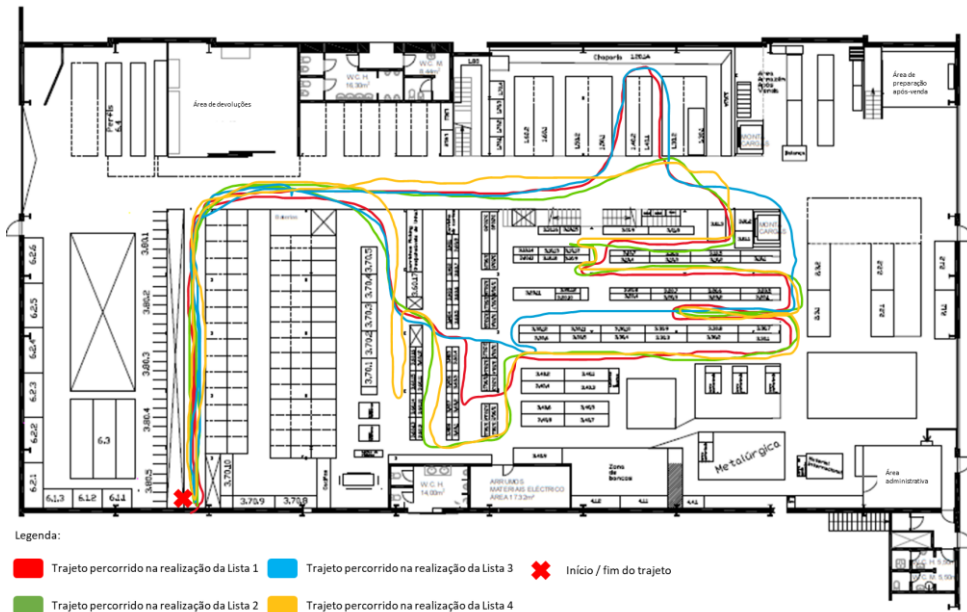


Figura 48 - Diagrama de *spaghetti* no *layout* atual

Verifica-se, imediatamente que, tal como na proposta de *layout* 1, o pior local de estacionamento traduz um elevado número de constrangimentos devido ao facto de este se encontrar num corredor sem saída. Tal como foi apresentado na análise comparativa anterior, as distâncias percorridas pela proposta de *layout* 2 bem como as distâncias estão apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Comparação das distâncias percorridas na proposta de *layout* 2 e no *layout* atual

Propostas	Distâncias percorridas (em metros)			
	Lista 1	Lista 2	Lista 3	Lista 4
Proposta de <i>layout</i> 2	163.00	167.50	136.40	155.80
<i>Layout</i> atual	197.90	185.30	152.00	196.30
Diferença	34.90	17.80	15.60	40.50
Diminuição em %	18%	10%	10%	21%

Verifica-se que na proposta realizada existe uma diminuição média nas distâncias percorridas de 15%. Com o objetivo de perceber o tempo despendido em cada uma das trajetórias efetuadas, procedeu-se ao cálculo da velocidade média de um operador. Para tal foi necessário realizar um estudo dos tempos que está disponível na sua totalidade no Apêndice 5.

Com a velocidade média de cada operador determinada, torna-se simples o cálculo do tempo de cada trajeto. Os tempos obtidos estão ilustrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Comparação dos tempos despendidos entre a proposta de *layout* e o *layout* atual

Propostas	Tempo despendido				Média
	Lista 1	Lista 2	Lista 3	Lista 4	
Proposta de <i>layout</i> 2	2min 38s	2min 41s	2min 11s	2min 31s	2min 31s
<i>Layout</i> atual	3min 11s	3min	2min 27s	3min 10s	2min 58s
Diferença	33s	19s	16s	39s	27s
Diminuição em %	18%	10%	10%	21%	15%

Assim, verifica-se uma diminuição média de 15% no tempo despendido na realização dos trajetos. Sabendo que cada operador realiza, em média, 14 listas de *picking* por dia, é possível calcular o tempo total necessário para percorrer as distâncias diariamente. Os resultados estão ilustrados na Tabela 15.

Tabela 15 - Comparação do tempo total despendido na proposta de *layout* e no *layout* atual

Propostas	Tempo total necessário por dia
Proposta de <i>layout</i> 2	35min 14s
<i>Layout</i> atual	41min 32s

Deste modo, conclui-se que a proposta de *layout* permite uma redução na distância percorrida diariamente por cada operário de aproximadamente 6min 18s por dia.

É interessante agora verificar a quantidade monetária que a empresa pouparia com a implementação da proposta de *layout* 2. Deste modo, é necessário, em primeiro lugar, verificar o gasto mensal da organização por operador logístico. Estes dados estão ilustrados na Tabela 16.

Tabela 16 - Despesas da organização com um operador logístico

Vencimento bruto	775.00€
Imposto pago pela organização	170.50€
Subsídio de alimentação	167.86€
Total mensal	1113.36€

Considerando um mês de trabalho de 22 dias úteis e a redução de tempo determinada anteriormente, verifica-se uma poupança mensal de 14.61€ por operador. Sabendo que existem 10 operadores logísticos, conclui-se que a proposta de *layout* permite à organização uma poupança mensal de, sensivelmente, 146.10€ na realização da tarefa de *picking*.

No que diz respeito à área disponível para o abastecimento JIT, foi realizada novamente uma análise comparativa das áreas disponíveis entre a proposta de *layout 2* e *layout* atual. A Tabela 17 ilustra a comparação efetuada.

Tabela 17 - Comparação da área disponível para a zona de abastecimento JIT na proposta efetuada e no *layout* existente

<i>Layout</i>	Área disponível para a zona JIT
Proposta de <i>layout 2</i>	191 m ²
<i>Layout</i> atual	158 m ²

Verifica-se um aumento na área disponível para a zona de abastecimento JIT de 21%.

Por último, foi realizada uma comparação entre as áreas necessárias para o estacionamento dos carrinhos de abastecimento, representada na Tabela 18.

Tabela 18 - Comparação da área necessária para o parque na proposta efetuada e no *layout* existente

<i>Layout</i>	Área utilizada para o parque
Proposta de <i>layout 2</i>	233 m ²
<i>Layout</i> atual	211 m ²

Verifica-se, neste caso, que o *layout* existente é o que tem área mais reduzida para o estacionamento. Isto significa que o *layout* existente é o *design* que utiliza o menor espaço para a colocação dos carrinhos de abastecimento. Contudo, é também preciso considerar a organização deste espaço. No capítulo quatro, na Figura 12, é possível verificar o *layout* atual do estacionamento dos carrinhos de abastecimento. De notar que nesse *design*, são utilizadas três filas de lugares juntas, impossibilitando a retirada de um carrinho da fila do meio sem movimentar os restantes, caso os lugares adjacentes das outras duas filas estejam ocupados.

6.2 Resultados obtidos

As secções seguintes irão abordar os resultados obtidos relativamente às propostas de melhoria realmente implementadas.

6.2.1 Implementação do método de abastecimento *Kanban*

Tal como esperado, esta implementação eliminou o processo de pedido individual dos materiais em falta da produção, bem como a ineficiência produtiva criada. Os materiais necessários são agora abastecidos pelo comboio logístico, eliminando a necessidade do operador de produção se ter de deslocar à unidade

de armazenamento cada vez que necessita de material. A verificação realizada às quantidades de abastecimento de cada caixa *kanban* está demonstrada na Tabela 19.

Tabela 19 - Cálculo dos turnos de produção consoante a quantidade abastecida

Código do material	Quantidade necessária	Quantidade abastecida	Turnos de produção face à quantidade abastecida
70023873	8	70	8
219237	16	80	2
70019124	16	80	5
212196	16	130	8
103349	60	60	1
70006544	8	40	5
212195	48	60	1
212001	20	30	1
70024157	8	40	5

Verificou-se que a quantidade abastecida em cada caixa permite um trabalho contínuo na linha de montagem de, pelo menos, um turno. Como o comboio logístico visita o posto diariamente, e o armazém necessita de apenas um turno para abastecer de novo a caixa, não existe rutura na produção por falta de abastecimento de material. Com a melhoria proposta, o operador já não necessita de se deslocar à unidade de armazenamento para ir buscar o material necessário para o seu posto de trabalho.

Esta implementação visou também a segurança dos trabalhadores desse posto sendo feito, também, uma melhoria que reduziu o risco ao qual os operadores estavam expostos. Esta melhoria culminou num *kaizen* que pode ser consultado no Anexo 5.

6.2.2 Aquisição de uma estrutura de armazenagem

Após a implementação efetuada, verificou-se um ganho total de 89.55 m² em área de armazenagem. A Tabela 20 ilustra os ganhos obtidos em cada uma das zonas onde foi realizada a implementação da proposta.

Tabela 20 - Área ganha para armazenagem

Zona	Área de armazenagem em m ²		Ganhos em m ²
	Antes	Depois	
7.30 / 7.40	23.67	47.34	23.67
7.70 / 7.80	22.14	44.28	22.14
7.100 / 7.110	22.14	44.28	22.14
7.140 / 7.150	10.80	32.40	21.60
TOTAL	78.75	168.30	89.55

Com a implementação desta proposta conseguiu-se, assim, aumentar em 114% o espaço disponível para armazenagem nestas zonas. Em algumas zonas decidiu-se pela utilização de apenas uma prateleira uma vez que, considerando as características dos restantes materiais, uma segunda prateleira em cima destes teria efeitos ergonomicamente indesejados nos operadores, uma vez que ficaria muito alta. Apenas para zona 7.140 / 7.150 foi adquirida uma estrutura de armazenagem com duas prateleiras, dado que se trata de um tipo de material que assim o permite, nomeadamente tapetes. No futuro, caso seja necessário, podem ser colocadas outras prateleiras e, ou, alterar a altura das mesmas consoante as necessidades. Isto torna-se possível devido ao sistema de encaixe obtido que permite estas alterações. Na Figura 49 está ilustrada a comparação entre a situação anterior e a situação corrente, com a estrutura de armazenagem já adquirida.



Figura 49 - Antes (à esquerda) e depois (à direita) da aquisição da estrutura de armazenagem

6.2.3 Criação de uma *Obeya Room*

A Figura 50 representa o espaço onde eram realizadas as reuniões diárias e o novo espaço que começa já a ser implementado. A redução da zona de devoluções permitiu a criação de um espaço mais adequado para a realização das reuniões. De acordo com relatos de colaboradores e chefes de equipa, verifica-se uma melhoria considerável aquando realização das reuniões neste espaço uma vez que se trata de um local mais silencioso e organizado e, portanto, mais apropriado.

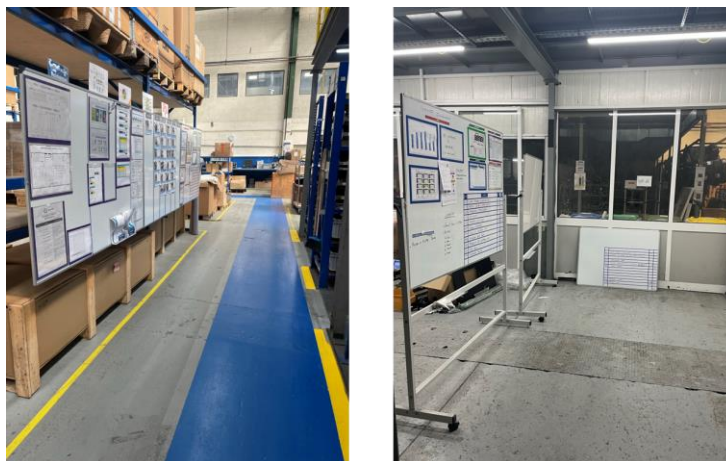


Figura 50 – Área de reuniões anterior (à esquerda) e atual (à direita)

6.3 Considerações finais

O presente capítulo teve como objetivo a análise dos resultados obtidos das propostas efetuadas anteriormente. Divide-se em três secções, iniciando-se com a secção relativa aos resultados previstos, isto é, resultados onde não foi possível quantificar na realidade os ganhos obtidos com a implementação das propostas. Segue-se pela secção que visa apresentar os resultados obtidos na realidade com a implementação das propostas de melhoria e termina, como todos os capítulos ao longo desta dissertação, com uma pequena síntese do que foi abordado.

Deste modo, a secção relativa aos resultados previstos aborda a proposta da redefinição de *layout* onde foram analisadas ambas as propostas realizadas no capítulo anterior de forma a obter a mais adequada, concluindo-se que mais adequada é a proposta número 2. Posteriormente, é realizada uma nova análise comparativa entre a proposta mais adequada e o *layout* atual onde se verificou que com a implementação da proposta, a organização consegue poupar aproximadamente 130€ por mês, aumenta a zona para o

abastecimento JIT em 21% e também uma melhor organização da zona de estacionamento dos carrinhos de abastecimento.

Relativamente aos resultados obtidos, comprovou-se que o *kanban* implementado conseguia satisfazer a necessidade de materiais na produção, reduzindo as distâncias percorridas pelos operados da unidade produtiva. Nesta secção foram também apresentados os resultados relativamente à área de armazenagem que se conseguiu aumentar, concluindo-se que se aumentou em 114% o espaço disponível. O resultado da implementação da proposta seguinte é de difícil quantificação, contudo a criação desta sala, um espaço mais adequado para realização das reuniões, visa um melhoramento na eficiência do funcionamento da unidade de armazenamento e um melhor aproveitamento do espaço disponível.

7. CONCLUSÕES E PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões do presente projeto de investigação que visa a melhoria dos processos de Logística Interna na unidade de armazenamento da CaetanoBus. Com esta dissertação pretende-se colmatar algumas das dificuldades experienciadas neste armazém, mais especificamente no que toca ao desaproveitamento do espaço existente.

Posteriormente, ainda neste capítulo, são apresentadas propostas de trabalhos futuros que proporcionam uma oportunidade de continuidade e melhoria face ao trabalho aqui desenvolvido.

7.1 Conclusões

O foco deste estudo visou, principalmente, a redefinição da zona do estacionamento dos carrinhos de abastecimento à produção. Posto isto, foram realizadas duas propostas de redefinição de *layout*. Esta redefinição tinha como objetivo, não só a reorganização da zona de estacionamento dos carrinhos de abastecimento, como também a eliminação de outros problemas identificados no decorrer do projeto. Assim, ambas as propostas realizadas visaram a eliminação de problemas, tais como a falta de espaço para a zona JIT, a inexistência de um local adequado para a preparação de abastecimento à produção e a desorganização existente na zona de devoluções. Esta redefinição visou uma redução de 66m² na área de armazenagem para que fosse possível ganhar espaço.

Para além disso, foi realizada uma análise ABC com o objetivo de alocar as *prateleiras* constituídas pelos materiais mais consumidos nas melhores localizações. Com a área de armazenagem redefinida, foram delineados dois *layouts* distintos, sendo comparados posteriormente de modo a tomar uma decisão relativamente ao mais adequado. Com a análise comparativa realizada e, tendo por base a eliminação dos problemas encontrados, foi possível concluir que entre as duas propostas, a melhor seria a proposta de *layout 2*. De seguida, foi realizada outra análise comparativa entre a proposta de *layout* escolhida e o *layout* existente atualmente no armazém, utilizando os mesmos critérios referidos anteriormente. Concluiu-se que na proposta de *layout 2* se obtinha um aumento de 21% da zona de abastecimento JIT e menores distâncias percorridas pelos operadores que permitem à organização uma poupança média de 146.10€ por mês. Deste modo, é sugerida uma análise de investimento com o objetivo de verificar o custo da reorganização do armazém e verificar se a poupança obtida compensa esta alteração de *layout*. Apesar de os custos parecerem superiores à poupança obtida neste projeto, prevê-se um retorno do investimento realizado a longo prazo.

Para além da redefinição de *layout*, foram também identificadas outras problemáticas para as quais foram propostas melhorias. Apesar de nem todas terem sido analisadas devido à sua complexidade e/ou esforço necessário, foram implementadas várias propostas. Algumas destas propostas são: uma estrutura de armazenagem, que permitiu um aumento de 114% na capacidade de armazenamento; a implementação do método de abastecimento *kanban*, que permitiu uma redução da ineficiência produtiva e das movimentações realizadas pelos operadores de produção e, finalmente, a criação de uma *obeya room*, para a realização das reuniões que eram realizadas nos corredores do armazém.

Na secção seguinte serão descritas as restantes propostas de melhoria para que possa ser dada continuidade às mesmas.

7.2 Proposta de trabalhos futuros

Para futuro, no sentido de dar continuidade ao projeto aqui desenvolvido, sugere-se a análise das problemáticas identificadas no decorrer deste projeto, mas que não foram passíveis de análise dado as suas dimensões e complexidade.

Relativamente à proposta de uma estrutura de armazenagem adequada para o armazenamento das borrachas, visto as negociações estarem já a decorrer, espera-se que os fornecedores iniciem o fornecimento deste material em bobines. Contudo, torna-se igualmente necessário a aquisição de uma nova estrutura de armazenagem para as bobines rececionadas. Sugere-se, então, um estudo relativo ao balanceamento do tipo de bobines que irão ser rececionadas futuramente e analisar o melhor tipo de estrutura, de forma a colmatar a desorganização e incorreta armazenagem deste material.

Para além disso, outra problemática identificada e que não foi alvo de estudo foi a que está relacionada com a acumulação de material na zona de receção do armazém. Atualmente, são já verificadas situações de risco e, esperando-se um aumento no número de unidades vendidas e verificando-se uma tendência crescente constante no que toca à quantidade de material rececionado, sugere-se um estudo para um redimensionamento desta zona.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abushaikha, I., Salhieh, L., & Towers, N. (2018). Improving distribution and business performance through lean warehousing. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 46(8), 780–800. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-03-2018-0059>
- Accorsi, R., Manzini, R., & Bortolini, M. (2012). A hierarchical procedure for storage allocation and assignment within an order-picking system. A case study. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 15(6), 351–364. <https://doi.org/10.1080/13675567.2012.742877>
- Bahrami, B., Piri, H., & Aghezzaf, E. H. (2019). Class-based storage location assignment: An overview of the literature. *ICINCO 2019 - Proceedings of the 16th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, 1, 390–397. <https://doi.org/10.5220/0007952403900397>
- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425–436. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.045>
- Ballou, R. H. (2004). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. Em *Business Logistics/Supply Chain Management* (5.ª ed.). Pearson Education.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2019). *Warehouse & Distribution Science*.
- Bastos, N. M., Alves, A. C., Castro, F. X., Duarte, J., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2021). Reconfiguration of assembly lines using Lean Thinking in an electronics components' manufacturer for the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 55(C), 383–392. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.053>
- Baudin, M. (2005). *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods* (1.ª ed.). Productivity Press.
- Beker, I., Jevtić, V., & Dobrilović, D. (2012). Shortest-path algorithms as a tools for inner transportation optimization. *International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM)*, 3(1), 39–45. http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/ijiem_journal.php
- Berg, J. P. V. Den, & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Bozer, Y. A., & Britten, R. (2012). *Developing and Adapting Lean Tools/Techniques to Build New Curriculum/Training Program in Warehousing and Logistics*.
- CaetanoBus. (2022, Agosto 24). *CaetanoBus*. <https://caetanobus.pt/pt/>

- Carvalho, J. C. de, Guedes, A. P., Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., Dias, E. B., Dias, J. C. Q., Menezes, J. C. R. de, Ferreira, L. M. D. F., Carvalho, M. do S., Oliveira, R. C., Azevedo, S. G., & Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (Sílabo, Ed.; 2.ª ed.).
- Chopra, V. S., & Meindl, P. (2006). Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation. *Das Summa Summ Des Management*, 265–275. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_22
- Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-adding Networks* (3.ª ed.). Pearson Education Limited.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (4.ª ed.). Pearson Education Limited.
- COBUS Industries GmbH. (2022, Agosto 24). *COBUS*. <https://www.cobus-industries.de/>
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chains* (Vol. 3). McGraw-Hill.
- Costa, J. P. da, Frias, J. M., & Godinho, P. (2010). *Logística*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Costa, L. F. T. G. da, & Arezes, P. M. F. M. (2016). *Introdução ao estudo do trabalho*.
- CSCMP. (2013). *Supply Chain Management Terms and Glossary*. https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921
- Daugherty, P. J., & Spencer, M. S. (1990). Just-in-time concepts applicability to logistic/ transportation. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 20(7), 12–18. <https://doi.org/10.1108/EUM00000000000368>
- Eden, C., & Ackermann, F. (2018). Theory into practice, practice to theory: Action research in method development. *European Journal of Operational Research*, 271(3), 1145–1155. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.05.061>
- Evered, R. D., & Susman, G. I. (2016). *An Assessment of the Scientific Merits of Action Research*. 23(4), 582–603.
- Frazelle, E., York, N., San, C., Lisbon, F., Madrid, L., City, M., New, M., San, D., Singapore, J. S., & Toronto, S. (2002). Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. Em *SUPPLY CHAIN STRATEGY The Logistics of Supply Chain Management McGraw-Hill*.
- Georgia Tech Supply Chain and Logistics Institute. (2022). *Logistics Glossary*. <https://www.scl.gatech.edu/resources/glossary>

- Giannoccaro, I., & Pontrandolfo, P. (2002). Inventory management in supply chains: A reinforcement learning approach. *International Journal of Production Economics*, 78(2), 153–161. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00156-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00156-0)
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>
- Harrison, A., & Hoek, R. van. (2003). Logistics management and strategy. Em *International Journal of Logistics Research and Applications* (Vol. 6, Issue 3). <https://doi.org/10.1080/1367556031000123052>
- Hassan, M. M. D. (2002). A framework for the design of warehouse layout. *Facilities*, 20(13), 432–440. <https://doi.org/10.1108/02632770210454377>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Hompel, M. ten, & Schmidt, T. (2005). *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Springer.
- Huang, F., He, J., & Lei, Q. (2020). Coordination in a retailer-dominated supply chain with a risk-averse manufacturer under marketing dependency. *International Transactions in Operational Research*, 27(6), 3056–3078. <https://doi.org/10.1111/itor.12520>
- Huson, M., & Nanda, D. (1995). The impact of Just-In-Time manufacturing on firm performance in the US. Em *Journal of Operations Management* (Vol. 12). ELSEVIER.
- Klenk, E., Galka, S., & Giinthner, W. A. (2015). Operating strategies for in-plant milk-run systems. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 1882–1887. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.361>
- Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Kovács, A. (2011). Optimizing the storage assignment in a warehouse served by milkrun logistics. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 312–318. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.028>

- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. McGraw-Hill.
- Le-Duc, T., & Koster, R. M. B. M. (2007). Travel time estimation and order batching in a 2-block warehouse. *European Journal of Operational Research*, *176*(1), 374–388. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.03.052>
- Malmborg, C. J., & Altassan, K. M. (1998). Analysis of storage assignment policies in less than unit load warehousing systems. *International Journal of Production Research*, *36*(12), 3459–3475. <https://doi.org/10.1080/002075498192157>
- Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, *51*(2020), 1723–1729. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, *22*(2), 1–25. http://www.cba.ua.edu/~grichey/Research/Publications/RL_Timing and Resources.pdf
- Merkuryev, Y., Burinskiene, A., & Merkuryeva, G. (2009). Warehouse order picking process. Em *Simulation-Based Case Studies in Logistics: Education and Applied Research* (pp. 147–165). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-187-3_9
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4.ª ed.). y Taylor & Francis Group.
- Moura, B. (2006). *Logística: Conceitos e Tendências* (1.ª ed.). Centro Atlântico.
- Mulcahy, D. (1994). *Warehouse Distribution and Operations Handbook*. McGraw-Hill.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Pejić, V., Lerher, T., Jereb, B., & Lisec, A. (2016). Lean and Green Paradigms in Logistics: Review of Published Research. Em *Promet - Traffic - Traffico* (Vol. 28, Issue 6, pp. 593–603). Faculty of Transport and Traffic Engineering. <https://doi.org/10.7307/ptt.v28i6.2078>
- Rajuldevi, M. K., Veeramachaneni, R., & Kare, S. (2009). *Warehousing in theory and practice: A case study at ÖoB, Clas Ohlson, Stadium, Åhlens*.
- Richards, G. (2014). *Warehouse Management* (2.ª ed.).
- Roodbergen, K. J., & Koster, D. (2001). Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. Em *International Journal of Production Research* (Vol. 39, Issue 9).

- Roodbergen, K. J., & Vis, I. F. A. (2009). A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European Journal of Operational Research*, *194*(2), 343–362. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.038>
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, *122*(3), 515–533. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X)
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management* (5.^a ed.).
- Russell, R. S., & Taylor III, B. W. (2011). *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain* (7.^a ed.). JOHN WILEY & SONS, INC.
- Satyam, Aithal, R. K., & Maurya, H. (2017). Exploring channel conflict in an emerging economy: the small retailer's perspective. *International Journal of Retail and Distribution Management*, *45*(10), 1061–1078. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-03-2016-0037>
- Shah, B., & Khanzode, V. (2017). Storage allocation framework for designing lean buffers in forward-reserve model: a test case. *International Journal of Retail and Distribution Management*, *45*(1), 90–118. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-07-2016-0112>
- Stevenson, W. J. (2015). *Operations Management* (12.^a ed.). McGraw-Hill.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, *15*(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Sutherland, J., & Bennett, B. (2007). *The Seven Deadly Wastes of Logistics: Applying Toyota Production System Principles to Create Logistics Value*. www.lehigh.edu/~inchain
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning*.
- Um, K. H., & Kim, S. M. (2019). The effects of supply chain collaboration on performance and transaction cost advantage: The moderation and nonlinear effects of governance mechanisms. *International Journal of Production Economics*, *217*(October 2017), 97–111. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.025>
- Villarreal, B., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2016). Lean road transportation – a systematic method for the improvement of road transport operations. *Production Planning and Control*, *27*(11), 865–877. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1152405>

- Wang, D., Wang, Z., Zhang, B., & Zhu, L. (2022). Vendor-managed inventory supply chain coordination based on commitment-penalty contracts with bilateral asymmetric information. *Enterprise Information Systems*, 16(3), 508–525. <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1827300>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. Simon & Schuster.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking* (2.nd ed.). Simon & Schurster.
- Wu, Y. C. (2003). Lean manufacturing: A perspective of lean suppliers. Em *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 23, Issues 11–12, pp. 1349–1376). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/01443570310501880>
- Zunic, E., Delalic, S., Hodzic, K., Besirevic, A., & Hindija, H. (2018). Smart Warehouse Management System Concept with Implementation. *2018 14th Symposium on Neural Networks and Applications, NEUREL 2018, November*. <https://doi.org/10.1109/NEUREL.2018.8587004>

APÊNDICE 1 - MODELOS COMERCIALIZADOS PELA CAETANOBUS

Tabela 21 - Modelos comercializados pela CaetanoBus

Tipo de modelo	Modelo	Imagem descritiva
Miniautocarro	<i>ITRABUS</i>	
	<i>ITRABUS CABIN CREW</i>	
Turismo	<i>WINNER</i>	
	<i>INVICTUS</i>	
	<i>LEVANTE</i>	
Urbano	<i>CITY MIDI</i>	
	<i>ECOCITY</i>	
	<i>CITY GOLD</i>	
Aeroporto	<i>COBUS</i>	

Eléctrico	<i>E.CITY GOLD</i>	
	<i>E.COBUS</i>	
	<i>H2.CITY GOLD</i>	
Especial	<i>DOUBLE END STEERING</i>	

APÊNDICE 2 - FLUXO AQUANDO DA CHEGADA DE MATERIAL

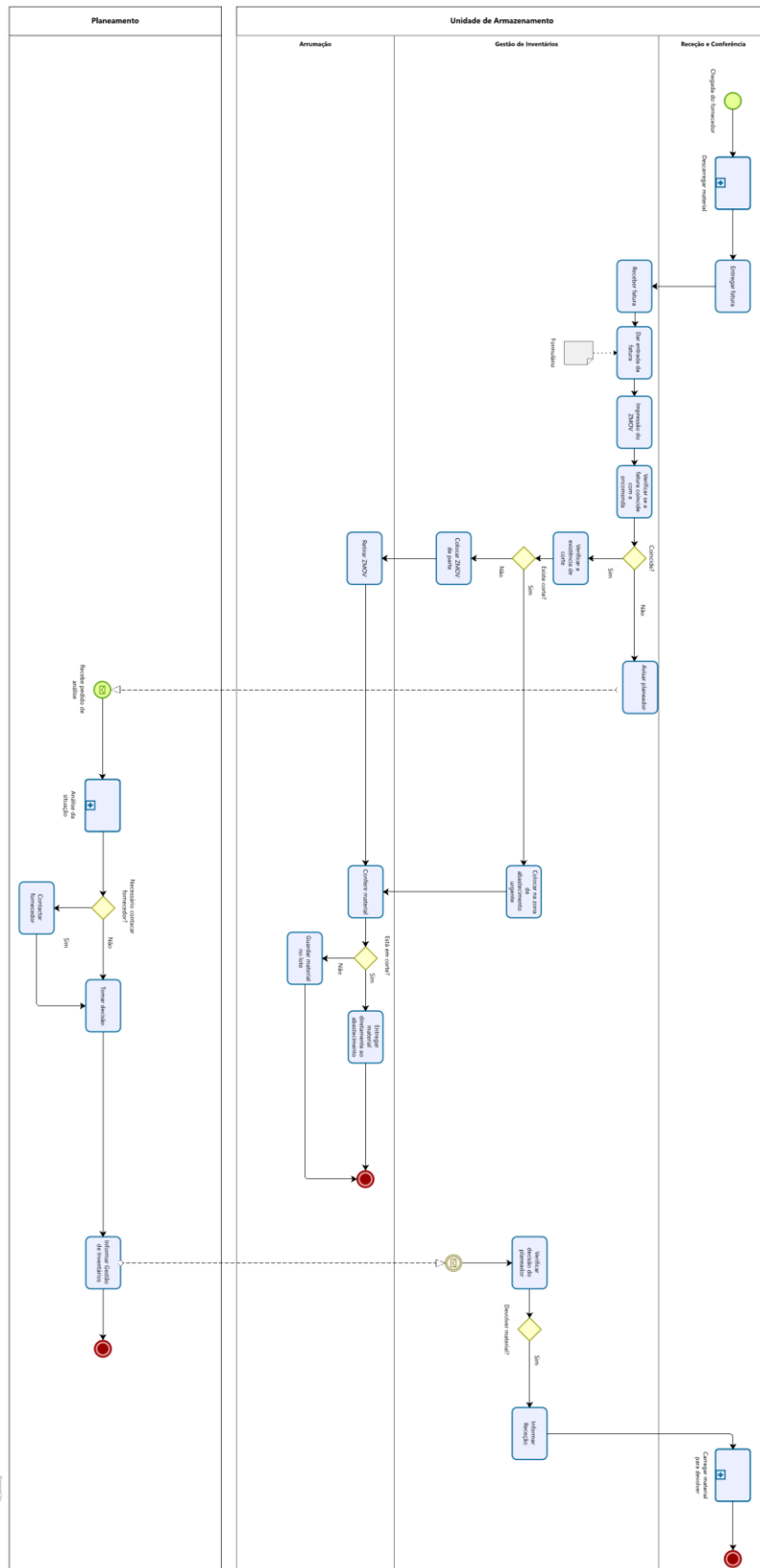


Figura 51 - Fluxo realizado pela equipa de gestão de inventários aquando da chegada de material

APÊNDICE 3 - LEVANTAMENTO AO NÚMERO DE CARRINHOS DE ABASTECIMENTO

Tabela 22 - Levantamento ao número de carrinhos de abastecimento

Modelo	Quantidade	Matrícula	Cor	Dimensões (mm)		
				Comprimento	Largura	Altura
	30	M1.1 a M1.30	verde/branco	1100	850	80
	27	M2.1 a M2.27	verde	1100	850	600
	18	M3.1 a M3.18	cinza	1100	900	1400
	17	M4.1 a M3.17	verde	1100	850	1350

	14	M5.1 a M5.14	cinza	1100	620	1500
	8	M6.1 a M6.8	cinza	1100	850	1050
	4	M7.1 a M7.4	verde	1100	850	600
	3	M8.1 a M8.3	verde	1200	850	1400
	4	M9.1 a M9.3	verde	1100	850	620

	3	M10.1 a M10.3	verde	1120	880	240
	3	M11.1 a M11.3	cinza	1080	990	1440
	18	M12.1 a M12.3	verde	1150	800	1500
	2	M13.1 a M13.2	verde	1100	850	1150

APÊNDICE 4 - NOVA LOCALIZAÇÃO DAS PRATELEIRAS

Tabela 23 - Nova localização das prateleiras

Prateleira	Dimensões em metros (comprimento X largura)	Nova localização	Prateleira	Dimensões em metros (comprimento X largura)	Nova localização
3.50.10C	2,7 X 0,6	I.1	3.60.5A	1,5 X 0,45	C.17
3.M06.C	1,5 X 0,45	C.1	3.60.17A	1,5 X 0,45	C.17
3.60.3B	1,5 X 0,45	C.1	3.50.20C	2,7 X 0,6	I.2
3.50.12C	1,05 X 0,5	A.1	3.50.6B	1,05 X 0,5	A.13
3.M06.E	1,5 X 0,45	C.1	3.10.3D	2,6 X 0,4	G.12
3.60.3G	1,5 X 0,45	C.1	3.60.13B	1,5 X 0,45	C.19
3.60.2E	1,5 X 0,45	C.1	3.40.5C	2,8 X 0,6	L.1
3.50.12A	1,05 X 0,5	A.1	3.50.4A	1,05 X 0,5	A.13
3.60.10C	1,5 X 0,45	C.1	3.10.9E	1,05 X 0,5	A.13
3.20.2A	2,6 X 0,4	G.1	3.50.7B	1,05 X 0,5	A.15
3.60.2B	1,5 X 0,45	C.1	3.60.3C	1,5 X 0,45	C.19
3.60.11C	1,5 X 0,45	C.3	3.40.6B	2,8 X 0,6	L.1
3.60.12A	1,5 X 0,45	C.3	3.10.13F	2,6 X 0,4	G.12
3.30.8D	2,7 X 0,5	H.1	3.60.11D	1,5 X 0,45	C.19
3.M03.B	1,5 X 0,45	C.3	3.10.2B	2,6 X 0,4	G.12
3.60.16E	1,5 X 0,45	C.3	3.20.6B	2,6 X 0,4	G.9
3.60.15C	1,5 X 0,45	C.3	3.10.13B	2,6 X 0,4	G.9
3.20.3B	2,6 X 0,4	G.1	3.50.18C	1,05 X 0,5	A.15
3.30.7B	2,7 X 0,5	H.1	3.M01.C	1,5 X 0,45	C.19
3.60.3F	1,5 X 0,45	C.3	3.10.12D	1,05 X 0,5	A.15
3.30.1B	2,7 X 0,5	H.1	3.30.12A	2,7 X 0,5	H.11
3.30.2C	2,7 X 0,5	H.1	3.40.9B	3,1 X 1	N.1
3.60.3D	1,5 X 0,45	C.3	3.40.4B	2,8 X 0,6	L.2
3.60.6B	1,5 X 0,45	C.2	3.50.1C	1,05 X 0,5	A.15
3.60.11E	1,5 X 0,45	C.2	3.10.9F	1,05 X 0,5	A.15
3.M06.D	1,5 X 0,45	C.2	3.10.10A	1,05 X 0,5	A.15
3.20.8A	2,6 X 0,4	G.1	3.10.6E	2,6 X 0,4	G.9
3.60.1F	1,5 X 0,45	C.2	3.10.4D	2,6 X 0,4	G.9
3.30.1D	2,7 X 0,5	H.3	3.50.8D	1,05 X 0,5	A.17
3.60.5F	1,5 X 0,45	C.2	3.50.8C	1,05 X 0,5	A.17
3.60.4G	1,5 X 0,45	C.2	3.40.4C	2,8 X 0,6	L.2
3.30.5B	2,7 X 0,5	H.3	3.40.8D	2,8 X 0,6	L.2
3.20.1C	2,6 X 0,4	G.1	3.60.17C	1,5 X 0,45	C.19
3.20.3A	2,6 X 0,4	G.1	3.10.7A	2,6 X 0,4	G.9
3.60.9E	1,5 X 0,45	C.2	3.50.9B	1,05 X 0,5	A.17
3.30.5A	2,7 X 0,5	H.3	3.10.3E	2,6 X 0,4	G.11
3.30.3A	2,7 X 0,5	H.3	3.20.4A	2,6 X 0,4	G.11
3.20.3C	2,6 X 0,4	G.3	3.40.3C	2,8 X 0,6	L.2
3.30.6C	2,7 X 0,5	H.5	3.50.6A	1,05 X 0,5	A.17

3.50.12D	1,05 X 0,5	A.1	3.10.5D	2,6 X 0,4	G.11
3.20.5B	2,6 X 0,4	G.3	3.40.8A	2,8 X 0,6	L.3
3.30.2D	2,7 X 0,5	H.5	3.60.8G	1,5 X 0,45	C.19
3.30.7D	2,7 X 0,5	H.5	3.10.12B	1,05 X 0,5	A.17
3.30.3B	2,7 X 0,5	H.5	3.10.7B	2,6 X 0,4	G.11
3.20.4C	2,6 X 0,4	G.3	3.30.11C	2,7 X 0,5	H.11
3.60.9D	1,5 X 0,45	C.4	3.40.9A	3,1 X 1	N.1
3.M03.C	1,5 X 0,45	C.4	3.50.2C	1,05 X 0,5	A.17
3.30.6B	2,7 X 0,5	H.7	3.70.2B	1,5 X 1	E.1
3.M06.B	1,5 X 0,45	C.4	3.30.4B	2,7 X 0,5	H.11
3.30.2B	2,7 X 0,5	H.7	3.10.2A	2,6 X 0,4	G.11
3.50.20A	2,7 X 0,6	I.1	3.50.11F	1,05 X 0,5	A.19
3.60.2D	1,5 X 0,45	C.4	3.M03.D	1,5 X 0,45	C.19
3.10.4A	2,6 X 0,4	G.3	3.10.1D	2,6 X 0,4	G.13
3.60.9C	1,5 X 0,45	C.4	3.40.7C	2,8 X 0,6	L.3
3.50.12B	1,05 X 0,5	A.1	3.60.10D	1,5 X 0,45	C.6
3.50.16D	1,05 X 0,5	A.1	3.70.1B	1,5 X 1	E.1
3.30.8C	2,7 X 0,5	H.7	3.40.3B	2,8 X 0,6	L.3
3.M05.B	1,5 X 0,45	C.4	3.70.5B	3 X 1	M.1
3.20.2C	2,6 X 0,4	G.3	3.20.5E	2,6 X 0,4	G.13
3.60.16A	1,5 X 0,45	C.4	3.40.5B	2,8 X 0,6	L.3
3.30.4C	2,7 X 0,5	H.7	3.60.17B	1,5 X 0,45	C.6
3.M05.G	1,5 X 0,45	C.5	3.10.1C	2,6 X 0,4	G.13
3.60.14B	1,5 X 0,45	C.5	3.10.12C	1,05 X 0,5	A.19
3.10.3B	2,6 X 0,4	G.5	3.10.9C	1,05 X 0,5	A.19
3.50.14A	1,05 X 0,5	A.1	3.40.13C	1,5 X 0,6	D.1
3.10.14D	2,6 X 0,4	G.5	3.40.7A	2,8 X 0,6	L.4
3.30.7C	2,7 X 0,5	H.2	3.40.6A	2,8 X 0,6	L.4
3.60.4B	1,5 X 0,45	C.5	3.10.6B	2,6 X 0,4	G.13
3.20.7A	2,6 X 0,4	G.5	3.20.2D	2,6 X 0,4	G.13
3.50.5A	1,05 X 0,5	A.2	3.50.15C	1,05 X 0,5	A.19
3.M05.E	1,5 X 0,45	C.5	3.60.7D	1,5 X 0,45	C.6
3.60.3E	1,5 X 0,45	C.5	3.40.5D	2,8 X 0,6	L.4
3.60.4D	1,5 X 0,45	C.5	3.M05.F	1,5 X 0,45	C.6
3.60.4C	1,5 X 0,45	C.5	3.10.12E	1,05 X 0,5	A.19
3.20.1D	2,6 X 0,4	G.5	3.50.2F	1,05 X 0,5	A.19
3.10.4C	2,6 X 0,4	G.5	3.10.13A	1,05 X 0,5	A.21
3.50.7A	1,05 X 0,5	A.2	3.50.18F	1,05 X 0,5	A.21
3.30.9B	2,7 X 0,5	H.2	3.10.6C	2,6 X 0,4	G.7
3.20.4B	2,6 X 0,4	G.2	3.40.14D	1,5 X 0,6	D.1
3.10.2D	2,6 X 0,4	G.2	3.60.13F	1,5 X 0,45	C.6
3.60.5E	1,5 X 0,45	C.7	3.60.11B	1,5 X 0,45	C.6
3.60.4F	1,5 X 0,45	C.7	3.M04.A	1,5 X 0,45	C.6
3.30.3C	2,7 X 0,5	H.2	3.20.5A	2,6 X 0,4	G.7

3.20.2B	2,6 X 0,4	G.2	3.70.9B	2,7 X 0,8	J.1
3.60.12F	1,5 X 0,45	C.7	3.40.14A	1,5 X 0,6	D.1
3.60.6D	1,5 X 0,45	C.7	3.40.7B	2,8 X 0,6	L.4
3.60.10A	1,5 X 0,45	C.7	3.50.17B	1,05 X 0,5	A.21
3.30.9A	2,7 X 0,5	H.2	3.60.10E	1,5 X 0,45	C.8
3.50.13C	1,05 X 0,5	A.2	3.50.20D	2,7 X 0,6	I.2
3.30.8B	2,7 X 0,5	H.4	3.40.1D	2,8 X 0,6	L.5
3.50.19B	1,05 X 0,5	A.2	3.20.10C	1,6 X 0,4	F.1
3.50.11E	1,05 X 0,5	A.2	3.60.2A	1,5 X 0,45	C.8
3.60.9A	1,5 X 0,45	C.7	3.10.10G	1,05 X 0,5	A.21
3.50.17F	1,05 X 0,5	A.2	3.40.13B	1,5 X 0,6	D.1
3.60.6C	1,5 X 0,45	C.7	3.10.5B	2,6 X 0,4	G.7
3.60.1E	1,5 X 0,45	C.9	3.10.9D	1,05 X 0,5	A.21
3.20.5C	2,6 X 0,4	G.2	3.20.6A	2,6 X 0,4	G.7
3.60.7B	1,5 X 0,45	C.9	3.40.13F	1,5 X 0,6	D.1
3.30.5C	2,7 X 0,5	H.4	3.10.10C	1,05 X 0,5	A.21
3.10.7D	2,6 X 0,4	G.2	3.50.5C	1,05 X 0,5	A.4
3.50.9A	1,05 X 0,5	A.3	3.60.4A	1,5 X 0,45	C.8
3.60.1C	1,5 X 0,45	C.9	3.M03.A	1,5 X 0,45	C.8
3.20.1E	2,6 X 0,4	G.4	3.40.1C	2,8 X 0,6	L.5
3.50.13B	1,05 X 0,5	A.3	3.30.4A	2,7 X 0,5	H.10
3.20.5D	2,6 X 0,4	G.4	3.50.9D	1,05 X 0,5	A.4
3.50.9E	1,05 X 0,5	A.3	3.20.8B	2,6 X 0,4	G.7
3.60.13C	1,5 X 0,45	C.9	3.50.5B	1,05 X 0,5	A.4
3.50.10B	2,7 X 0,6	I.1	3.60.14A	1,5 X 0,45	C.8
3.60.5C	1,5 X 0,45	C.9	3.M05.D	1,5 X 0,45	C.8
3.50.2B	1,05 X 0,5	A.3	3.10.6A	2,6 X 0,4	G.14
3.20.6C	2,6 X 0,4	G.4	3.70.2A	1,5 X 1	E.1
3.60.10F	1,5 X 0,45	C.9	3.10.12G	1,05 X 0,5	A.4
3.50.15B	1,05 X 0,5	A.3	3.50.8A	1,05 X 0,5	A.4
3.50.14B	1,05 X 0,5	A.3	3.10.10D	1,05 X 0,5	A.4
3.M06.F	1,5 X 0,45	C.9	3.10.4B	2,6 X 0,4	G.14
3.60.12B	1,5 X 0,45	C.11	3.40.1B	2,8 X 0,6	L.5
3.60.8C	1,5 X 0,45	C.11	3.50.2D	1,05 X 0,5	A.6
3.30.7A	2,7 X 0,5	H.4	3.60.2C	1,5 X 0,45	C.8
3.60.6F	1,5 X 0,45	C.11	3.70.3D	1,5 X 1	E.2
3.50.3C	1,05 X 0,5	A.5	3.50.18B	1,05 X 0,5	A.6
3.10.1B	2,6 X 0,4	G.4	3.60.8B	1,5 X 0,45	C.10
3.50.16C	1,05 X 0,5	A.5	3.40.8B	2,8 X 0,6	L.5
3.60.16D	1,5 X 0,45	C.11	3.60.15F	1,5 X 0,45	C.10
3.30.10D	2,7 X 0,5	H.4	3.M05.C	1,5 X 0,45	C.10
3.60.3A	1,5 X 0,45	C.11	3.70.3B	1,5 X 1	E.2
3.50.17E	1,05 X 0,5	A.5	3.50.1B	1,05 X 0,5	A.6
3.20.2E	2,6 X 0,4	G.4	3.50.1E	1,05 X 0,5	A.6

3.50.11C	1,05 X 0,5	A.5	3.50.7D	1,05 X 0,5	A.6
3.50.15A	1,05 X 0,5	A.5	3.60.5B	1,5 X 0,45	C.10
3.20.7C	2,6 X 0,4	G.6	3.40.6C	2,8 X 0,6	L.6
3.30.9C	2,7 X 0,5	H.6	3.50.11A	1,05 X 0,5	A.6
3.30.10C	2,7 X 0,5	H.6	3.50.18D	1,05 X 0,5	A.8
3.M06.A	1,5 X 0,45	C.11	3.70.8A	2,7 X 0,8	J.1
3.20.1B	2,6 X 0,4	G.6	3.50.8E	1,05 X 0,5	A.8
3.50.3B	1,05 X 0,5	A.5	3.60.7G	1,5 X 0,45	C.10
3.60.1D	1,5 X 0,45	C.11	3.70.1A	1,5 X 1	E.2
3.20.1A	2,6 X 0,4	G.6	3.50.20B	2,7 X 0,6	I.2
3.20.6F	2,6 X 0,4	G.6	3.60.6A	1,5 X 0,45	C.10
3.50.4B	1,05 X 0,5	A.7	3.40.12C	1,05 X 0,6	B.1
3.60.14E	1,5 X 0,45	C.13	3.40.9C	3,1 X 1	N.1
3.60.5G	1,5 X 0,45	C.13	3.70.5A	3 X 1	M.1
3.50.6D	1,05 X 0,5	A.7	3.40.14C	1,5 X 0,6	D.2
3.50.10A	2,7 X 0,6	I.1	3.50.16B	1,05 X 0,5	A.8
3.30.10A	2,7 X 0,5	H.6	3.70.4A	1,5 X 1	E.2
3.60.5D	1,5 X 0,45	C.13	3.10.11B	2,8 X 0,5	K.1
3.20.6E	2,6 X 0,4	G.6	3.30.11A	2,7 X 0,5	H.10
3.30.4D	2,7 X 0,5	H.6	3.60.14C	1,5 X 0,45	C.10
3.50.17A	1,05 X 0,5	A.7	3.50.7E	1,05 X 0,5	A.8
3.50.5E	1,05 X 0,5	A.7	3.10.13D	1,05 X 0,5	A.8
3.50.14C	1,05 X 0,5	A.7	3.70.4B	1,5 X 1	E.3
3.60.16F	1,5 X 0,45	C.13	3.10.13E	1,05 X 0,5	A.8
3.M06.G	1,5 X 0,45	C.13	3.40.8C	2,8 X 0,6	L.6
3.60.15E	1,5 X 0,45	C.13	3.60.13A	1,5 X 0,45	C.12
3.10.9B	1,05 X 0,5	A.7	3.60.7F	1,5 X 0,45	C.12
3.30.1C	2,7 X 0,5	H.8	3.60.8F	1,5 X 0,45	C.12
3.60.15D	1,5 X 0,45	C.13	3.60.12D	1,5 X 0,45	C.12
3.50.6C	1,05 X 0,5	A.9	3.10.9G	1,05 X 0,5	A.10
3.30.1A	2,7 X 0,5	H.8	3.10.10E	1,05 X 0,5	A.10
3.50.17C	1,05 X 0,5	A.9	3.30.8A	2,7 X 0,5	H.10
3.10.5E	2,6 X 0,4	G.8	3.40.3D	2,8 X 0,6	L.6
3.60.9F	1,5 X 0,45	C.15	3.50.1F	1,05 X 0,5	A.10
3.50.19C	1,05 X 0,5	A.9	3.10.1E	2,6 X 0,4	G.14
3.10.1A	2,6 X 0,4	G.8	3.70.8C	2,7 X 0,8	J.2
3.60.11F	1,5 X 0,45	C.15	3.M04.B	1,5 X 0,45	C.12
3.10.2C	2,6 X 0,4	G.8	3.40.4D	2,8 X 0,6	L.6
3.70.9C	2,7 X 0,8	J.1	3.10.13G	1,05 X 0,5	A.10
3.50.11D	1,05 X 0,5	A.9	3.20.12E	1,6 X 0,4	F.1
3.40.1A	2,8 X 0,6	L.1	3.40.12A	1,05 X 0,6	B.1
3.20.7B	2,6 X 0,4	G.8	3.10.9A	1,05 X 0,5	A.10
3.50.10D	2,7 X 0,6	I.2	3.40.12E	1,05 X 0,6	B.1
3.60.14F	1,5 X 0,45	C.15	3.40.13D	1,5 X 0,6	D.2

3.10.3C	2,6 X 0,4	G.8	3.60.15B	1,5 X 0,45	C.12
3.60.9B	1,5 X 0,45	C.15	3.60.17D	1,5 X 0,45	C.12
3.60.1B	1,5 X 0,45	C.15	3.50.1D	1,05 X 0,5	A.10
3.10.5A	2,6 X 0,4	G.10	3.60.6G	1,5 X 0,45	C.14
3.30.12C	2,7 X 0,5	H.8	3.60.8D	1,5 X 0,45	C.14
3.50.4C	1,05 X 0,5	A.9	3.M05.A	1,5 X 0,45	C.14
3.50.7C	1,05 X 0,5	A.9	3.40.6D	2,8 X 0,6	L.7
3.20.8C	2,6 X 0,4	G.10	3.10.12F	1,05 X 0,5	A.12
3.50.13A	1,05 X 0,5	A.11	3.30.6B	2,7 X 0,5	H.10
3.50.16A	1,05 X 0,5	A.11	3.40.12B	1,05 X 0,6	B.1
3.10.6D	2,6 X 0,4	G.10	3.40.3E	2,8 X 0,6	L.7
3.60.7E	1,5 X 0,45	C.15	3.40.7E	2,8 X 0,6	L.7
3.30.2A	2,7 X 0,5	H.8	3.70.9A	2,7 X 0,8	J.2
3.60.2F	1,5 X 0,45	C.15	3.10.10B	1,05 X 0,5	A.12
3.10.7C	2,6 X 0,4	G.10	3.10.5C	2,6 X 0,4	G.14
3.60.13D	1,5 X 0,45	C.17	3.40.14B	1,5 X 0,6	D.2
3.30.11B	2,7 X 0,5	H.9	3.40.2A	2,8 X 0,6	L.7
3.60.6E	1,5 X 0,45	C.17	3.40.2D	2,8 X 0,6	L.8
3.20.6D	2,6 X 0,4	G.10	3.60.8E	1,5 X 0,45	C.14
3.50.17D	1,05 X 0,5	A.11	3.70.4C	1,5 X 1	E.3
3.60.12E	1,5 X 0,45	C.17	3.M01.B	1,5 X 0,45	C.14
3.30.6A	2,7 X 0,5	H.9	3.20.11B	2,7 X 0,8	J.2
3.50.2A	1,05 X 0,5	A.11	3.30.5D	2,7 X 0,5	H.12
3.M02.C	1,5 X 0,45	C.17	3.40.12D	1,05 X 0,6	B.1
3.40.7D	2,8 X 0,6	L.1	3.40.14F	1,5 X 0,6	D.2
3.30.7E	2,7 X 0,5	H.9	3.40.3A	2,8 X 0,6	L.8
3.70.3A	1,5 X 1	E.1	3.40.9D	3,1 X 1	N.1
3.50.8B	1,05 X 0,5	A.11	3.50.3A	1,05 X 0,5	A.12
3.50.15D	1,05 X 0,5	A.11	3.60.7C	1,5 X 0,45	C.14
3.40.13A	1,5 X 0,6	D.1	3.10.10F	1,05 X 0,5	A.12
3.60.14D	1,5 X 0,45	C.17	3.20.10A	1,6 X 0,4	F.1
3.50.1A	1,05 X 0,5	A.13	3.20.2F	2,6 X 0,4	G.14
3.50.5D	1,05 X 0,5	A.13	3.40.2B	2,8 X 0,6	L.8
3.50.11B	1,05 X 0,5	A.13	3.40.2C	2,8 X 0,6	L.8
3.10.2E	2,6 X 0,4	G.12	3.50.18A	1,05 X 0,5	A.12
3.30.12B	2,7 X 0,5	H.9	3.60.11A	1,5 X 0,45	C.14
3.40.12F	1,05 X 0,6	B.1	3.60.16C	1,5 X 0,45	C.16
3.30.10B	2,7 X 0,5	H.11	3.60.1A	1,5 X 0,45	C.16
3.10.3A	2,6 X 0,4	G.12	-	-	-

APÊNDICE 5 - ESTUDO DOS TEMPOS

De acordo Costa & Arezes (2016), o estudo dos tempos é uma técnica de medida do trabalho por observação direta e intensiva. A aplicação desta técnica permite verificar a existência de diferenças nos tempos lidos para o mesmo elemento, isto é, ainda que o operador tente manter um ritmo constante são obtidas diferenças nos tempos. Estas diferenças são provocadas maioritariamente por variações aleatórias, nomeadamente, ligeiros erros na cronometragem ou os diferentes ritmos e movimentos adotados pelo operador. Esta variabilidade levanta dúvidas acerca da fiabilidade das medições feitas, surgindo questões sobre o facto de serem representativas, ou não, do tempo real. Neste sentido, é importante determinar o número mínimo de observações a efetuar de forma a obter uma amostra representativa.

A equação 2 permite o cálculo do número mínimo de observações a realizar.

$$N' = \left(\frac{Z * S}{\varepsilon * m} \right)^2 \quad (2)$$

Onde,

N' - número de observações necessárias para satisfazer o nível de confiança desejado;

Z - valor tabelado da distribuição normal;

S - desvio-padrão da distribuição das médias;

ε - precisão;

m - média da amostra dos tempos.

Dado o tamanho da amostra ser menor que 30, a fórmula a utilizar para o cálculo do desvio-padrão (S) está representada na equação 3.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (3)$$

Onde,

S - desvio-padrão da distribuição das médias;

X – valor observado;

\bar{X} - média da amostra dos tempos;

N – número de observações.

Considera-se um número de observações suficientes apenas quando se verificar a condição $N' \leq N$.

Com o intuito de calcular a velocidade média percorrida pelos operadores, foi delimitada uma distância de 20 metros e cronometrado o tempo que cada operador demora a percorrer essa mesma distância.

Assim, procedeu-se ao uso das fórmulas previamente mencionadas, considerando um nível de confiança de 95% com uma precisão de $\pm 5\%$. Nestas condições, $Z=1.96$ e $\mathcal{E}=0.05$.

Realizou-se uma série de 10 observações ($N=10$) estando os resultados obtidos ilustrados na Tabela 24.

Tabela 24 - Primeira série de observações

Observação	Tempos obtidos	Observação	Tempos obtidos
1	16.72	6	22.11
2	21.14	7	22.03
3	17.98	8	18.21
4	19.76	9	16.89
5	18.71	10	19.29

Desta série obtém-se um desvio padrão (S) de 1.9632 e uma média (m) de 19.284.

Aplicando a Equação 2, verifica-se que $N' = 16$. Visto que $N' > N$, o número de observações não é suficiente, sendo necessária a realização de mais 5 observações. Deste modo, a nova série a ser analisada está representada na Tabela 25.

Tabela 25 - Segunda série de observações

Observação	Tempos obtidos	Observação	Tempos obtidos
1	16.72	9	16.89
2	21.14	10	19.29
3	17.98	11	18,04
4	19.76	12	18,58
5	18.71	13	20,47
6	22.11	14	21,56
7	22.03	15	18,53
8	18.21	-	-

Desta série obtém-se um desvio padrão (S) de 1.7697 e uma média (m) de 19.335.

Aplicando novamente a Equação 2, obtém-se $N' = 13$. Visto que $N' \leq N$, conclui-se que o número de observações é suficiente.

Por último, resta apenas o cálculo da velocidade média. Para tal, basta dividir a distância (20 metros) pela média dos tempos obtidos anteriormente ($m = 19.335$). Deste modo, conclui-se que a velocidade média de um operador é de 1.034 m/s.

ANEXO 1 – EXEMPLO DE UMA LISTA DE ARRUMAÇÃO



CAETANO BUS

LISTA DE ARRUMAÇÃO

Data Lançt: 19.09.2022
 Nome Fornecedor: SERAFIM MARQUES LDA
 Total Linhas: 17

Nº Doc. Gerado (Identificador)



24.215

Pág. 1 / 2

Material	Pos. dpst	TxBreveMaterial	Qt.	UMB	Dep.	Pedido	Mod. Abastecimento
53729104	3.30.11B4	ESTR ESTRADO-SUP VARÃO TAMPAS	4,000	PC	124	5500463088	PICKING
53729105	3.30.10C10	ESTR ESTRADO-SUP VARÃO TAMPAS	4,000	PC	124	5500463088	PICKING
59118930	3.20.6E2	EQUIP ELÉTR-SUPORTE AMPLIFICADOR DMV2	5,000	PC	124	5500468862	PICKING
59120031	3.30.7D13	FIBRA-CHAPA TESTA TABLIER	10,000	PC	124	5500467597	PICKING
59122196	3.10.6E2	EQUIP ELÉTR-SUPORTE BOTÃO EMERG BAGAG	8,000	PC	124	5500463081	PICKING
59123683	3.20.2E14	REVESTIM INT-BASE FIX PRFV JAN MOT	20,000	PC	124	5500463090	PICKING
59123683	3.20.2E14	REVESTIM INT-BASE FIX PRFV JAN MOT	22,000	PC	124	5500467598	PICKING
70020785	3.10.7A5	ELEVAD ELEC VIDRO 24VL 900134 DTA P. GUI	2,000	PC	124	5500462987	PICKING
5A65027802	3.20.2E5	SUP TOMADA NATO FR e. CITYGOLD RHD	3,000	PC	124	5500457606	PICKING
5A690265	3.20.3C4	REVEST EXT-SUP FECHO TAMPA TR ESQ	4,000	PC	124	5500465079	PICKING
5A690266	3.30.9B10	REVEST EXT-SUP FECHO TAMPA TR DIR	4,000	PC	124	5500465079	PICKING
5A83033201	3.20.8A2	SUPORTE BOMBA DE AGUA FC12M	4,000	PC	124	5500466727	PICKING
5A83064201		SUPORTE CAIXA DE POTÊNCIA RHD 10.7M 2P	2,000	PC	124	5500468861	PICKING
5A83079001	3.30.8C18	SUPORTE CAIXA DE POTÊNCIA RHD 10.7M 2P	3,000	PC	124	5500468862	PICKING
5A83079101	3.30.4C4	SUPORTE VÁLVULA MANUAL RETORNO TEJADILHO	9,000	PC	124	5500467837	PICKING
		SUPORTE P/ TUBAGEM C/ VÁLVULA MANUAL	9,000	PC	124	5500467837	PICKING

Figura 52 - Exemplo de uma lista de arrumação

ANEXO 2 - EXEMPLO DE UM PLANO DE PICKING SEMANAL



CaetanoBus

PLANO PCK SEMANAL
LINHA 2

POSTO	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
	12/set	13/set	14/set	15/set	16/set
ESTRUTURAS					
S13.MONT		F223017014	F223017015		F223017016
G02.01.2		F223017014	F223017015		F223017016
G02.02.2		F223017014	F223017015		F223017016
G02.06.2		F223017010	F223017013		F223017012
G07.01.0		F223017010	F223017013		F223017012
G18.E2.0		F223017010	F223017013		F223017012
G02.07.2			F223017010		F223017013
G02.08.2		F213055046			F223017010
G02.09.2		F213055045	F213055046		
G07.E2.0					
G02.10.2		F213055044	F213055045		F213055046
ACABAMENTOS					
G06.01.2		F223017029	F213055041		F213055042
G06.02.2		F223017020	F223017029		F213055041
G06.03.2		F223017025	F223017020		F223017029
G06.04.2		F223017028	F223017025		F223017020
G07.A2.0		F223017028	F223017025		F223017020
G06.05.2		F223017026	F223017028		F223017025
G76.01.2					

G07.A2.0


Figura 53 - Exemplo de um plano de picking semanal

ANEXO 3 - EXEMPLO DE UMA LISTA DE PICKING

Disponibilização do material		Elementos reabastecim.		Pág. 1			
Página: 1 /4 Autor: CBGA3574 Tiago Gonçalves Data impr.: 13.09.2022 16:35:34 Elemento PEP: F223204028 COBUS 3002 Havas Turquia 028 Posto: G03.09..3 Data necessidade: 15.09.2022 Nº linhas pck: 45							
DepOrigem	Material	Texto breve de material	QtddCobDi	Qttd.Falta	UM	GrpMerExt	Nºreser.
1.10.1A3	53606101	REVEST INT CONJ FRISOS PAL503	1		PC	PICKING	232919
1.10.1A3	53606201	REVEST INT CONJ FRISOS PAL131	1		PC	PICKING	232919
1.10.1A4	53604001	REVEST INT FRISO REMATE ABS PAL 133	1		PC	PICKING	232919
3.01.4E7	59120448	REVEST INT-PERFIL PAL 133	2		PC	PICKING	232919
3.01.4G8	59119939	MONTE PARTES-REMATE CANTOS FAROIS FR	2		PC	PICKING	232919
3.10.1C5	51992101	PARTE INT-TAMPA BATER MÓVEL	1		PC	PICKING	232919
3.10.2B1	53511001	PARTES INT-SUPORTE FORRA SUP FR	1		PC	PICKING	232919
3.10.3B6	53604101	REVEST INT FRISO REMATE ABS PAL 131	1		PC	PICKING	232919
3.10.4A1	70034742	JOELHO "y" PLIMAT REF 01 05 1345 050	2		PC	PICKING	232919
3.20.1C2	49104155	TAMPA LAT-VEIO GUIA CABO	2		PC	PICKING	232919
3.20.1E3	47402801	TAMPA LAT LIMITAD.CABO 2MM R 21215250450	4		PC	PICKING	232919
3.20.3A3	41387602	TAMPA LAT-Suporte Tirante Fix.Tampas	8		PC	PICKING	232919
3.20.3B11	53585702	MONTE PARTES-CH REMATE FIBRA INT SUP	1		PC	PICKING	232919
3.20.3B5	53585701	MONTE PARTES-CH REMATE FIBRA INT SUP	1		PC	PICKING	232919

Figura 54 - Exemplo de uma lista de picking

ANEXO 4– EXEMPLO DE UM RELATÓRIO FECHO DE *CORTE*

 Caetano Bus

Relatório Fecho de Corte

Posto	Código Material	Descrição	Causa-Raiz	Data	PEP	Qtd	Notas
S16.MD.0	207229	TUBO AL.40X20X2 D.012002	DEP - Melhoría de Proc...	2022-09-09	Obras10	26	Moldes e Meios Diversos EBF. Rul Jesus Ovar.

Fornecedor
SERAFIM MARQUES LDA

Entregue por: _____

Recebido por: _____

Fechado por: Mariana Ribeiro

Data e Hora de Fecho: 2022-09-19 11:30:24


Powered by 

Figura 55 - Exemplo de um relatório de fecho de *corte*

ANEXO 5 – KAIZEN DA PROPOSTA IMPLEMENTADA




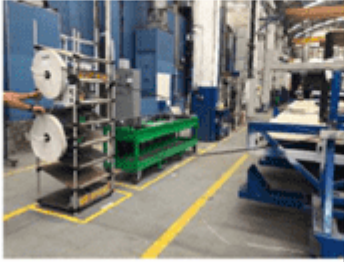
 		PILARES DO KAIZEN Qual Custo Prodi Ambie Segur Cresc Oculu 1 2 10							Nº22.635
KAIZEN DIÁRIO TEMA: Ergonomia e melhoria de processo									DATA: Agosto 2022
									PIVOT:
									MODELO/ROTIN
ANTES	DEPOIS	9 MUDA							Benefícios
Descrição do problema e da situação atual (caso e causa) *Anteriormente os rolos eram colocados no chão, o que provocava um risco de segurança já que a fita do rolo ficava espalhada pelo chão e o colaborador tropeçava. *Eram necessários dois colaboradores para unir as fitas, um desenrolava a fita e o outro esticava a mesma. * O tempo de execução é de 17 min.	Descrição da solução implementada (contramedida) *Atualmente os rolos são colocados no suporte, as fitas são unidas com o auxílio de uma guia, não há fita no chão, evitando assim que o colaborador possa tropeçar e cair. *A execução da tarefa foi reduzida para um colaborador. * O tempo de execução da tarefa agora é de 8,5 min.	Produg Stock Itens Process Nivelm Transp Defeito Human Design							
Foto / Imagem / Croqui / layout (Antes)		Foto / Imagem / Croqui / layout (Depois)		Verificação e Avaliação dos Resultados					
				Antes: - Nivel de Risco = $(6 \times 2) \times 25 = 300$ Nivel de intervenção II, (Risco não aceitável) - Tempo da tarefa = 17 min. Depois: - Nivel de Risco = $(2 \times 1) \times 25 = 50$ Nivel de intervenção III, (Risco Tolerável / Aceitável) Tempo da tarefa = 8,5 min					
								Ganho unitário (custos, tempo, niv. risco, COVs, m ² , etc) Níveis Risco -250 pontos II → III Tempo(min) 8,5 min Participantes 4 Dep Yokoten Linha/Dep 2 Modelos	
								Pontos 13 Kaizen Prata Aprovador: Direção (Manager) Data aprovação: 29/08/2022	

Figura 56 - Kaizen da proposta implementada