



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Rui José Miranda Silva

**ANÁLISE DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE  
ENCOMENDAS EM AMBIENTE DE LOJA**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial  
orientada pelo Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz e  
apresentada ao departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Coimbra**

Setembro de 2022



• U



C •

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

## **Análise do processo de separação de encomendas em ambiente de loja**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

## **Analysis of the order picking process in a store environment**

Autor

**Rui José Miranda Silva**

Orientador

**Samuel de Oliveira Moniz**

Júri

Presidente	<b>Professor Doutor Luís Ferreira</b> <b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b> <b>Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz</b>
Vogais	<b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b> <b>Professor Doutor Paulo Joaquim Antunes Vaz</b> <b>Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Viseu</b>
Orientador	<b>Professor Doutor Samuel Moniz</b> <b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b>

Colaboração Institucional

---



Leroy Merlin Portugal

Coimbra, Setembro, 2022

“Strenght doesn’t come from what you can do. It comes from overcoming the things you once thought you couldn’t.”

[Rikki Rogers.]

## Agradecimentos

Aos meus pais, à minha namorada e a toda a minha família que foram incansáveis durante toda a realização deste relatório e, sem eles, teria sido impossível a realização do mesmo.

Deixo também um agradecimento a toda equipa de logística do *Leroy Merlin*, por me terem integrado no grupo e por me ajudarem em tudo o que fui necessitando durante a realização do meu estágio.

Por fim, agradecer ao melhor grupo de amigos que a universidade me deu, por terem feito destes últimos 5 anos os melhores anos da minha vida.

Um sincero e sentido obrigado a todos.

## Resumo

A indústria enfrenta, atualmente, uma fase de grande mudança e competitividade, sendo necessárias novas formas de gerar valor para o cliente. Esta competitividade obriga as empresas a apostar na melhoria contínua dos seus sistemas logísticos, pois só assim, alcançarão o sucesso pretendido. Perante isto, o *Leroy Merlin* decidiu dar mais um passo no seu desenvolvimento, com a criação de um projeto cujo objetivo é realizar entregas ao domicílio no dia seguinte à compra do produto (*Next Day Delivery*).

O objetivo deste relatório é a análise do processo de *order-picking* dentro da loja, de forma a encontrar formas de desperdício e as suas causas, propondo sugestões de melhoria que tornem o processo mais rápido e eficiente. Através da divisão do processo em três fases (*setup*, deslocamentos e *picking*), foi possível analisar cada uma individualmente, facilitando a identificação das causas que poderiam estar associadas a desperdícios no processo. De forma a melhorar a fase de deslocamentos, foi testada a metodologia *zone-picking*.

A implementação do *zone picking* resultou numa redução de cerca de 40% das deslocações que os *pickers* fazem durante as suas rotas. No entanto, o dispositivo de separação não estava otimizado para esta metodologia, resultando no aumento dos tempos de *setup*. A análise à fase de *setup* revelou-se crucial para a apresentação de melhorias que irão diminuir esses tempos, tornando esta metodologia a melhor para a empresa.

Relativamente à fase de *picking*, que é considerado o *bottleneck* deste processo, foi realizada uma análise de variabilidade de forma a perceber qual o campo de ação a atuar para agilizar esta fase do processo. Através da introdução de novos tipos de *stock*, criar-se-á uma maior diferenciação e assim, as indecisões do *picker* serão dissipadas, prevendo-se uma menor variabilidade do processo e uma redução do tempo médio despendido em cada linha.

Por fim, foram agregadas todas as sugestões de melhoria, resultando num aumento de capacidade do processo em cerca de 33%.

**Palavras-chave:** *Order-picking; Zone-Picking; Análise à Variabilidade; Desperdícios; Filosofia Lean.*

## Abstract

The industry is currently facing a period of significant change and competitiveness, requiring new ways to generate value for the customer. This competitiveness forces companies to invest in the continuous improvement of their logistics systems in order to achieve the desired success. With that in mind, Leroy Merlin decided to take another step in its development, with the creation of a project whose goal is to make home deliveries the day after the purchase of the product (Next Day Delivery).

The objective of this report is to analyze the order-picking process within the store, in order to find forms of waste and their causes, proposing suggestions for improvement that will make the process faster and more efficient. By dividing the process into three phases (setup, moving, and picking), it was possible to analyze each one individually, making it easier to identify the causes that could be associated with waste in the process. In order to improve the moving phase, the zone-picking methodology was tested.

The implementation of zone picking resulted in a reduction of about 40% of the dislocations that the pickers make during their routes. However, the picking device was not optimized for this methodology, resulting in increased setup times. The analysis of the setup phase proved to be crucial for the presentation of improvements that will decrease these times, making this methodology the best one for the company.

Regarding the picking phase, which was considered the bottleneck of this process, a variability analysis was performed in order to understand what field of action should be taken to streamline in this phase of the process. Through the introduction of new types of stock, a greater differentiation will be created, thus, the picker's indecisions will be dissipated, foreseeing a lower variability of the process and a reduction of the average time spent on each line.

Finally, all suggestions for improvement were aggregated, resulting in an increase in process capacity of about 33%.

**Keywords** Order-picking; Zone-Picking; Variability Analysis; Waste; Lean Philosophy.

## Índice

Índice de Figuras .....	ix
Índice de Tabelas .....	xi
Siglas .....	xii
1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivo .....	3
1.3. Metodologia .....	4
1.4. Estrutura do relatório .....	4
2. Revisão da Literatura .....	6
2.1. Logística e a Cadeia de Abastecimento .....	6
2.2. <i>Order Picking</i> .....	8
2.2.1. <i>Routing</i> .....	9
2.2.2. <i>Zone Picking</i> .....	13
2.2.3. <i>Order Batching</i> .....	13
2.3. Filosofia <i>Lean</i> .....	15
2.3.1. Desperdício (“Muda”) .....	17
2.4. <i>Six Sigma</i> .....	19
2.5. <i>Lean Six Sigma</i> .....	20
3. Apresentação da Empresa .....	22
3.1. História .....	22
3.2. Valores da empresa .....	22
3.3. Lojas em Portugal .....	22
3.4. Loja de Braga .....	23
3.4.1. Logística da Loja .....	23
3.4.2. Layout da loja .....	23
3.4.3. Layout do armazém .....	25
3.4.4. Tipologia de Vendas .....	27
3.4.5. Ciclo de Vida dos Produtos .....	27
4. Descrição e Análise do processo de Separação atual .....	30
4.1. Equipa de <i>Pickers</i> .....	34
4.2. <i>Takt time</i> do processo .....	35
4.3. Processo atual – Separação por pedido .....	37
4.4. Medição do Processo .....	39
4.5. Problemas no processo .....	44
5. Propostas de Melhoria .....	45
5.1. Proposta de melhoria nos deslocamentos .....	45
5.1.1. Introdução ao <i>zone picking</i> e <i>sort-while pick</i> .....	45
5.1.2. Processo de separação por secção .....	46
5.1.3. Implementação .....	49

5.1.4. Medição .....	50
5.2. Propostas de Melhoria - Fase de <i>Setup</i> .....	52
5.3. Fase de <i>Picking</i> .....	54
6. Análise de Resultados .....	60
6.1. Análise de resultados .....	60
6.1.1. Separação por pedido .....	60
6.1.2. Separação por secção .....	62
6.1.3. Comparação de processos .....	62
6.2. Análise de Cenários e Sensibilidade .....	68
6.2.1. Variação dos tempos de <i>setup</i> .....	68
6.2.2. Análise aos tempos de <i>picking</i> .....	69
6.2.3. Três fases do processo otimizadas .....	71
7. Conclusão .....	76
Referências Bibliográficas .....	80

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Heurística <i>S. Shape</i> (Roodbergen (2001)).....	10
Figura 2. Heurística <i>Return</i> (Roodbergen (2001)).....	11
Figura 3. Heurística <i>Midpoint</i> (Roodbergen (2001)).....	11
Figura 4. Heurística <i>Largest Gap</i> (Roodbergen (2001)) .....	12
Figura 5. Heurística <i>Combined</i> (Roodbergen (2001)).....	13
Figura 6. Diferenciação dos tipos de atividades no processo produtivo. Fonte: Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras, 2009.....	17
Figura 7. Os 7 tipos de desperdício. Fonte: The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries, 2005 .....	18
Figura 8. Origem da vantagem competitiva das 3 filosofias. Fonte: <i>The integration of lean management and Six Sigma</i> , 2005.....	21
Figura 9. <i>Layout</i> da loja.....	24
Figura 10. <i>Layout</i> do armazém.....	26
Figura 11. Ciclo de Vida dos Produtos.....	29
Figura 12. Menu do programa Localiza .....	30
Figura 13. Lista de pedidos .....	31
Figura 14. Filtro de pedidos c/EAD .....	31
Figura 15. Filtro dos pedidos s/EAD .....	32
Figura 16. Opção "Separação por secção".....	32
Figura 17. Filtros da "Separação por secção".....	33
Figura 18. Linhas criadas para separação por mês .....	35
Figura 19. Linhas criadas por dia em cada mês.....	36
Figura 20. Processo de separação (atual).....	38
Figura 21. Fase "Investigar situação" .....	39
Figura 22. Processo de separação por secção .....	48
Figura 23. Fase de "Investigar a situação" .....	49
Figura 24. Carta de Controlo da fase de picking .....	56
Figura 25. Processo de separação por pedido com diferenciação de stocks.....	58
Figura 26. Processo de separação por secção com diferenciação de stocks.....	59
Figura 27. Rota do <i>picker</i> utilizando a separação por pedido .....	64

Figura 28. Rota do <i>picker</i> utilizando a separação por secção .....	65
Figura 29. Carta de Controlo das linhas separadas .....	71

---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. <i>Takt time</i> para cada mês.....	37
Tabela 2. Dados da medição da amostra .....	40
Tabela 3. Número de linhas analisadas por secção .....	40
Tabela 4. Tempos médios por linha.....	41
Tabela 5. Tempo médio por linha em cada secção.....	42
Tabela 6. Número médio de colaboradores diários para igualar a procura à oferta.....	43
Tabela 7. Dados da medição da amostra da separação por secção.....	50
Tabela 8. Número de linhas analisadas por secção .....	51
Tabela 9. Tempo médio de cada fase do processo de separação por secção.....	51
Tabela 10. Tempo médio por linha analisada separação por secção .....	52
Tabela 11. Divisão de folgas com 4 colaboradores na equipa.....	62
Tabela 12. Comparação tempos médios por linha entre ambos os processos .....	63
Tabela 13. Deslocamentos por pedido.....	65
Tabela 14. Deslocamentos por secção .....	66
Tabela 15. Comparação dos tempos de cada fase dos processos .....	67
Tabela 16. Comparação do tempo da fase de <i>picking</i> entre as linhas separadas e a totalidade das linhas .....	70
Tabela 17. Número de colaboradores necessário para a procura mensal com o processo melhorado.....	73
Tabela 18. Comparação entre os valores do processo atual e os valores com as melhorias implementadas.....	73
Tabela 19. Capacidade vs Procura de linhas analisadas.....	75

## **Siglas**

EAD – Entrega ao domicílio

NDD – *Next Day Delievery*

OB – *Order Batching*

PC – Pedido Cliente

RM – Receção de Mercadorias

RSS – Reserva sobre *stock*

SD – Stock Dedicado

SKU – *Stock-Keeping Unity*

TPS – *Toyota Production System*

WMS – *Warehouse Management System*

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento

Nos últimos anos, a Internet tem estado cada vez mais presente nas nossas vidas, sendo parte integrante de tudo o que fazemos diariamente. Como as pessoas estão sempre bastante ocupadas com as suas tarefas, deslocar-se a um banco para realizar transações ou ir regularmente ao hipermercado comprar bens essenciais torna-se difícil e demorado (Alkhalifah et al., 2021).

Surge assim o *E-commerce*, que representa todo o tipo de comercialização de bens comerciais através de dispositivos eletrónicos. O *E-commerce* facilita todo o processo de compra e venda, ajudando as pessoas a poupar tempo e a tornar as suas vidas mais confortáveis, assegurando-as com mais e melhores opções, disponíveis 24 horas por dia (Alkhalifah et al., 2021).

Este crescimento acentuou-se ainda mais devido à pandemia do Covid-19, uma vez que as medidas restritivas para controlar a propagação do vírus geraram um enorme aumento da procura pelo *E-commerce* (Vitale et al., 2020). Segundo o relatório dos CTT, foi reportado em Portugal um crescimento de 46% das vendas *online*, atingindo um valor total de 4.4 mil milhões de euros (Correios de Portugal, 2020).

De acordo com os dados do *Dashboard* corporativo do *Leroy Merlin*, em 2019 a quota de mercado de vendas online representava apenas 0.81% de todas as vendas, contabilizando um total de 6.6 milhões de euros. Em 2020, com o início da pandemia e com todas as restrições implementadas, a quota de mercado das vendas online passou para 2.91%, ou seja, um aumento de quase 260% deste tipo de vendas, perfazendo um total de 24.5 milhões de euros. Já em 2021, esta evolução continuou a fazer-se sentir, com os resultados a indicarem uma quota de mercado de 3.81%, resultando em 36.1 milhões de euros originários desta modalidade de venda.

Estudos de investigação, em diferentes regiões do mundo, reportam que os clientes que adotaram o processo de compra online, não irão voltar a realizar as suas compras exclusivamente de modo presencial quando a pandemia terminar, sendo que este novo modo veio para ficar (Kumar et al., 2021). Os dados obtidos pelo *Leroy Merlin* comprovam isso

mesmo. Perante isto, este aumento da procura por oportunidades de compra diversificadas está a forçar as empresas a aprimorar constantemente as suas estratégias na cadeia de abastecimento para satisfazer as necessidades dos clientes (Schubert et al., 2021).

Na modalidade do *E-commerce*, características típicas podem ser sumarizadas como pedidos pequenos, padrões de chegada de pedidos inesperados e irregulares, picos de procura sazonais e principalmente altas expectativas do nível de serviço. Deste modo, o Sistema de Gestão de Armazém (*Warehouse Management System*, WMS) tradicional não consegue responder apropriadamente e de forma eficiente às operações nas circunstâncias atuais, sendo que será necessário melhorar o sistema de forma a manter os seus processos a decorrer de forma eficiente. O conhecimento, a aplicação de operações de pesquisa e métodos analíticos efetivos têm uma significância vital para melhorar as capacidades do WMS, de modo a adaptar e ir de encontro com o crescimento do *E-commerce* (Liang et al., 2020).

Esta globalização do *E-commerce* faz com que os clientes exijam cada vez mais e melhores condições, como por exemplo, menores tempos de entrega ao domicílio. Os clientes não estão dispostos a esperarem muito tempo pelas suas encomendas, e querem receber as mesmas o mais rapidamente possível. Ou seja, um maior tempo de entrega traduz num maior número de clientes desapontados (Kumar et al., 2021). Os retalhistas devem enfrentar esta evolução e conseguir ir de encontro com o crescimento da expectativa dos clientes, sendo a redução de tempos de entrega uma das mais desafiantes (Schubert et al., 2021).

O *order picking* é uma função do armazém que trata da retirada de produtos do seu local de armazenamento de modo a satisfazer a procura específica de um cliente. Esta função é bastante importante. O *order picking* surge devido ao facto dos itens que são rececionados e armazenados em cargas unitárias (grande volume), enquanto os clientes procuram pequenos volumes (ou seja, cargas menores que as unidades rececionadas) de vários tipos de artigos. Por um lado, um mau desempenho na separação dos pedidos pode resultar num baixo nível de serviço ao cliente (por exemplo, longos prazos de processamentos e entrega, separação de produtos errados, entre outros); por outro, pode levar a custos desnecessariamente altos (por exemplo, excesso de mão de obra, custos de envio adicionais e/ou de emergência, entre outros). Ambos os aspetos podem ter um impacto negativo na competitividade do armazém (Henn & Wäscher, 2012). Desta forma, o *order*

*picking* é um processo muito dispendioso e deve ser executado da maneira mais eficiente possível (Cergibozan & Tasan, 2020).

Tratar de um grande número de pedidos num período de tempo reduzido coloca sob pressão as atividades logísticas da cadeia de abastecimento, ao mesmo tempo que a expectativa de entrega dos seus produtos vai aumentando com a globalização desta modalidade (Moons et al., 2019). Isto aumenta a tensão sentida no processo de separação de pedidos, a qual se destaca por ser a atividade mais demorada no armazém. Perante isto, não é surpreendente que haja um foco bastante considerável no que toca a pesquisas sobre a melhoria da eficiência no *order picking*, por exemplo, de de Koster et al. (2007). De acordo com de de Koster et al. (2007) e Gu et al. (2007), *order picking* é responsável por cerca de 55% dos custos operacionais. Dentro das atividades de *order picking*, tais como o *setup*, procurar, separar e deslocações, as deslocações são a porção mais dominante. Ou seja, minimizar as distâncias percorridas é o principal objetivo na melhoria da eficiência.

## **1.2. Objetivo**

Como referido, a evolução sentida na forma como, atualmente, fazemos as nossas compras, está a mudar totalmente a forma como o sistema logístico das lojas precisa de operar para ir de encontro com as crescentes necessidades e exigências dos seus clientes. Perante isto, o *Leroy Merlin* decidiu dar mais um passo no seu desenvolvimento, com a criação de um projeto cujo objetivo é realizarem entregas ao domicílio no dia seguinte à compra do produto (*Next Day Delivery*) e, para o futuro, no mesmo dia (*Same Day Delivery*).

O projeto foi dividido e repartido por diferentes lojas ao longo do país, com o intuito das lojas aderentes a este projeto criarem um manual de serviços que será posteriormente entregue a todas as restantes lojas do país, com toda a informação necessária para a implementação desta nova modalidade de compras por todo o país.

Este projeto de dissertação tem como objetivo fazer uma análise a um dos processos que serão inseridos no manual, o processo de separação da loja. Esta nova tipologia de vendas vem desafiar a capacidade de resposta da logística, uma vez que existe menos tempo para realizar os processos que ocorrem desde que o cliente realiza a compra até a receber em casa. Por essa razão, é importante fazer uma análise completa ao processo

de separação na loja, perceber quais são os maiores problemas associados e procurar melhorá-lo através de técnicas desenvolvidas durante o curso e através da literatura revista.

Os resultados da análise deste processo têm como objetivo a uniformização do mesmo, de modo a não só expor o mesmo detalhadamente no manual de serviços em desenvolvimento, como também para traçar e definir os passos a seguir pelos colaboradores, de modo a tornar os processos mais claros e sem suscitar dúvidas aquando da sua realização.

### **1.3. Metodologia**

Para a realização deste projeto, a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento está dividida em diferentes fases:

1. Conhecimento e caracterização da empresa, do sistema logístico da loja, das suas infraestruturas e do ciclo de vida dos produtos dentro da loja. Observação do processo de separação e identificação de problemas;
2. Revisão da Literatura sobre temas pertinentes para o projeto e para o processo em análise;
3. Caracterização e medição do processo atual;
4. Identificação de propostas de melhoria ao processo e implementação e medição das mesmas;
5. Análise das melhorias, comparando os valores do antes e do depois e verificar se realmente existem melhorias associadas às propostas de melhoria.

### **1.4. Estrutura do relatório**

Esta dissertação está dividida em 7 capítulos. No capítulo 1 é apresentada uma introdução do projeto, fazendo um enquadramento do tema a desenvolver, os objetivos para este projeto, a metodologia que será utilizada no desenvolvimento do mesmo e uma descrição da estrutura do relatório.

No capítulo 2 será realizada uma revisão do estado da arte, onde serão abordados temas importantes para a realização do projeto, tais como o *order picking* e ferramentas da filosofia *Lean* e uma revisão sobre o conceito *Six Sigma*.

No capítulo 3, será apresentada a empresa na qual este projeto será realizado, começando por um breve contexto histórico. De seguida, uma apresentação do sistema

logístico da loja na qual o projeto será conduzido, as equipas que irão compor esse mesmo sistema, as infraestruturas e o ciclo de vida da mercadoria dentro da loja.

O capítulo 4 será dedicado ao processo de separação atual praticado na loja. Será feita a sua descrição pormenorizada, a sua medição e a análise aos maiores problemas deste processo.

No capítulo 5, serão apresentadas propostas de melhoria para cada fase do processo de separação, e a implementação na loja de uma das melhorias propostas. Será apresentada uma nova tipologia de separação, baseada na literatura e nas condições da empresa, e será feita a medição do processo.

No capítulo 6 será realizada uma análise aos resultados obtidos nas duas medições e será feita uma comparação entre os dois processos, de modo a perceber qual o processo mais favorável para a empresa atualmente e para o futuro. Será também conduzida uma análise na qual se calculará uma estimativa do melhor resultado possível para o processo mediante as propostas de melhoria sugeridas.

Por fim, o capítulo 7 apresentará as principais conclusões referentes ao desenvolvimento do trabalho e aos resultados obtidos, assim como algumas recomendações para a empresa.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Logística e a Cadeia de Abastecimento**

De modo a diferenciarem-se da competição relativamente ao nível de serviço ao cliente, os armazéns assumem compras realizadas cada vez mais tarde, providenciando entregas rápidas e atempadas. Esta evolução leva a que exista um menor tempo para separar e processar todo o pedido (van Gils et al., 2018). Os pedidos apresentam cada vez mais uma maior variedade na seleção dos produtos, optando por pedidos mais pequenos e menores tempos de resposta (Li, 2007). Esta mudança de paradigma e a grande competitividade do mercado desafia a eficiência no atendimento dos pedidos dentro do armazém.

A cadeia de abastecimento tem como principal objetivo satisfazer as necessidades dos clientes, e, em simultâneo, maximizar a rentabilidade e, consequentemente, a criação de lucros. De acordo com a literatura, os processos da cadeia de abastecimento começam quando um cliente realiza a sua encomenda e terminam quando o cliente recebe o produto ou serviço. No entanto, “cadeia de abastecimento” é um conceito muito mais amplo, podendo englobar processos dedicados à escolha dos melhores fornecedores dum produto ou serviço, analisando a melhor relação preço/ qualidade de forma a satisfazer a necessidade e os objetivos do cliente. Em relação a produtos defeituosos ou fora da especificação, o cliente poderá proceder a uma devolução, originando uma sequência de atividades no sentido inverso, conhecida como logística reversa (Chopra, S. & Meindl, P., 2011)

No que toca a decisões referentes à gestão da cadeia de abastecimento, deverá ter-se atenção a todos os intervenientes no processo, desde produtos, fornecedores, transportadores, pessoal do armazém, retalhistas e, obviamente, o cliente. Fatores como o atendimento ao cliente, marketing, desenvolvimento de novos produtos, distribuição e o financiamento também devem ser incluídos na tomada de decisões (Lambert et al., 1998).

A nível operacional, um armazém possui três funções principais: o movimento do material, o seu armazenamento e o fluxo de informações. A função movimento consiste nas atividades de receção de mercadorias, o que inclui o descarregamento de produtos,

atualização dos registos e inspeção. As atividades de transferência e armazenamento são referentes à movimentação do produto até ao local onde será armazenado, podendo também incluir a reembalagem; processo de recolha de pedidos, que é considerada a principal atividade dentro de um armazém, uma vez que é responsável pela correta obtenção de produtos referentes ao pedido do cliente; processo de classificação de pedidos, para quando os pedidos são recolhidos por lotes; processo de *crossdocking* que acontece quando os pedidos são transferidos para os centros de distribuição. Existe também atividades referentes à transferência de informações, que são essenciais para auxiliar na gestão das decisões do armazém, podendo envolver níveis de *stock*, locais para manutenção de *stock*, dados do cliente, informações sobre entrada e saída de produtos, entre outros (Tompkins et al., 2010).

Devido à extrema importância que o processo de *picking* possui nos custos operacionais logísticos e no nível de serviço oferecido ao cliente, a decisão de implementação de um sistema de separação de pedidos adequado é uma decisão estratégica que envolve uma grande responsabilidade (Marchet et al., 2014).

Dentro destas atividades, o *order picking* é a atividade que consome mais tempo em armazéns com sistemas manuais (R. de Koster et al., 2007) podendo ser responsável por cerca de 55% dos custos operacionais (Chiang et al., 2011).

De acordo com estudos anteriores, foram usados 4 métodos para reduzir os tempos ou distância das deslocações: determinação apropriada de uma rota de *order picking*; associar zonas ao armazém para facilitar o *picking*; designar produtos em localizações estratégicas; associar pedidos a um grupo de pedidos (Chiang et al., 2011). Apesar do estudo sobre alocação dos produtos no armazém ser bastante abrangente e ter um papel importante na eficiência das atividades, é algo que não vai ser abordado neste trabalho, uma vez que estamos a referir-nos a uma loja e os produtos já estão alocados estrategicamente para os clientes que decidem efetuar as suas compras presencialmente, recorrendo a técnicas de venda e de marketing avançadas, sendo que uma alteração dos locais de certos produtos não é uma das medidas a testar.

Devido a ser uma operação de trabalho intensivo e bastante variável, uma vez que há sempre pedidos com artigos diferentes, *order picking* pode se tornar o *bottleneck* a nível temporal no que toca a satisfazer os pedidos dos clientes (Chiang et al., 2011).

## **2.2. Order Picking**

*Order picking* é o processo da separação de itens quer seja da loja, quer seja do armazém em resposta a um pedido específico de um cliente. Este processo envolve as fases de agrupamento e agendamento dos pedidos dos clientes, designando o *stock* e a localização para cada linha do pedido, atribuir *stock* a ser separado e a sua localização, a separação dos artigos da localização original e a retirada dos pedidos. Pedidos de clientes consistem em linhas de pedidos, cada linha para um produto único ou *stock keeping unit* (SKU), com a quantidade desejada (R. de Koster et al., 2007).

O armazém assume a responsabilidade de garantir que exista *stock* dos artigos necessários para atender às necessidades dos clientes num menor intervalo de tempo possível. Os principais objetivos na implementação de um sistema de *order picking* envolvem maximizar o nível de serviço prestado ao cliente, minimizar a média das distâncias percorridas nos trajetos de *picking* e minimizar os custos totais do processo (Bidgoli, 2010).

A equipa responsável pela gestão do armazém assume a responsabilidade de garantir a existência do *stock* necessário para atender às necessidades dos clientes no menor tempo possível.

De acordo com Dallari et al. (2008) a escolha do sistema de separação de encomendas é uma tarefa bastante complexa. É necessário ter em atenção aos produtos (desde a quantidade, tamanho, valor, embalagem, nível de *stock* e vendas), às encomendas de clientes (quantidades, tamanho e número de linhas de encomendas), às diferentes áreas funcionais (áreas específicas de separação de encomendas, produtos com alta ou baixa rotação), às combinações diferentes de tipos de equipamentos e políticas operacionais para cada uma das áreas funcionais (escolher por encomenda ou selecionar por item).

Na tomada de decisão do tipo de sistema de *picking*, do nível de automação e os principais sistemas de tecnologia de informação e comunicação de suporte às atividades de *picking*, as decisões são definidas com o objetivo de assegurar um certo grau de flexibilidade, implementando sistemas que tenham a facilidade de se expandirem e de se adaptarem ao contexto operacional que está sempre em constante evolução. Os sistemas devem ter a capacidade de se ajustar às variações de volume de *picking*, número de linhas e solicitações de novos requisitos (Marchet et al., 2014).

De acordo com de Koster et al. (2007) sistemas de *order-picking* podem ser distinguidos mediante a utilização de recursos humanos ou de máquinas durante o processo. A maioria dos armazéns contratam mão-de-obra humana para realizar este processo. Dentro deste sistema manual, o sistema *picker-to-parts*, no qual o *picker* se desloca dentro do armazém até ao local do artigo a ser separado é o mais utilizado.

De acordo com Tompkins et al. (2010) o tempo que um *picker* precisa para separar todos os artigos de um *batch* (*batch processing time*) pode ser dividido em quatro fases:

1. Tempo de *setup*, ou seja, o tempo que é necessário para preparar a rota;
2. Tempo de pesquisa, isto é, o tempo necessário para o *picker* encontrar o item correto no local de separação;
3. Tempo de *picking*, que traduz o tempo de retirar fisicamente o artigo da prateleira e colocá-lo de volta no carrinho;
4. Tempo de viagem, ou seja, o tempo que é utilizado para deslocações desde o ponto de partida até ao primeiro ponto de recolha, entre dois pontos de recolha e entre o último ponto de recolha de volta até ao ponto de partida.

De Koster et al. (2007) distingue também dois tipos de sistemas *picker-to-parts*: sistemas de separação *low-level* e *high-level*. No primeiro conceito, o *picker* realiza a separação do material proveniente de prateleiras ou *racks*, enquanto viaja ao longo dos corredores do armazém. O segundo conceito envolve a separação de material localizado em zonas mais altas, na qual o *picker* realiza o seu trajeto conduzindo uma empilhadora ou outra máquina para o efeito.

### **2.2.1. Routing**

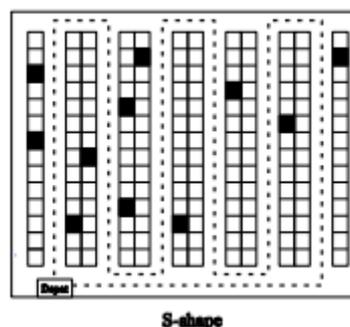
O *Routing* dos *pickers* baseia-se em determinar uma sequência de produtos que devem ser separados do armazém. O objetivo comum em problemas de roteamento é desenvolver um método que seja capaz de gerar rotas que sejam o mais curtas possíveis. No entanto, existem outras considerações. Pode ser aconselhável manter em mente que o *picker* tem de realizar efetivamente a rota, sendo que deve ser determinada de uma maneira fácil de entender.

O planeamento das rotas pode ser abordado de duas maneiras diferentes. A primeira prende-se com métodos que determinam o menor trajeto possível, os quais se designam por algoritmos ideais. A segunda abordagem está relacionada com o uso de

heurísticas de roteamento, que são métodos que determinam uma rota aplicável, não sendo necessariamente a rota mais curta. Os *pickers* devem seguir as instruções que lhes são dadas, sendo que se a rota não parecer lógica a quem a está a executar, os *pickers* podem acidentalmente fugir da rota, ou até mesmo sobrepor-se ao sistema e seguir pela direção que pensam que seja melhor, sendo que, esta ação afetará a performance do processo. Assim, uma rota que seja fácil de compreender pode aumentar a produtividade do *picker*.

#### 2.2.1.1. Heurística S-Shape

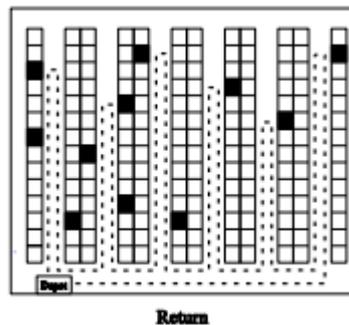
Todos os corredores que contenham produtos a ser separados são percorridos na sua totalidade. Os corredores que não têm produtos a separar são excluídos da rota, à exceção do último corredor da rota, ao qual o *picker* volta atrás e sai pelo lado que entrou (Dukic & Oluic, 2007). De acordo com Roodbergen (2001) esta heurística é provavelmente a mais frequentemente usada em armazéns (Figura 1).



**Figura 1.** Heurística S. Shape  
(Roodbergen (2001))

#### 2.2.1.2. Heurística Return

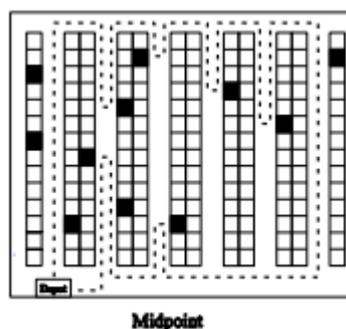
Nesta heurística, o *picker* entra no corredor para pegar no produto a separar e sai pelo mesmo lado (Figura 2).



**Figura 2.** Heurística *Return*  
(Roodbergen (2001))

### 2.2.1.3. Heurística *Midpoint*

Os corredores são basicamente divididos em duas metades. Produtos localizados na metade da frente do corredor são separados quando o *picker* entra pela frente, e os produtos da metade de trás são separados quando o *picker* acessa o corredor pelo lado de trás. Nesta heurística, só o primeiro e último corredor com itens a separar é que são percorridos na totalidade. Esta política de roteamento pode ser uma boa alternativa em relação ao *S-shape* quando apenas existe apenas, em média, um item a separar por corredor (Figura 3).

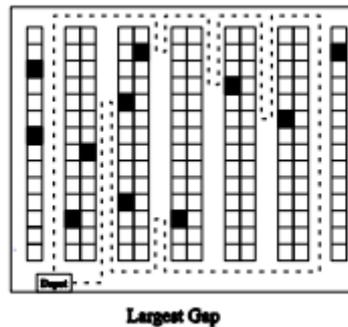


**Figura 3.** Heurística *Midpoint*  
(Roodbergen (2001))

### 2.2.1.4. Heurística *Largest Gap*

O *picker* entra no primeiro corredor e atravessa-o até ao fundo do armazém. Cada corredor subsequente é acessado mediante o “*largest gap*” e a saída é feita pelo mesmo lado que foi feita a entrada. Um *gap* representa a distância entre dois itens adjacentes, ou entre

corredores e o artigo mais próximo. O último corredor é atravessado totalmente e o *picker* regressa ao ponto de partida pelo corredor da frente, entrando novamente em cada subcorredor mediante o *largest gap*. Sendo assim, o *largest gap* é a parte do corredor que não é atravessada (Figura 4).



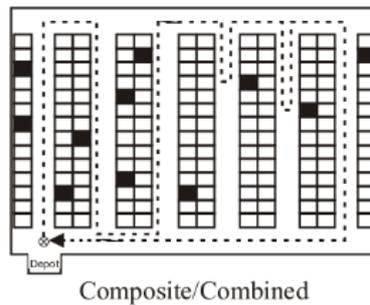
**Figura 4.** Heurística *Largest Gap*  
(Roodbergen (2001))

#### **2.2.1.5. Heurística *Composite***

Esta heurística combina características das heurísticas *S-Shape* e *Return*. Esta tipologia irá decidir para cada corredor individualmente se será mais benéfico atravessar o corredor totalmente ou regressar pelo mesmo sítio que acessou o corredor.

#### **2.2.1.6. Heurística *Combined***

Heurística na qual as rotas são parecidas com a heurística anterior. Todos os subcorredores com artigos para separar são visitados apenas uma vez. O percurso começa e acaba no ponto de partida (Figura 5).



**Figura 5.** Heurística *Combined*  
(Roodbergen (2001))

### 2.2.2. Zone Picking

Outra possibilidade é o *zone-picking*, na qual existe uma divisão do armazém de uma forma lógica, sendo que cada *picker* fica responsável pela sua zona. Dependendo da estratégia de *picking* utilizada, *zone picking* pode ser classificado em dois tipos: progressivo e sincronizado. O termo *wave picking* é usado quando pedidos com destino comum (por exemplo, expedição num tempo fixo para uma determinada transportadora) são libertados simultaneamente para serem separados em diferentes zonas do armazém. É usualmente combinado com o *batch picking*. Os *pickers* devem separar os produtos requisitados na sua zona, e a próxima recolha pode apenas começar quando a anterior estiver concluída (R. de Koster et al., 2007).

### 2.2.3. Order Batching

Operações de *order picking* podem ser categorizadas em *single-order picking* e *batch-order picking*. A primeira caracteriza-se por designar um *picker* a um pedido, o que é extremamente eficaz, no entanto, torna-se bastante ineficiente. Por outro lado, o *order batching* (OB) é caracterizado por agrupar um conjunto de pedidos e designar um *picker* para a sua separação. A sequência de *picking* depende apenas da experiência do *picker*, sendo que *pickers* diferentes, com o mesmo conjunto de pedidos, podem optar por uma sequência diferente de separação, como separar por pedido ou separar por secção.

Na prática, o OB é um desafio bastante complexo, sendo que o uso de heurísticas é essencial. Heurísticas para o problema de OB podem ser distinguidas em quatro grupos: *priority rule-based algorithms*, *seed algorithms*, *saving algorithms* e meta heurísticas (Henn & Wäscher, 2012). Os primeiros três grupos contêm abordagens de um tipo mais construtivo, enquanto

que abordagens meta heurísticas apresentam abordagens maioritariamente relacionadas com melhoria.

#### **2.2.3.1. Priority rule-based algorithms**

De acordo com Wäscher (2004), esta metodologia atribui um valor de prioridade a cada pedido. De seguida, mediante a ordem definida segundo a prioridade, os pedidos são atribuídos um de cada vez em grupos (pedidos de separação) de tal forma que o limite de capacidade não seja ultrapassado. A abordagem para a composição dos grupos pode ser feita através:

**Next-Fit** – os grupos são preenchidos mediante a ordem resultante dada pelo valor de prioridades; sempre que a adição do próximo pedido ao grupo ultrapasse a restrição de capacidade, será criado um novo grupo de pedidos será criado;

**First-Fit** – os grupos são numerados na sequência na qual irão começar; o pedido será atribuído ao grupo com o número mais pequeno que tenha capacidade para o absorver;

**Best-Fit** – os grupos são numerados da mesma forma, sendo que o pedido será atribuído ao grupo que ficará com a menor capacidade disponível restante.

#### **2.2.3.2. Seed Algorithms**

Esta metodologia gera grupos sequencialmente, ou seja, um novo grupo não começa a ser formado até ao grupo atual estar concluído. De modo a formar um grupo, um pedido de cliente é selecionado como a “base” do grupo. Após a seleção, pedidos ainda não designados serão adicionados ao grupo até a capacidade restritiva ser atingida.

Para a seleção da base, de acordo com De Koster et al. (1999), existem bastantes possibilidades a abordar:

1. Um pedido aleatório;
2. O pedido com o artigo mais distante do ponto de partida;
3. O pedido com o maior número de corredores a ser visitado;
4. O pedido com o maior tempo de deslocamentos;
5. O pedido com maior amplitude de corredores (diferença absoluta entre o corredor das extremidades a serem visitados);
6. O pedido com o maior número de itens a separar.

Todas estas metodologias de seleção do pedido base podem ser aplicadas de duas maneiras distintas: de um modo único, onde o pedido é selecionado apenas uma vez, e de um modo cumulativo, no qual o pedido é renovado cada vez que um pedido é adicionado à rota (De Koster et al., 1999)

### 2.2.3.3. *Saving Algorithms*

De acordo com De Koster et al. (1999) estes algoritmos são baseados na poupança de tempo que possa ser obtido combinando dois pedidos em apenas uma rota, comparando com a situação em que ambos os pedidos são separados individualmente. A poupança  $p(i,j)$  em combinar os pedidos  $i$  e  $j$  em apenas uma rota é dada pela expressão  $p(i,j) = d(i) + d(j) - d(i,j)$ , sendo  $d$  a distância percorrida. Perante esta definição é possível concluir que o algoritmo de roteamento aplicado terá influência. Tanto os algoritmos *S-shape* como o *largest gap* são usados.

O par  $(i,j)$  de pedidos de cliente são ordenados por ordem decrescente. Resultante desta ordem, os pares serão examinados. Nesta fase, três situações devem ser consideradas:

- Nenhum dos pedidos  $i$  e  $j$  foi atribuído: neste caso, um novo grupo é criado, e  $i$  e  $j$  são atribuídos a esse grupo;

- Um dos pedidos  $i$  e  $j$  já tenha sido atribuído: o outro pedido será atribuído ao mesmo grupo se a capacidade restante o conseguir suportar. Caso contrário, outro grupo terá de ser analisado;

- Ambos os pedidos  $i$  e  $j$  já foram atribuídos: neste caso, o próximo par de pedidos será analisado.

No fim, podem existir pedidos que sobram e que não podem ser combinados entre si, devido à capacidade restritiva do dispositivo de *picking*. Cada um destes pedidos será designado a um grupo individual. Além disso, um novo cálculo da poupança cada vez que um ou dois pedidos sejam atribuídos a um grupo é provável que melhore a qualidade da solução do algoritmo (Wäscher, 2004).

## 2.3. Filosofia *Lean*

O *Toyoya Production System* (TPS) surgiu após a segunda guerra mundial, por parte dos engenheiros da *Toyota Motor Company*, Eiji Kiichiro e Taiichi Ohno, de forma a ultrapassar a falta de capacidade apresentada pelo sistema de produção em massa. A

conceção deste sistema foi iniciada, sendo atualmente conhecido como sistema *Lean*. O TPS nasce da necessidade de melhorar a autonomia e a sustentabilidade das organizações no seu processo evolutivo, forçando uma resolução contínua dos problemas pelos indivíduos da organização (Ohno, 1988).

*Lean* refere-se a um sistema de produção orientado para a aprendizagem da organização através de melhorias contínuas e tem como base “fazer mais com menos”. Desta forma, *Lean* visa a redução de variações e passos desnecessários no processo através da eliminação de desperdícios (Mrugalska & Wyrwicka, 2017). Esta filosofia é bastante pretendida pelas empresas que visam o aumento da produtividade e flexibilidade, ao mesmo tempo que garantem níveis de excelência aos seus clientes (Rother & Shook, 2003). O *Lean* permite também a criação de fluxos eficientes dentro da cadeia de valor, algo essencial em qualquer estratégia de melhoria da competitividade das empresas (Womack & Jones, 2003).

O aumento de popularidade dos princípios *Lean*, visando à redução de desperdícios, levou as empresas a traçar o valor dos seus produtos baseados no ponto de vista do cliente final, com o intuito de atender às suas necessidades a um preço e timing ideal (Womack & Jones, 2003). Surge, então, uma abordagem ao contexto de criação de valor, delineando a visão estratégica de acordo com as necessidades do cliente.

Hines et al. (2004) estimula a existência de um conceito *Lean* a dois níveis de modo a evitar que se confundam os conceitos de criação de valor e a simples eliminação do desperdício no processo. Esses níveis são: produção *Lean* cujo o foco é meramente operacional, e o pensamento *Lean* como dimensão estratégica da cadeia de valor. Esta diferenciação irá aperfeiçoar a aplicação das ferramentas e das estratégias certas, com o intuito de conseguir fornecer um serviço personalizado ao cliente.

De acordo com Melton (2005), a percepção que um processo já é eficiente é, em muitos casos, uma mera ilusão. Em termos funcionais, muitos processos podem aparentar serem eficientes, no entanto, a implementação do *Lean Thinking* força uma análise de toda a cadeia de abastecimento na qual o processo se insere, e esta análise, frequentemente, revela *bottlenecks* e pontos de ineficiência.

### 2.3.1. Desperdício (“Muda”)

A palavra japonesa “Muda” significa desperdício. De acordo com Melton (2005), desperdício considera-se todas as atividades do processo que não tragam valor ao cliente. A eliminação deste desperdício é que permite à empresa criar valor, otimizar os tempos de resposta e aumentar a qualidade do trabalho. Ohno (1988) também define desperdício como todas as atividades às quais o cliente não se encontra disposto a pagar.

De acordo com Pinto (2009) um processo pode, geralmente, apresentar até 95% de desperdício no tempo total de atividade. Embora a eliminação destas atividades representar um potencial enorme para o aumento da produtividade, é importante reconhecer que existem atividades que não geram valor, mas são inevitáveis, considerando a tecnologia e os recursos disponíveis. Os diferentes tipos de atividades podem ser visualizados na Figura 6.



**Figura 6.** Diferenciação dos tipos de atividades no processo produtivo. Fonte: Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras, 2009

De acordo com Ohno (1988), estas são as principais causas de desperdícios num processo:

- **Sobreprodução** – produtos fabricados sem cliente específico; Desenvolvimento de um produto, processo ou instalação que não acrescente valor;
- **Tempos de espera** – tempo que as pessoas, equipamento ou produtos têm de esperar até serem processados não acrescenta valor ao consumidor;

- **Transporte** – movimentar produtos para várias localizações; quando o produto se encontra em movimento este não pode ser processado, ou seja, não acrescenta valor ao consumidor;

- **Processos desnecessários** – um processo que não acrescenta valor ao consumidor;

- **Inventário** – Armazenamento de produtos ou matéria prima têm custos associados;

- **Movimentações** – Movimentações excessivas de operadores pelas instalações é um desperdício, sendo que, quando se encontram em movimento, estes não conseguem trabalhar no fabrico do produto; movimentações excessivas de informação e decisões;

- **Produção com defeitos** – erros que ocorrem durante o processo, podem levar a uma nova produção ou a trabalho adicional.

Eliminando estes desperdícios completamente irá melhorar, em grande margem, a eficiência do processo.



**Figura 7.** Os 7 tipos de desperdício. Fonte: The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries, 2005

Mais recentemente, foi atribuído mais um tipo de desperdício, passando a ter os “sete desperdícios mais um”, que é o **desperdício de talento**, ou seja, não aproveitar o potencial humano. Pode acontecer em situações nas quais a empresa tem trabalhadores com

grande conhecimento e boas capacidades, mas não estão a ser aproveitados por estarem a ocupar cargos com trabalhos bastante simples (Woinowsky, 2013).

Numa fase inicial, o desperdício pode ser facilmente identificado em todos os processos e estas alterações podem gerar grandes poupanças para a empresa. À medida que o processo evolui, a redução do desperdício será cada vez mais incremental à medida que a empresa se esforça de modo a alcançar um processo sem desperdício. A melhoria contínua é a base do *Lean Thinking* (Melton, 2005).

## **2.4. Six Sigma**

O *Six Sigma* é considerado um dos mais importantes desenvolvimentos na gestão da qualidade e na melhoria de processos. É uma metodologia e estratégia de negócios que visa o aumento da rentabilidade do mesmo através de melhorias na qualidade dos produtos ou serviços, satisfação do consumidor e produtividade (Garza-Reyes et al., 2010).

O termo sigma refere-se à letra do alfabeto grego ( $\sigma$ ) que representa o desvio padrão de uma amostra de dados, que, por sua vez representa uma estimativa da variação. De acordo com Perez-Wilson (2000), o sigma mede a variabilidade ou a não conformidade que existe num processo. Caso o valor de sigma seja baixo, significa que existe pouca variabilidade no processo e os seus valores estarão em conformidade.

A variabilidade é uma característica inerente a todos os processos, devido a dois principais tipos de causas, que são as causas comuns ou aleatórias ou causas especiais ou assinaláveis. O primeiro tipo é, na maior parte das vezes, insignificante, no entanto, ocorre com bastante frequência. O segundo tipo é caracterizado pela sua imprevisibilidade e, normalmente, é único, no entanto, tem capacidade suficiente para perturbar fortemente todo o processo, devendo trabalhar-se para reduzir a sua influência (Samohyl, 2009). As cartas de controlo são uma ferramenta muito importantes uma vez que são vistas como uma ferramenta que visa monitorizar e reduzir a variabilidade do processo. O objetivo da sua utilização será adquirir o conhecimento do processo e como manipulá-lo, de modo a que se comporte da forma pretendida.

Para o sucesso do programa *Six Sigma*, um modelo chave para este é o modelo DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*), que se trata da aplicação de cinco etapas concetuais, com o objetivo de alcançar uma melhoria sistemática dos processos,

serviços e produtos. Este modelo é suportado pelo ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), que é uma ferramenta que permite seguir continuamente todo o processo de implementação de ações de melhoria, tendo uma contribuição bastante significativa na obtenção de resultados bons e sustentados na organização (Linderman et al., 2003).

De acordo com McClusky (2000) as 5 fases da metodologia baseiam-se nas seguintes atividades:

- **Definir (*define*)**: Etapa na qual é definido o papel da equipa, delineado o objetivo do projeto e descrito pormenorizadamente o cliente e todas as suas especificações relativamente ao produto / serviço prestado;

- **Medir (*Measure*)**: Recolha de dados de modo a possibilitar a seleção e medição dos parâmetros a melhorar;

- **Analisar (*Analyse*)**: Fase na qual se identificam as causas que estão na raiz dos problemas críticos e reconhecer oportunidades de melhoria, assim como, explorar possíveis fontes de variação;

- **Melhorar (*Improve*)**: Implementação de soluções delineadas com base num plano de ações e no ciclo PDCA, seguindo a matriz de prioridades;

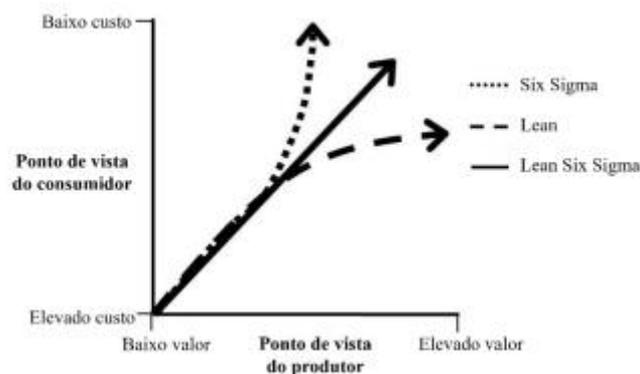
- **Controlar (*Control*)**: Fase na qual a continuidade das melhorias implementadas na fase anterior é assegurada, desenvolvendo mudanças e normas que abrangem toda a organização, assim como, a monitorização frequente da performance do processo.

## **2.5. Lean Six Sigma**

Na procura de padrões cada vez mais elevados de qualidade, as empresas vêm as metodologias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma* como fatores críticos para o seu sucesso. A filosofia *Lean* tem como fundamento o aumento da produtividade, visando a redução de desperdícios e a melhoria do fluxo de trabalho. Com a melhoria do desempenho dos processos, a satisfação do consumidor irá ser potenciada (Snee, 2010). O *Six Sigma* apresenta uma abordagem mais focada na qualidade e na diminuição da variação dos processos envolvendo, devido à sua natureza quantitativa e pela necessidade de um conhecimento estatístico avançado, um número mais reduzido de pessoas. Desta forma, o *Lean Six Sigma* poderá oferecer melhores resultados do que a realização de dois programas independentes

(Arnheiter & Maleyeff, 2005). De acordo com George (2002), a união destas metodologias é vantajosa, uma vez que os pontos de uma metodologia podem compensar certos defeitos da outra.

Na figura seguinte, as filosofias *Six Sigma*, *Lean* e *Lean Six Sigma* podem ser comparadas pelo ponto de vista do consumidor e do produtor, pois é possível a organização oferecer maior valor ao cliente, a um custo mais reduzido.



**Figura 8.** Origem da vantagem competitiva das 3 filosofias.  
Fonte: *The integration of lean management and Six Sigma*, 2005

Pepper & Spedding (2010) também sugerem que a combinação das filosofias *Lean* e *Six Sigma* criam uma ferramenta chave para a melhoria dos processos. Enquanto que o *Lean* permite identificar as áreas que devem ser alvo de melhorias, o *Six Sigma* associa a metodologia mais apropriada para fazer face aos problemas encontrados, conduzindo o processo ao objetivo delineado.

*Lean Six Sigma* é importante devido ao facto de organizações precisarem de metodologias para melhoria e resolução de problemas. Os processos não se melhoram sozinhos e caso não sejam melhorados regularmente, estes acabam por se deteriorar com o passar do tempo (Snee, 2010).

## 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

### 3.1. História

O *Leroy Merlin* foi fundado na França, em 1923 por *Adolphe Leroy* e *Rose Merlin*. Para além de França, a sua rede atualmente atua em mais 11 países, sendo eles: Espanha, Portugal, Polónia, Itália, Brasil, Rússia, China, Grécia, Roménia, Ucrânia e Chipre.

É uma empresa que faz parte do grupo ADEO, especializada na venda de produtos e serviços nas áreas de Bricolage, Construção, Decoração e Jardim que procura todos os dias apresentar soluções que possam contribuir para a melhoria do habitat dos seus clientes.

Apresenta também um forte propósito ligado à melhoria do habitat mais sustentável e procura gerar valor humano, ambiental e económico em todas as ações ligadas à sua atividade.

A visão do *Leroy Merlin* é *Human First*, na qual a empresa procura proporcionar a melhor experiência aos seus colaboradores, habitantes e clientes, colocando as pessoas no centro de todas as suas decisões.

### 3.2. Valores da empresa

O *Leroy Merlin* segue-se pelos seguintes valores: **abertos**, estando sempre disponíveis para continuar a aprender, entendendo a importância de dar e receber feedback; **interdependentes**, sendo que todas as suas ações promovem benefícios para todas as partes envolvidas; **impactantes**, arriscando e promovendo a inovação, tentando cada vez mais antecipar as necessidades dos seus clientes; autênticos, reconhecendo as suas maiores fragilidades e tentando sempre melhorar.

### 3.3. Lojas em Portugal

O *Leroy Merlin* chegou a Portugal em 2003 e tem neste momento mais de 50 lojas que apresentam um conceito específico com uma promessa cliente bem definida e uma

oferta global ajustada, complementada pelo canal online. Atualmente, conta com mais de 5 800 colaboradores, repartidos por todas as lojas do país.

Numa lógica de complementaridade entre lojas, existem oito zonas de vida, sendo que cada uma delas corresponde a uma área geográfica: Norte, Porto, Centro Sul, Centro Norte, Lisboa Este, Lisboa Oeste, Margem Sul, Algarve e Ilhas.

### **3.4. Loja de Braga**

#### **3.4.1. Logística da Loja**

A logística do *Leroy Merlin* está dividida em várias equipas, cada uma com uma missão distinta. Atualmente, o *Leroy Merlin* tem as equipas de armazém, uma para cada zona, que será explicado detalhadamente no próximo capítulo, e fora do armazém tem duas equipas, equipa da promessa e a equipa dos gestores de *stock*. A primeira equipa tem como missão garantir que todos os pedidos ocorram de modo fluído, de acordo com o esperado pelo cliente, e a resolução de problemas que possam ocorrer durante o processo. A equipa de gestores de *stock* tem como função garantir os níveis ideais de *stock* sempre disponíveis, verificando sempre o que deve passar do armazém para a loja, e o que deve ser encomendado, e as devidas quantidades, aos fornecedores.

#### **3.4.2. Layout da loja**

Atualmente, o *Leroy Merlin* apresenta uma enorme variedade de produtos de bricolagem, construção e jardim, tendo todos os seus produtos divididos em treze secções (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), sendo estas:

1. Materiais de construção;
2. Carpintaria-Madeiras;
3. Eletricidade/ Conforto/ Canalização;
4. Ferramentas;
5. Alcatifas/ Tapetes;
6. Cerâmica;
7. Sanitários;
8. Cozinhas;
9. Jardim;
10. Ferragens/ Arrumação;
11. Pintura/ Drogaria;
12. Decoração;

### 13. Iluminação.

A loja mãe do *Leroy Merlin* de Braga tem neste momento doze das treze secções disponíveis pela empresa, sendo que a secção de materiais de construção, tem a sua própria loja, a dois quilómetros da loja mãe.

A loja está assim dividida em secções, de forma a otimizar a organização da loja, quer para os clientes, quer para os colaboradores, e, ao mesmo tempo, ir de encontro com os objetivos comerciais e de marketing da empresa.

Visualizando a Figura 9, é possível verificar a divisão da loja, e a localização de cada uma das secções. Analisando a imagem, é bastante perceptível que madeiras e, sobretudo, jardim, são as secções que necessitam de maior espaço dentro da loja. Isto explica-se devido ao facto de terem produtos bastantes volumosos (exemplo: madeiras- materiais como pavimento, tampos e portas; jardim- mesas, guarda-sóis; piscinas). Jardim apresenta também uma grande variedade de produtos, e é a secção mais requisitada, especialmente no verão, necessitando de uma maior área para expor os seus produtos e para também ter capacidade para receber maiores níveis de stock para assegurar a rotatividade.

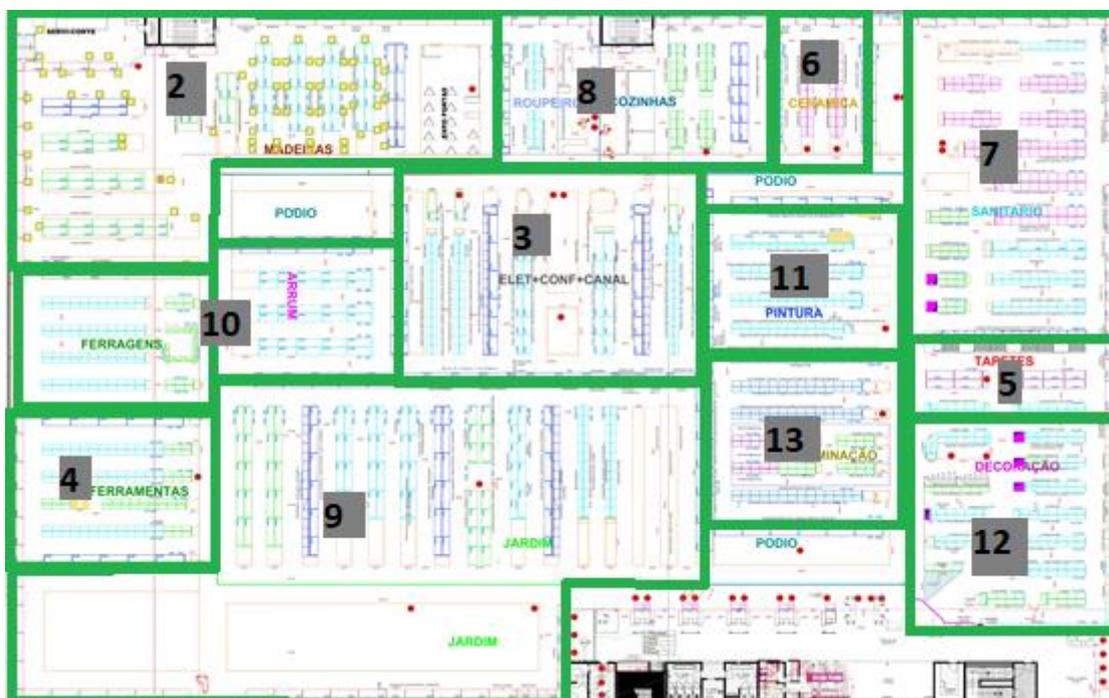


Figura 9. Layout da loja

### **3.4.3. Layout do armazém**

Os armazéns das lojas do *Leroy Merlin* têm que responder a diferentes necessidades da loja. Perante isto, o armazém da loja de Braga está dividido em cinco zonas diferentes (Figura 10), cada uma com objetivos e missões distintas.

#### **3.4.3.1. Receção de Mercadorias**

Esta zona tem como missão a receção de toda a mercadoria que chega à loja, da sua validação e do seu transporte para os locais corretos do armazém.

#### **3.4.3.2. Stock Dedicado**

Esta zona do armazém está destinada para toda a mercadoria que ficará armazenada no armazém. Normalmente, localiza-se nesta zona artigos que tenham grande rotatividade e artigos volumosos que a loja apenas consegue suportar o artigo de exposição. A missão desta zona passará por receber e localizar tudo o que deve ser armazenado em armazém e também retirar tudo o que seja para repor na loja, ou para responder a um pedido de um cliente.

#### **3.4.3.3. Push**

Aqui, será onde todo o material que irá ser reposto na loja se irá agrupar. Tudo que vai para a loja passa por esta zona. Geralmente, a maior parte da mercadoria vem diretamente da receção para esta zona. No entanto, chega também material proveniente do *Stock Dedicado* (SD), de forma a responder à sua missão.

A missão aqui é organizar e desembalar todo o material para facilitar o processo de reposição da loja.

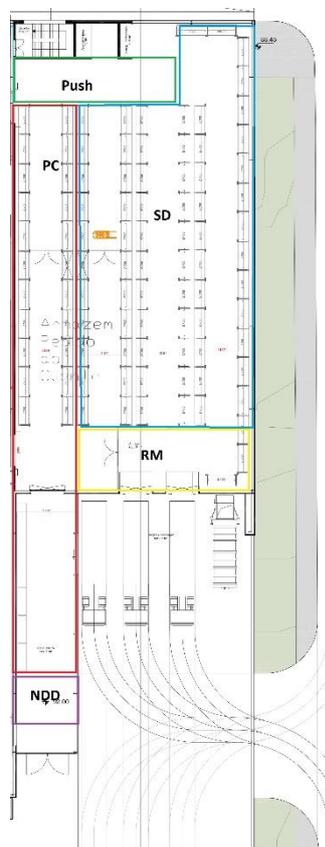
#### **3.4.3.4. Pedido Cliente**

A missão desta zona é receber todos os pedidos de cliente e localizá-los no armazém, retirar e levar os pedidos até ao cliente quando este vem fazer a recolha e tratar da expedição para o centro de distribuição para pedidos com entrega ao domicílio. Ou seja, tudo o que está nesta zona já faz parte de um pedido, isto é, já está pago.

### 3.4.3.5. *Next Day Delievery*

Esta nova zona tem como missão receber todos os pedidos da tipologia *Next day delievery* (NDD) e pedidos com entrega ao domicílio pelo transportador CTT. Após receberem os pedidos, devem tratar do embalamento, faturação e do processo de expedição, para que possam ser recolhidos ao fim do dia pelos CTT.

Na Figura 10, é possível visualizar o layout do armazém da loja de Braga, estando este já dividido nas diferentes zonas anteriormente faladas.



**Figura 10.** *Layout do armazém*

### **3.4.4. Tipologia de Vendas**

Sendo o *Leroy Merlin* uma empresa internacional, a necessidade de fazer os seus produtos chegarem aos clientes de diversas formas, faz com que a empresa apresente diferentes tipologias de vendas.

A mais tradicional de todas, é a venda de loja, na qual o cliente desloca-se à loja, efetua a sua compra, paga na caixa e sai já com o produto na mão. Esta metodologia não envolve a logística da loja.

Para além das compras na loja, existe também mais dois canais de venda, através do site da empresa e venda à distância, que é realizada através de uma chamada. Nos últimos dois canais de vendas ou quando a loja não consegue disponibilizar imediatamente todos os artigos desejados pelo cliente é criado o Pedido Cliente (PC). Aqui, a logística passa a ser envolvida no processo, podendo ter várias tipologias, sendo a grande distinção pedidos com entrega ao domicílio (EAD) e pedidos sem entrega.

Dentro dos pedidos sem entrega ao domicílio, existe ainda a modalidade “*Click & collect*”, na qual o cliente faz a sua compra online e tem a opção de recolha numa das lojas em duas horas.

Mais recentemente, uma nova modalidade de venda tem sido desenvolvida e implementada, sendo esta conhecida como “*Next Day Delivery*”, a qual consiste em pedidos que são efetuados online, que serão entregues ao domicílio ou em *pick-up points* escolhidos pelo cliente no dia seguinte à realização da compra.

Todas estas tipologias e canais de venda leva a diferentes rumos e ciclos de vida para os artigos, dentro da loja.

### **3.4.5. Ciclo de Vida dos Produtos**

#### **3.4.5.1. Receção de Mercadorias**

O ciclo de vida da mercadoria, na loja, começa com a receção dos produtos, que é feito, na zona de Receção de Mercadorias (RM). Aqui nesta zona, os produtos serão validados e irão entrar no stock de loja. Será feita a distinção de cada tipo de mercadoria, e mediante a sua descrição, os produtos acabarão por ser transportados para as diferentes zonas do armazém (*Push*, SD e PC).

#### **3.4.5.2. Push**

Maioria da mercadoria que sai da RM, desloca-se até esta zona. Aqui os produtos serão desembalados e preparados para a reposição. Tudo será bem organizado, por secção, de forma a facilitar a próxima etapa.

#### **3.4.5.3. Reposição**

A reposição começa no final do dia, após a loja fechar. É realizado o *push* dos materiais para as suas respetivas secções. Na manhã seguinte, a equipa de repositores entra ao serviço e garante a reposição nas prateleiras dos artigos antes da loja abrir.

#### **3.4.5.4. Separação**

Quando é criado um pedido cliente, todos os artigos disponíveis em loja devem ser separados. Mediante a tipologia dos pedidos, estes podem ser reencaminhados para a zona PC ou para a zona NDD.

#### **3.4.5.5. Pedido Cliente**

Aqui chegam todos os artigos que compõem pedidos a cliente, exceto os pedidos com entrega pelos CTT. Podem vir diretamente da RM também, caso uma encomenda tenha sido realizada. Aqui os produtos serão localizados nas prateleiras caso o pedido tenha recolhido em loja ou o pedido tenha entrega, mas esteja ainda parcial. Caso seja um pedido com entrega ao domicílio e esteja completo, é preparada a expedição para o centro de distribuição, que ocorrerá na manhã do dia seguinte.

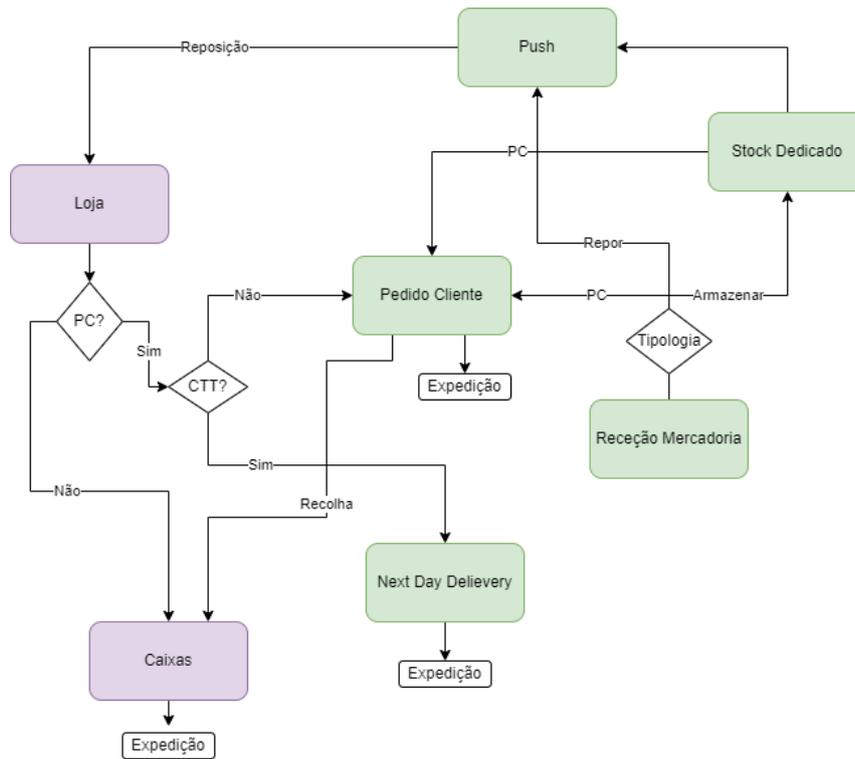
#### **3.4.5.6. Stock Dedicado**

Mercadoria proveniente da RM, segundo as características descritas anteriormente. Daqui os produtos podem seguir para o pedido a cliente, caso haja algum pedido com material SD envolvido, ou para o *Push*, caso o stock de loja esteja baixo e seja necessária a reposição.

#### **3.4.5.7. Next Day Delivery**

Nesta zona chegam todos os pedidos que tenham entrega pelo transportador CTT, ou seja, produtos considerados como pequenos volumes ou de acordo com a tipologia *Next Day Delivery*. Os pedidos são aqui embalados, faturados e o processo de expedição é realizado. Ao fim do dia, uma carrinha dos CTT vem recolher todos estes pedidos.

Todo este ciclo de vida pode ser visualizado no fluxograma da Figura 11. A cor verde estão representados pontos que fazem parte do armazém, e a lilás representam-se pontos que fazem parte da loja e são do acesso dos clientes.



**Figura 11.** Ciclo de Vida dos Produtos

## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO ATUAL

Sempre que é criado um PC, quer seja online, quer seja em loja, todos os artigos que estão disponíveis a serem separados passam para Reserva sobre *stock* (RSS), e passam a aparecer na aplicação usada para a separação, denominada “Localiza”.

Para a separação, o *picker* necessita de uma Zebra (que contém o programa Localiza), uma impressora para as etiquetas e um carrinho de separação.

Na aplicação, o menu principal apresenta várias opções, e mais concretamente, três opções de separação: separar pedidos sem entrega ao domicílio, separar pedidos com entrega ao domicílio e separação por secção. O menu pode ser visualizado na Figura 12.



Figura 12. Menu do programa Localiza

Selecionando umas das primeiras duas opções, os menus são bastante idênticos. Aparecerá a lista de pedidos que devem ser separados (Figura 13), estando a cor verde pedidos que a separação ainda não foi iniciada, a amarelo pedidos com separação iniciada, mas ainda parcial, e a vermelho pedidos com anomalia. Para filtrar os pedidos, a aplicação permite filtrar por: tipo de pedido (*click & collect*, online ou feito em loja), com/ sem

anomalias, data de disponibilidade, e, no caso dos pedidos com entrega ao domicílio, transportadora responsável (importante para filtrar CTT) (Figura 14;Figura 15).

Nº DO PEDIDO	DATA DISPONIBILIDADE
445799	04-01-2020, 00H
447869	17-01-2020, 00H
449585	21-01-2020, 00H
449851	21-01-2020, 00H
449616	21-01-2020, 20H
449570	22-01-2020, 00H
448051	23-01-2020, 00H
450064	23-01-2020, 14H
449847	24-01-2020, 00H
449447	30-01-2020, 00H
450039	30-01-2020, 00H
448833	31-01-2020, 00H
449006	31-01-2020, 00H
449165	31-01-2020, 00H
449959	31-01-2020, 00H
449976	31-01-2020, 00H

Figura 13. Lista de pedidos

Tipo de Pedidos

Anomalias

Sem Anomalia ✓

Data de Inicio

dd/mm/aaaa

Data de Fim

dd/mm/aaaa

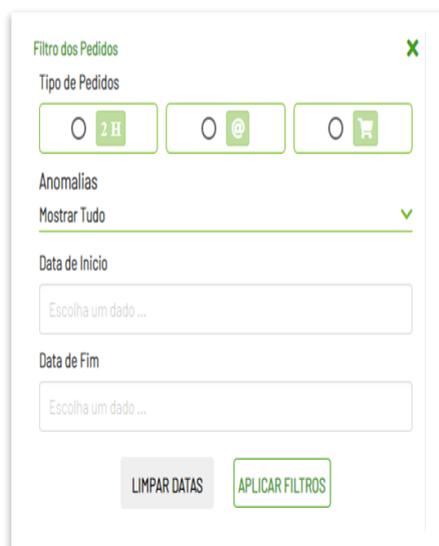
Circuito

DHL ^

DHL

DISTRIBUVA

Figura 14. Filtro de pedidos c/EAD



**Figura 15.** Filtro dos pedidos s/EAD

Já na opção “Separação por secção”, é necessário primeiro seleccionar qual a secção que se pretende separar. Após essa escolha, existem mais filtros que podem ser usados para especificar o que se pretende separar, tais como: sub-secção, entrega, tipo e data de disponibilidade (Figura 16; Figura 17). Visualizando as figuras, é possível ver todas estas opções.



**Figura 16.** Opção "Separação por secção"



Figura 17. Filtros da “Separação por secção”

A nível de prioridades sobre o que é que os *pickers* devem separar, a prioridade será sempre separar os pedidos que tenham data de disponibilidade mais próxima. Assim, **pedidos *click & collect*** (tipologia que permite ao cliente a recolha em loja do pedido no mesmo dia da compra) serão sempre a prioridade, e os *pickers* devem estar atentos sempre que cai um novo pedido na aplicação; **pedidos com o transportador CTT**, uma vez que todos os dias serão recolhidos ao fim do dia pela transportadora; **pedidos com entrega ao domicílio**, pois, mesmo tendo a mesma data de pedidos sem entrega, estes ainda têm de ser transportados para o centro de distribuição, ou seja, é conveniente deixar sempre um intervalo de tempo para tal; **pedidos sem entrega ao domicílio**. Toda esta ordem em conjunto com a data de disponibilidade são os pontos que os *pickers* necessitam para saberem o que devem separar e quando o devem separar.

No entanto, é bastante frequente ocorrer algumas anomalias e contratempos no processo. A mais comum é chegar ao local do artigo e não encontrar o artigo (Prateleira vazia / *stock* alto / erro de *stock*). É importante reportar as anomalias no Localiza para que possa ser dado o seguimento por parte da equipa da promessa, ao mesmo tempo que retira da lista de pedidos a separar para o *picker*. Anomalias existentes no Localiza:

1. **Stock de loja errado. Confirmado pela secção** (*picker* pergunta na secção pelo produto, que confirmam que existe um erro de *stock*);
2. **Stock de loja errado. Não confirmado pela secção** (*picker* não confirma com a secção, e cabe depois à promessa esclarecer esse ponto);
3. **Sem *stock*. Aguarda a próxima entrega do fornecedor** (usado quando não há *stock* na prateleira, mas já existe uma encomenda desse artigo, sendo que resta apenas esperar);
4. ***Stock* disponível insuficiente** (usado quando a encomenda excede o número de artigos que temos disponíveis, por exemplo, pedido quer 10 sanitas, mas só temos 5 disponíveis);
5. **Feito transferência** (usado para quando já foi pedida uma transferência de outra loja do artigo em análise). É também usado para alertar que é um pedido que contém artigos que devem ser separados no *Stock* Dedicado.

Quando se procede ao *picking*, a prioridade de separação é sempre no *stock* dedicado. Ou seja, caso haja *stock* em loja e em armazém, devemos sempre retirar do armazém.

6. ***Stock* chegou** (esta opção é usada pela equipa da promessa, que quando as encomendas de um certo artigo chegam, usam esta opção para retirar a anomalia inserida anteriormente neste artigo, de modo a voltar a tornar disponível o mesmo para os *pickers* separarem).

Caso o pedido tenha mais que um artigo associado, e caso exista alguma anomalia num dos artigos, deve-se separar na mesma o restante pedido, originando uma separação parcial.

Como já referido anteriormente, diferentes tipologias de pedidos seguem destinos diferentes no armazém. Pedidos do tipo *next day* e entregas através do transportador CTT seguem para a zona NDD, tudo o resto seguirá para a zona PC.

#### 4.1. Equipa de *Pickers*

Atualmente, a loja de Braga tem à disposição 3 colaboradores na equipa de *pickers*. A função destes colaboradores passa por separar todas as linhas dos pedidos, na loja,

e do tratamento de todo o processo dos pedidos que tenham o transportador CTT que ocorre dentro do armazém, desde o embalamento, faturação e preparação para expedição.

Cada um dos colaboradores trabalha 5 dias por semana, durante 8 horas, sendo que é necessário trabalhar os 7 dias da semana. Ao domingo, devido a uma maior afluência na loja, apenas um colaborador irá estar ao serviço, resultando em dois colaboradores terem a folga nesse dia. Durante o resto da semana, com as folgas todas divididas, a loja contará com um dia com apenas um colaborador, 2 dias com três colaboradores disponíveis e 4 dias com dois colaboradores.

De segunda a sábado, um dos colaboradores ficará sempre responsável pelo tratamento dos pedidos *next day delivery*, enquanto que, os restantes, ficarão encarregues do processo de separação dos pedidos da loja. Assim, para o processo de separação, a loja tem ao seu dispor dois *pickers* durante dois dias da semana e nos restantes apenas um *picker*.

## 4.2. Takt time do processo

De acordo com o *Dashboard* Corporativo do Leroy Merlin, até ao dia 10/08/2022, na loja de Braga, foram criados um total 16 259 pedidos cliente, nos quais se inserem 42 651 linhas. No gráfico seguinte, é possível analisar o número de linhas criadas em cada mês do ano, até à data.



**Figura 18.** Linhas criadas para separação por mês

Como é possível observar, a procura demonstra sazonalidade, sendo que vai aumentando progressivamente, atingindo o seu pico na época de verão.

Perante estes números, dividindo o número de linhas de cada mês pelo número de dias que compõem esse mesmo mês, é possível identificar o número de linhas diárias (Figura 19) e como tal, a quantidade de pedidos que deve ser separada diariamente para evitar a acumulação de pedidos a separar de um dia para o outro.



**Figura 19.** Linhas criadas por dia em cada mês

Sabendo que, tendo em conta pausas e o tempo despendido dentro do armazém, durante o dia o *picker* despende cerca de 6 horas na loja a realizar a separação, é possível calcular o *takt time* deste processo:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponível}{Procura} = \frac{6 \times 60\ (minutos)}{N^{\circ}\ Linhas\ por\ dia}$$

Na tabela seguinte, estão representados os resultados desta equação para cada mês.

**Tabela 1.** *Takt time* para cada mês

Mês	Takt time
Janeiro	00:02:13
Fevereiro	00:02:00
Março	00:01:57
Abril	00:01:53
Maiο	00:01:48
Junho	00:01:38
Julho	00:01:45
Agosto	00:01:44

### 4.3. Processo atual – Separação por pedido

A metodologia atualmente utilizada para a separação de pedidos na loja de Braga é a separação por pedido, constada na literatura como a mais usada e a mais básica.

Antes de iniciar o processo, o *picker* deve ter à sua disposição um carrinho de separação, uma impressora de etiquetas e uma Zebra para aceder ao Localiza.

Mediante a tipologia de pedido que irá separar, o *picker* filtra os pedidos e abre o primeiro pedido, baseando na menor data de disponibilidade. A partir daí, o *picker* desloca-se até ao primeiro artigo do pedido, separa o mesmo e coloca uma etiqueta para o identificar. Novamente, o *picker* vai ao dispositivo e vê qual é o próximo artigo e desloca-se para o local do novo artigo, e assim sucessivamente até ao pedido acabar.

Quando o pedido acaba, o *picker* avança para o próximo, e realiza este processo até atingir a capacidade máxima do carrinho, ou até atingir algum limite temporal.

Durante a separação, como discutido anteriormente, existem sempre algumas irregularidades, sendo a mais comum chegar à prateleira do artigo, e não o encontrar, apesar de existir stock informático. A primeira ação do *picker* é procurar pela periferia, para ter a certeza que não está mal localizado na loja. Caso não encontre, podem existir mais razões que possam explicar a situação, podendo o *stock* ainda estar subido, isto é, no topo das prateleiras, e ainda não foi baixado, ou então, ainda não foi repostο, e pode estar ainda na zona *Push* do armazém, à espera para viajar para a loja. Sempre que possível, o *picker* deve deslocar-se até algum colaborador da secção em que está a separar e pedir informações sobre o artigo, para tentar chegar mais rapidamente a uma resposta.

Todo o processo descrito pode ser visualizado nos fluxogramas seguintes. O primeiro retrata todo o processo de separação (Figura 20), enquanto que, o segundo retrata o ponto “Investigar situação” que está inserido no processo de separação (Figura 21).

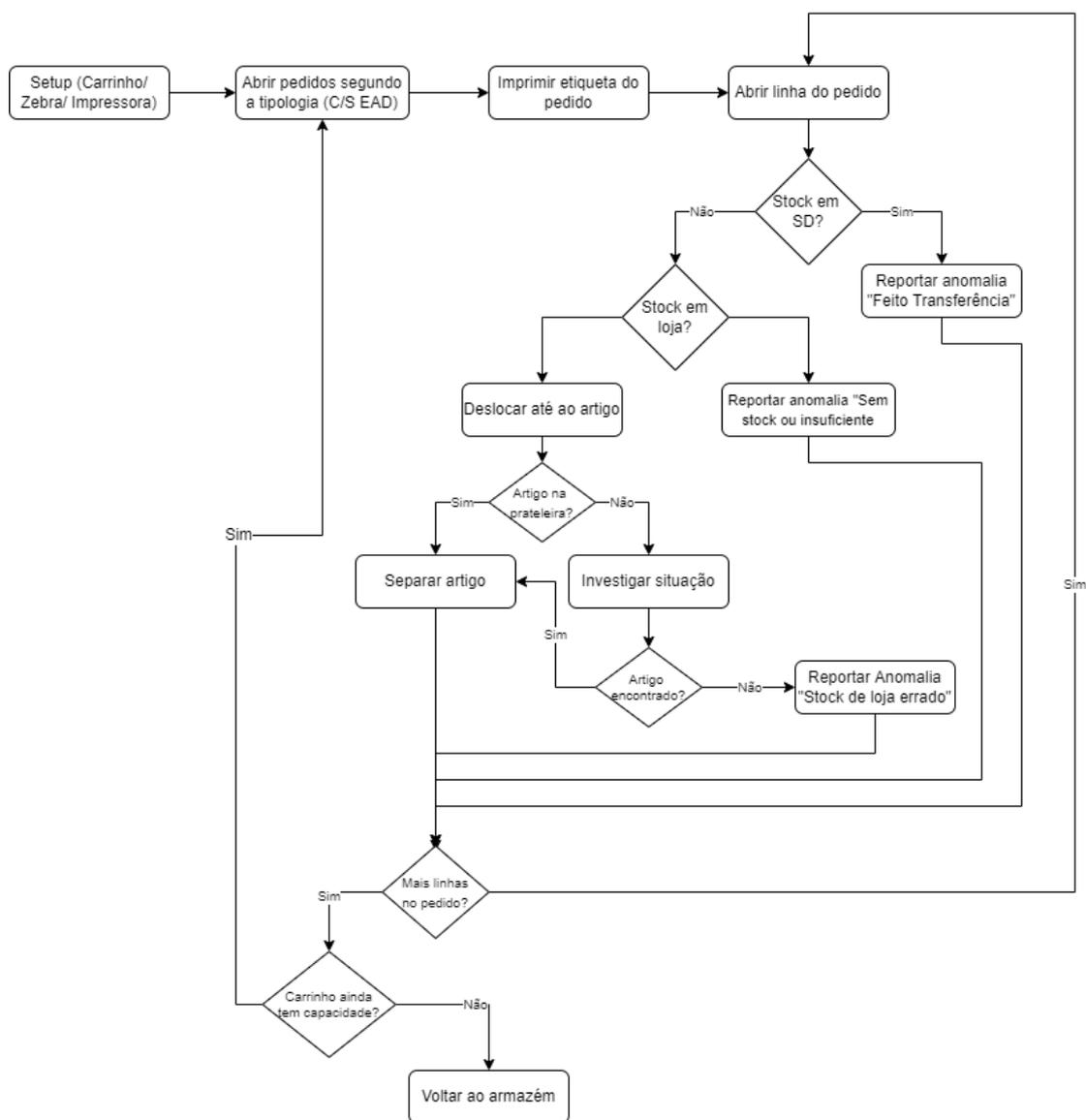
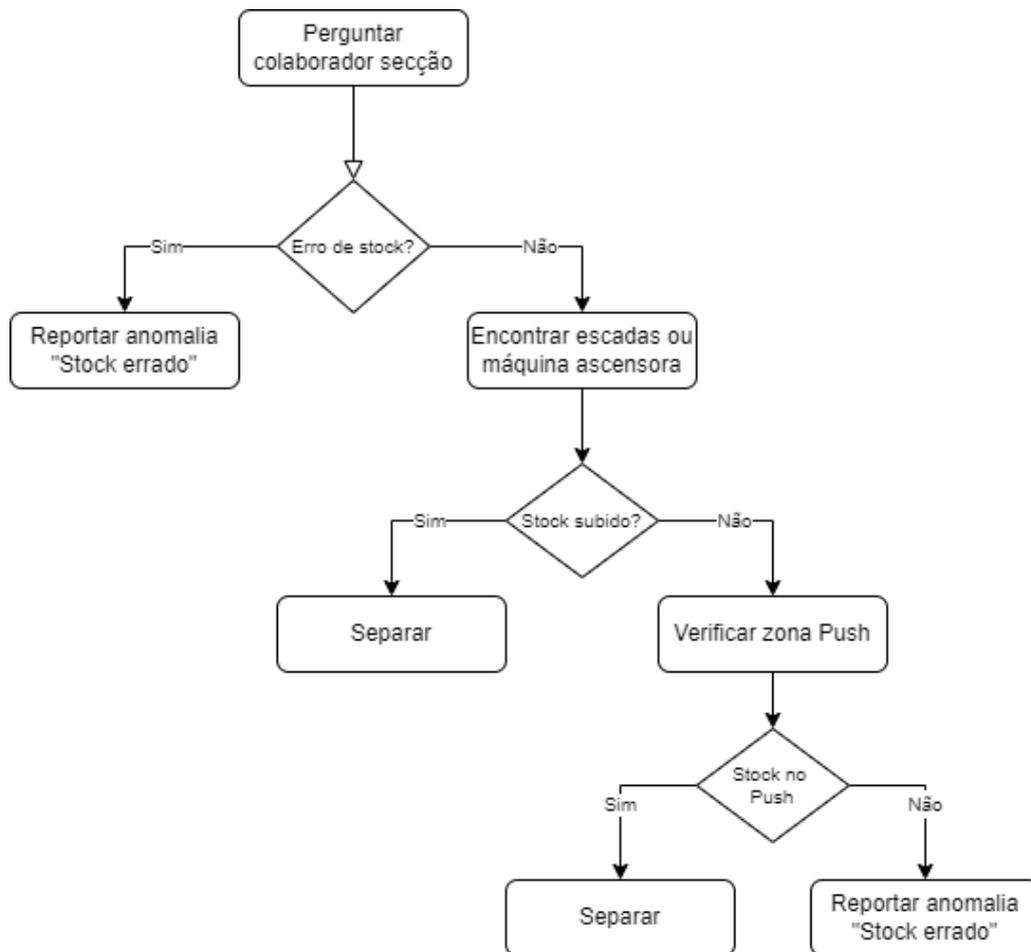


Figura 20. Processo de separação (atual)



**Figura 21.** Fase "Investigar situação"

#### 4.4. Medição do Processo

Uma vez que não existe forma de fazer a medição deste processo de forma automática, a medição do mesmo foi realizada manualmente, acompanhando o *picker* durante a realização da separação pela loja.

A medição foi realizada durante alguns dias, mediante a minha disponibilidade, durante o final do mês de maio e início do mês de junho. Devido a incompatibilidade de horários com os *pickers*, muito raramente foi possível acompanhar um dia completo de separação.

Ao longo deste processo, foram medidas cerca de 266 linhas, correspondentes a 110 pedidos, num período de tempo de cerca de 14 horas dentro da loja (Tabela 2). Uma

linha foi considerada analisada se o *picker* fizer a deslocação até ao local do artigo, anomalias dadas no sistema sem necessidade de deslocamento não foram contabilizadas.

A medição era iniciada quando o *picker* saía do armazém, do ponto de partida, e terminada nesse mesmo ponto, aquando da chegada do *picker*.

Em cada linha medida, foram registadas as seguintes características: número do pedido associado, a secção do artigo, o tempo em que foi separado (quando “bipava” a referência do artigo no pedido) e, se, efetivamente esse artigo foi separado.

Das 266 linhas analisadas, 242 foram efetivamente separadas, enquanto que, 24 linhas não foram separadas, correspondendo a um total de 91% de linhas separadas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Dados da medição da amostra

Tempo (min)	Tempo (horas)	Pedidos Analisados	Linhas Analisadas	Linhas Separadas	Linhas não separadas	Taxa Sucesso	Linhas / Pedido
835	13:55:06	110	266	242	24	91,0%	2,42

Em termos de secções das linhas, a maior porção corresponde à secção de Jardim, com cerca de 86 linhas e 32,33% da totalidade das linhas analisadas. Seguem-se secções como Conforto, Ferragens e Madeiras que contam com, respetivamente, 53, 32 e 28 linhas analisadas, resultando em 19,92%, 12,03% e 10,53% da totalidade dos pedidos. As restantes secções perfuram os restantes 25,19% das linhas analisadas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Número de linhas analisadas por secção

	Total	Percentagem
Madeiras	28	10,53%
Conforto	53	19,92%
Ferramentas	6	2,26%
Tapetes	2	0,75%
Cerâmica	0	0,00%
Sanitários	21	7,89%
Cozinhas	19	7,14%
Jardim	86	32,33%
Ferragens	32	12,03%
Pintura	10	3,76%
Decoração	5	1,88%
Iluminação	4	1,50%

A nível de tempos, a um nível global, um *picker* necessita de 3:08 minutos para analisar uma linha de um pedido. Mais especificamente, para cada linha efetivamente separada o *picker* necessita de 02:41 minutos, e para uma linha não separada, o *picker* gasta cerca de 03:52 minutos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Tempos médios por linha

<b>Minutos / Linha</b>	<b>Minutos /Linha Separada</b>	<b>Minutos /Linha Não Separada</b>
00:03:08	00:02:41	00:03:52

Relativamente às secções, a secção de Madeiras, dentro da amostra analisada, é a secção onde é necessário despende mais tempo, registando uma média de 03:37 minutos por linha. A secção de Jardim, que apresenta maior porção das linhas da amostra, regista uma média de 03:02 minutos, ligeiramente abaixo do valor médio. Em relação às outras duas secções que apresentam maior parte das linhas, ou seja, Conforto e Ferragens, os resultados são um pouco diferentes. A secção de Ferragens necessita de 03:18 minutos por linha, um valor um pouco acima da média geral, enquanto que, Conforto precisa de apenas 02:00 minutos por linha, sendo o valor mais baixo das secções mais importantes, ficando, no geral, apenas atrás de Iluminação e Cozinhas, que ambas registam valores abaixo dos 02:00 minutos (Tabela 5).

No entanto, como existem secções em que o tamanho da amostra é bastante pequeno, os valores podem não corresponder à realidade. Uma maior amostra seria importante para uma maior fiabilidade destes valores.

**Tabela 5.** Tempo médio por linha em cada secção

	<b>Tempo médio</b>
Madeiras	00:03:37
Conforto	00:02:00
Ferramentas	00:03:04
Tapetes	00:02:40
Cerâmica	00:00:00
Sanitários	00:02:54
Cozinhas	00:01:55
Jardim	00:03:02
Ferragens	00:03:18
Pintura	00:02:34
Decoração	00:03:23
Iluminação	00:01:34

Deste modo, de acordo com este processo, e com o número de colaboradores a realizar este processo, é possível verificar se o tempo de ciclo é menor que o *takt time* do processo de separação.

Ora, sabendo que durante dois dias da semana existem duas pessoas a separar e durante os outros cinco existe apenas uma, e que cada pessoa despende 6 horas a realizar este processo, é possível calcular o número médio de *pickers* a realizar este processo semanalmente:

$$\frac{N^{\circ} \text{ pessoas}}{\text{Por dia}} = \frac{(2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1)}{7} = \frac{1,29 \text{ pessoas}}{\text{dia}}$$

Sendo assim:

$$\frac{00:03:08 \text{ minutos/linha}}{1,29} = 00:02:26 \text{ minutos/linha}$$

Este valor é superior a todos os valores de *takt time* calculados anteriormente, ou seja, significa que, atualmente, não é possível separar todos os pedidos no mesmo dia que são criados, sendo que a sua separação vai sendo adiada para os dias seguintes.

Relativamente ao número de linhas que a loja consegue separar diariamente:

$$N^{\circ} \text{ linhas diárias} = \left( \frac{06:00:00}{00:03:08} \right) \times 1,29 \approx 146,07 \text{ (146 linhas/dia)}$$

De modo a perceber quantos colaboradores serão necessários para este processo ir de encontro com a procura, é necessário igualar o *takt time* ao tempo de cada linha dividido pelo número de colaboradores, ou seja:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo por linha}}{\text{Número de colaboradores}}$$

Observando a Tabela 6, podemos visualizar o número de colaboradores necessários para cada mês e a sua respetiva procura, considerando o tempo por linha de 03:08 minutos.

**Tabela 6.** Número médio de colaboradores diários para igualar a procura à oferta

Mês	Takt Time	Nº colaboradores
Janeiro	00:02:13	1,42
Fevereiro	00:02:00	1,56
Março	00:01:57	1,61
Abril	00:01:53	1,67
Maiο	00:01:48	1,74
Junho	00:01:38	1,92
Julho	00:01:45	1,80
Agosto	00:01:44	1,81

Como é possível verificar, durante todo o período de tempo em análise, 2 colaboradores são suficientes para a realização deste processo. Devido ao facto de um dos colaboradores desta equipa ficar no armazém a tratar da expedição dos *next day deliveries*, durante a semana, este processo tem à disposição 2 colaboradores em apenas 2 dias, sendo que nos restantes apenas conta com 1.

#### 4.5. Problemas no processo

Durante todo o processo de medição, foi-me permitido conhecer e perceber a realidade do processo de separação na loja. E de facto, foram encontrados bastantes problemas.

De entre alguns dos problemas, grande parte estão relacionados com processos exteriores ao de separação, tais como, a fiabilidade de stock e o facto de não existir distinção em termos de stock do que está subido ou não. Este problema é bastante evidente, uma vez que o *picker* leva mais tempo quando não separa um artigo, do que quando efetivamente o separa. Ou seja, existe sempre a necessidade de perceber o porquê de um artigo não estar no sítio correto, apesar de existir stock de loja.

Relativamente aos problemas que dizem respeito ao processo efetivo de separação, o maior problema observado foram os deslocamentos excessivos que esta tipologia de separação tem associados. Sendo uma separação por pedido, existem pedidos que têm linhas em secções diferentes, e muitas vezes faz com que o *picker* se desloque de uma secção para outra, e, mais tarde e na mesma viagem à loja, tenha de voltar a uma secção que já tinha visitado. Estes deslocamentos sucessivos geram desperdícios. Considerando que o *picker* caminhe a uma velocidade constante, fazer deslocações em excesso irá aumentar o tempo em que o *picker* se encontra a caminhar, resultando em desperdícios de tempo.

De acordo com a literatura, a separação por zona em vez de por pedido geralmente é mais rápida, no entanto, pode ser menos eficaz, uma vez que é menos intuitiva. Outro ponto importante da separação por zona está também relacionado com o facto de os artigos não ficarem separados e organizados por pedidos, sendo que é necessário um processo posterior, que passará pela junção de pedidos.

Neste caso de estudo, a criação de um processo posterior não é possível, uma vez que será necessário designar um espaço específico para o mesmo. Obviamente, este processo não pode ser realizado no meio da loja, e também não pode ser realizado no armazém, uma vez que não há espaço para uma zona de organização de pedidos, sendo que o mesmo teria de ocorrer num dos corredores do armazém, o que está fora de questão, uma vez que iria condicionar e atrasar outros processos que ocorrem em simultâneo.

## 5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Como foi analisado, tanto na literatura, como na medição do processo atual, o processo de separação divide-se em fases diferentes, que devem ser analisadas individualmente, de forma a ser possível melhorar a produtividade do processo de um modo mais completo.

O processo de separação será então dividido em 4 fases, indo de encontro com Tompkins et al. (2010):

- **Fase de *setup***, que neste caso, será atribuído sempre que o *picker* estiver a utilizar o dispositivo de separação para perceber o que irá separar;

- **Fase de deslocamentos**, ou seja, o tempo que será utilizado para deslocações desde o ponto de partida até ao primeiro ponto de recolha, entre dois pontos de recolha e entre o último ponto de recolha de volta até ao ponto de partida;

- **Tempo de pesquisa + tempo de *picking***, que neste caso, será o tempo desde que o *picker* chega ao local do artigo até efetivamente separar esse mesmo artigo.

Esta divisão na medição dos tempos irá permitir uma análise mais detalhada dos resultados, e dar a perceção de quais são as etapas do processo que devem receber mais importância.

Neste capítulo irão ser feitas propostas de melhoria a cada uma destas fases, e será implementada e testada as melhorias propostas na fase de deslocamento, pois é a fase em que existe a possibilidade de alterar a metodologia relativamente ao processo atual.

### 5.1. Proposta de melhoria nos deslocamentos

#### 5.1.1. Introdução ao *zone picking* e *sort-while pick*

Como foi analisado na literatura, uma solução para a redução de deslocamentos passa pela passagem de uma separação por pedido para uma separação por zona. No entanto, essa mudança cria um processo posterior ao processo de separação, o processo de junção e organização de pedidos, que por motivos de falta de espaço no armazém, não é possível ser realizada.

Surge então a necessidade de criar um processo que faça a separação, a nível de rota, por secção, e a nível de artigos, por pedido. Ou seja, tentar encontrar um equilíbrio entre estas duas formas de separar.

Tendo em conta as condições de separação e a literatura analisada, uma das maneiras de aliar a separação por zona e evitar a criação de um processo extra é através do *zone picking* com *sort-while pick*. O *zone picking* requer a divisão da loja de forma lógica, e o *picker* só passa de uma zona para outra quando todas as linhas dessa zona estiverem separadas (R. de Koster et al., 2007).

Como a aplicação utilizada para a separação na loja já tem a opção de “separação por secção”, é possível transpor as ideias de de Koster et al. (2007) para a loja, sendo que cada zona do *zone picking* seria uma secção da loja.

No entanto, esta tipologia de separação difere da separação por pedido, uma vez que é necessário filtrar a quantidade de pedidos a separar, tendo em conta que na primeira tipologia, o *picker* ia separando pedidos até ter o carrinho cheio. Nesta nova metodologia, será necessário fazer uma pré-análise aos pedidos que existem para separar, e a partir dessa análise, filtrar de forma a que resulte num número de linhas que não exceda a capacidade do carrinho.

Desta forma, para seleccionar o que deve ser separado, deveremos seguir umas das heurísticas de *orderbatching* analisadas na literatura, sendo a *priority rule-based algorithm* a mais indicada para o caso de estudo, uma vez que já existe uma ordem de prioridades, mais concretamente utilizando a composição de grupos *Next-Fit*, uma vez que o sistema só permite filtrar por datas de disponibilidade.

Todas as opções foram tomadas mediante as condições do sistema de separação da loja, uma vez que este é bastante limitado e não é muito flexível em termos de agrupamento de pedidos para separação, sendo filtrar por data de disponibilidade e a tipologia de venda as únicas variáveis que podemos trabalhar.

### **5.1.2. Processo de separação por secção**

Este processo inicia-se ainda no armazém. Para analisar os pedidos que irá separar, o *picker* deve abrir o Localiza na tipologia de pedidos que pretende separar. Filtrando na tipologia de pedidos e retirando pedidos com anomalias, o *picker* deve verificar os pedidos por ordem de data de disponibilidade menor e ver até que pedido conseguirá

passar em apenas uma viagem à loja. Fazendo essa análise, o *picker* deve registar a data de disponibilidade do último pedido.

De seguida, o *picker* deve abrir a opção “Separação por secção”. Aí deve colocar a primeira secção que passa mal saia do ponto de partida, no caso específico da loja, a secção de tapetes. Após colocar a secção que pretende separar, deve, nos filtros, colocar o intervalo das datas de disponibilidade desde o dia atual até ao dia da data de disponibilidade registado no ponto anterior, sendo que assim, tudo o que irá aparecer serão linhas dos pedidos pré-selecionados para a separação por secção.

Após este processo de filtragem, o *picker* deve separar todas as linhas que estejam na listagem dessa secção. Quando terminada a primeira secção, o *picker* deve alterar para a secção seguinte e separar, e assim sucessivamente, até completar uma volta à loja.

Relativamente à fase “Investigar o problema” quando o artigo não se encontra na prateleira, esta será igual ao do processo anterior, uma vez que os processos se distinguem nos deslocamentos e na ordem de separação dos artigos, e não têm impacto nesta fase do processo.

O processo pode ser visualizado com detalhe no fluxograma da Figura 22 e o fluxograma da fase de investigação na Figura 23.

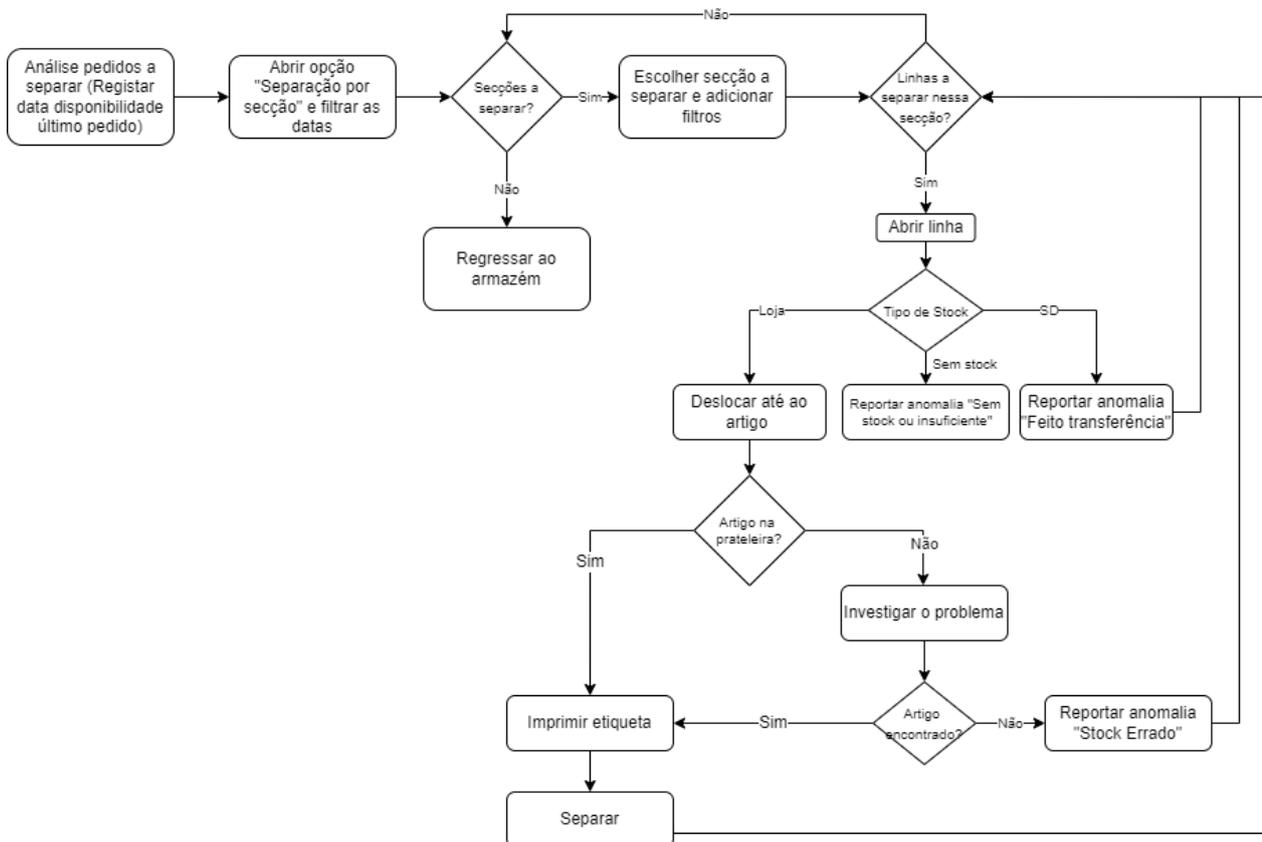
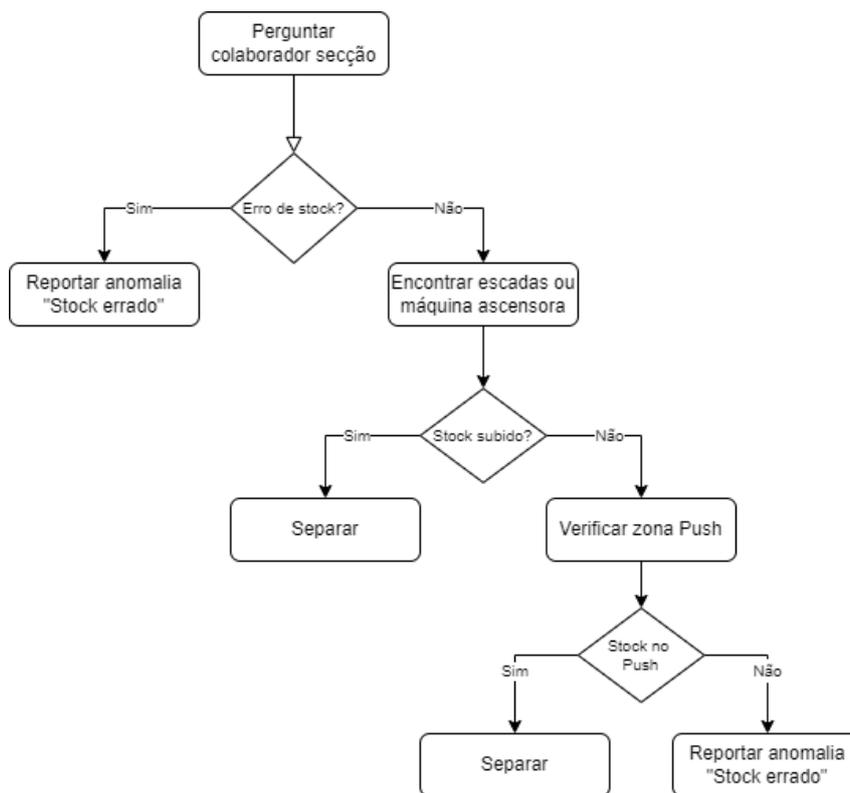


Figura 22. Processo de separação por secção



**Figura 23.** Fase de “Investigar a situação”

### 5.1.3. Implementação

Numa primeira fase, neste processo de implementação, de forma a dar conhecimento aos colaboradores deste novo processo, e de forma a conseguirem assimilar o que lhes era pedido, foi realizado um período experimental, na qual não foram retiradas nenhuma medições.

O objetivo principal era o *picker* ficar a perceber o processo e dar uma oportunidade para se habituar ao mesmo, de modo a que os resultados da medição fossem os mais fiáveis possíveis e não fossem comprometidos por variáveis que só ocorrem numa primeira fase de implementação.

Devido à implementação decorrer numa altura em que a loja estava numa fase em que havia bastantes pedidos para serem separados, quer devido a promoções, quer devido à sazonalidade, esta nova metodologia foi apenas testada durante a parte da tarde, quando os pedidos com menor tempo para serem processados estivessem já tratados.

Durante esta primeira fase de testagem foram ocorrendo algumas situações que acabarão por influenciar os resultados da medição, tais como:

- O filtro das datas saía sempre que se mudasse de secção;
- Artigos associados a pedidos com anomalias aparecem na lista a separar, e só é visível a anomalia quando se entra no artigo a separar, sendo que não é possível filtrar em pedidos sem anomalia nesta modalidade de separação.

Estes dois problemas irão ter bastante influência nos resultados, uma vez que pode condicionar o que o *picker* irá separar, assim como, o tempo que levará para separar, uma vez que ambos os problemas, especialmente o segundo, terão um impacto bastante acentuado nos tempos de *setup*.

A fase de introdução e de assimilação deste novo procedimento durou cerca de uma semana.

#### 5.1.4. Medição

Para a medição deste novo processo, foi importante juntar os conhecimentos adquiridos na literatura e na análise da implementação deste processo. Como verificado na implementação, a aplicação utilizada para esta tipologia de separação não está totalmente otimizada, sendo que será necessário ter em conta o impacto que essa falta de otimização possa ter no nosso processo. Para tal, a medição (Tabela 7) foi realizada pormenorizadamente, segundo a divisão feita por Tompkins et al. (2010) ou seja, foram medidos os tempos da fase de *setup*, fase de deslocamentos e fase de *picking*:

Esta divisão na medição dos tempos irá permitir uma análise mais detalhada dos resultados, e dar a perceção de quais são as etapas do processo que devem receber mais importância.

A medição foi realizada durante o período da tarde em dias em que a separação de pedidos já estava bem adiantada, durante a primeira quinzena do mês de junho.

**Tabela 7.** Dados da medição da amostra da separação por secção

<b>Tempo Separar</b>	<b>Pedidos Analisados</b>	<b>Linhas Analisadas</b>	<b>Linhas Separadas</b>	<b>Linhas não separadas</b>	<b>Taxa Sucesso</b>	<b>Linhas por pedido</b>
04:48:00	46	82	70	12	85,37%	1,8

Analisando a tabela, no total, foi medido um período de 4 horas e 48 minutos dentro da loja, tendo sido analisada a separação de 46 pedidos, estando dentro destes

inseridas um total de 82 linhas visitadas. Dentro destas linhas, 70 foram efetivamente separadas e, em contraste, 12 não foram e nas quais foram reportadas anomalias. Ou seja, no total, cerca de 85.37% das linhas que geraram deslocamentos foram separadas.

**Tabela 8.** Número de linhas analisadas por secção

	<b>Total</b>	<b>Percentagem</b>
Madeiras	10	12,20%
Conforto	6	7,32%
Ferramentas	3	3,66%
Tapetes	0	0,00%
Cerâmica	0	0,00%
Sanitários	5	6,10%
Cozinhas	4	4,88%
Jardim	41	50,00%
Ferragens	7	8,54%
Pintura	2	2,44%
Decoração	3	3,66%
Iluminação	1	1,22%
<b>Total</b>	82	100,00%

Em relação às secções, 50% das linhas pertencem à secção de Jardim, com 41 linhas visitadas. De seguida a secção de Madeiras contém 10 linhas da amostra total, a secção de Ferragens com 7 e Conforto com 6, que em percentagem corresponde a 12.2%, 8.54% e 7.32%, respetivamente. Das restantes secções, Sanitários contém 5 linhas, Cozinhas com 4, Ferramentas e Decoração com 3, Pintura com 2, Iluminação com 1, e, sem qualquer linha na amostra, as secções de Cerâmica e Tapetes.

**Tabela 9.** Tempo médio de cada fase do processo de separação por secção

	<b>Tempo total</b>	<b>Percentagem</b>	<b>Tempo médio</b>
<i>Setup</i>	01:20:24	27,92%	00:00:59
Deslocações	00:54:56	19,07%	00:00:40
<i>Pickar</i>	02:32:40	53,01%	00:01:52
<b>Total</b>	04:48:00	100,00%	00:03:31

No global, com este método de separação, cada linha necessita de 03:30 minutos para ser analisada, sendo que, deste tempo, 59 segundos correspondem ao tempo de *setup*, 40 segundos correspondem ao tempo das deslocações e 1 minuto e 52 corresponde ao tempo

de efetiva separação. Em termos percentuais, cerca de 28% corresponde a tempos de *setup*, 19% a tempo de deslocações e 53,01% corresponde a tempos de efetiva separação.

**Tabela 10.** Tempo médio por linha analisada separação por secção

Minutos / Linha Analisada	Minutos / Análise Linha Separada	Minutos / Análise Linha não separada
00:03:31	00:03:20	00:04:35

Analisando a Tabela 10, podemos visualizar, tal como no processo anterior, que uma linha não separada demora mais tempo a ser analisada que uma linha efetivamente separada, o que é considerado normal, pois esta nova metodologia não apresenta impacto na fase de picking do processo de separação.

Com este valor determinado, é possível calcular o número de linhas que a loja terá capacidade para separar utilizando este processo de separação.

$$N^{\circ} \text{ linhas total diárias} = \left( \frac{06:00:00}{00:03:31} \right) \times 1,29 = 131,8 \text{ (131 linhas/dia)}$$

Como visto anteriormente, utilizando o valor de 1.29 colaboradores por dia, é possível comparar o tempo de ciclo com o *takt time* do processo de separação. Ou seja:

$$\frac{03:31 \text{ minutos}}{1,29} = 02:44 \text{ minutos}$$

Uma vez que o tempo de ciclo deste processo é maior que do processo de separação por pedido, também este apresenta um valor superior ao *takt time*, sendo que também não conseguirá separar os pedidos mediante a sua chegada, resultando na acumulação de pedidos de um dia para o outro.

## 5.2. Propostas de Melhoria - Fase de *Setup*

Durante a análise visual do processo, foi denotado que esta fase não ocorre de uma forma tão fluida comparando com o processo anterior, uma vez que, algumas limitações

---

do programa de separação a nível de secção fazem com que o *picker* despenda uma boa parte do seu tempo a alterar e a definir filtros para realizar a sua separação. Problemas como ter que colocar sempre os filtros cada vez que muda de secção, e, sobretudo, o facto de linhas com anomalia estarem na lista e só serem visíveis quando se abre a linha a separar.

Assim, relativamente aos tempos de *setup*, existe claramente um excesso no que toca a tempos de *setup*, sendo que, praticamente, um minuto dos 03:31 minutos totais para a separação são utilizados para a análise e para a filtragem das linhas a separar, o que corresponde a cerca de 27.92% do tempo do processo, o que não é, de todo, ideal. Isto não apenas atrasa o processo, mas também acaba por saturar o *picker* em atividade, devido ao demasiado tempo despendido no dispositivo a tentar perceber o que tem de separar. Isto resulta num processo menos intuitivo, que resulta numa menor capacidade de adesão por parte do *picker*.

No entanto, existem formas de conseguir melhorar a capacidade do dispositivo de separação de forma a privilegiar a separação por secção. As duas condições mais básicas de serem implementadas que iriam privilegiar esta metodologia de separação seriam:

- **Adicionar um filtro que permitisse remover artigos associados a linhas com anomalias;**
- **Na filtragem das datas, não retirar os filtros cada vez que o *picker* alterasse a secção a separar.**

Estas duas pequenas mudanças deverão resultar numa redução considerável nos tempos de *setup* do processo, já que grande parte deles passam por: abrir linhas e perceber que têm anomalia (ou seja, já teriam sido analisadas anteriormente), o que dificulta o processo do *picker*, uma vez que eles não têm forma de sair da lista, o que faz com que o *picker* acabe por estar sempre a abrir os mesmos artigos e a analisar as mesmas linhas; repor os filtros de separação pré-definidos cada vez que se muda de secção, o que se torna cansativo e bastante propício a erros.

No entanto, existem outras medidas que podem ser implementadas, podendo, efetivamente, tornar esta fase do processo otimizada e que pode, ao mesmo tempo, melhorar a fase de deslocamentos, como foi analisado na literatura.

Para tal, seria necessária uma reformulação de todo o programa designado para a separação. A introdução de uma opção que permitisse fazer uma seleção de pedidos a separar e, a partir daí, realizar a separação por uma rota definida iria agilizar bastante, não

só as tarefas do *picker*, como também otimizar as rotas mediante o grupo de pedidos associados. Uma reformulação permitiria abordar possibilidades da literatura mais complexas, de forma a otimizar todo o processo de separação.

Relativamente a esta fase, não é possível implementar nenhuma alteração ao programa utilizado pela loja, sendo que no capítulo seguinte será analisado o desempenho deste processo comparativamente ao anterior, supondo que o tempo de *setup* em ambos fosse idêntico.

### **5.3. Fase de *Picking***

Relativamente à fase de *picking*, que é a junção das fases desde que o *picker* chega à prateleira do artigo e o encontra com a fase em que efetivamente *picka* o artigo no seu dispositivo, os valores são bastantes expressivos. O tipo de separação testada não influencia esta fase do processo, uma vez que só a rota do *picker* é que varia. Como podemos ver na Tabela 10, os valores relativamente aos tempos de uma linha não separada e de uma linha separada têm o mesmo comportamento, sendo que, uma linha mesmo que não separada requer mais tempo para ser analisada.

Apesar da proposta de melhoria testada neste projeto apresentar resultados positivos a nível de deslocamentos, o *bottleneck* deste problema mantém-se nesta fase. Esta parte do processo é a mais complicada de controlar, uma vez que os problemas são externos ao processo.

Da medição desta fase no processo de separação por secção, foi estimado um tempo médio de 01:52 minutos por linha, ou seja, 112 segundos, representando acima de 50% da totalidade do tempo despendido na loja. A mediana obtida dos valores medidos foi de 85 segundos, que corresponde a 01:25 minutos, ou seja, um valor abaixo da média. Em termos de amplitude, o maior valor registado nesta fase do processo foi de 12:10 minutos, enquanto que o menor valor registado foi de apenas 00:10 segundos.

O facto da mediana ser um valor abaixo da média, significa que a maior parte dos valores medidos estão abaixo da média aritmética da amostra, ou seja, são os tempos que estão acima da média que tendem a ser extremamente elevados, o que acaba por aumentar o tempo médio, assim como a variabilidade do processo.

Esta fase do processo, por natureza, irá apresentar um nível de variabilidade superior, porque existem algumas situações que podem afetar o tempo necessário para realizar esta fase. Algumas variáveis das linhas que condicionam o tempo de *picking* são:

- Quantidade de artigos associados a uma linha a separar – separar, por exemplo, três artigos na mesma linha demora, naturalmente, mais tempo que separar apenas um artigo;
- Peso do artigo a separar – é evidente que realizar a separação de uma mesa ou de um tampo irá demorar mais tempo do que separar um tubo de cola.

No entanto, os maiores problemas encontrados nesta fase do processo prendem-se:

- Fiabilidade do stock: quando ocorre um erro de stock, como por exemplo, dizer que existe stock informático e não existe stock físico ou vice-versa;
- Falta de diferenciação do stock de loja: resulta em que seja dado stock informático na loja, mas as possibilidades de o stock estar subido, ou se encontrar ainda na zona *Push* faz com que esta fase do processo se torne bastante demorada e apresente uma variabilidade muito elevada.

Com os valores obtidos na medição desta fase foi realizada uma análise de variabilidade, de modo a provar que esta é uma fase bastante variável, temporalmente, no processo. De modo a calcular o desvio padrão, foi calculado, numa primeira fase, a variância do processo:

$$\text{Variância (var)} = \frac{\sum(xi - x)^2}{n} = 16017$$

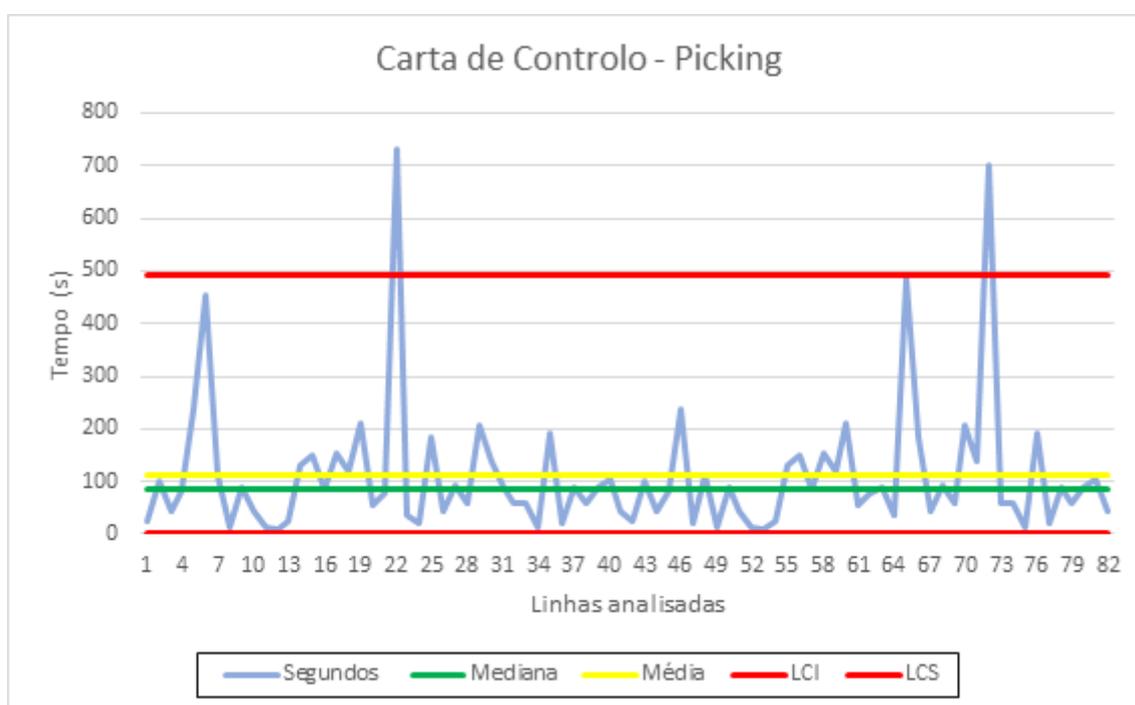
Com a variância calculada, podemos calcular o desvio padrão deste processo. Assim, temos:

$$\text{Desvio padrão } (\theta) = \sqrt{\frac{\sum(xi - x)^2}{n}} = \sqrt{16017} = 126,6 \text{ segundos}$$

Podemos verificar que esta fase do processo apresenta uma média de 112 segundos e um desvio padrão de 126,6 segundos. Com estes resultados, é possível concluir que estamos perante um processo com uma variabilidade extrema, e que a média representa

apenas um valor ilustrativo para um processo que não apresenta nenhuma conformidade nos seus valores.

Foi desenvolvida uma carta de controlo para analisar se é possível encontrar algum tipo de tendência nos valores obtidos. Para determinar os limites de controlo superior e inferior, foi somado e subtraído à média, respetivamente, três vezes o valor do desvio padrão. Como para o limite de controlo inferior o valor seria negativo, foi atribuído o valor zero, uma vez que não existem tempos negativos.



**Figura 24.** Carta de Controlo da fase de picking

Olhando para o gráfico, podemos concluir que o processo está fora de controlo, pois existem ocorrências que excedem o limite de controlo superior. Dentro dos valores obtidos, praticamente todas as linhas registaram valores inferiores a 250 segundos, apresentando apenas quatro linhas a excederem bastante esse valor temporal. Analisando em concreto estas quatro linhas, foi averiguado que 3 linhas não foram separadas e apenas 1 delas foi, efetivamente, separada. Ou seja, foram linhas em que, certamente, não foi encontrado o produto no seu respetivo local e foi necessário recorrer ao procedimento “Investigar a situação” do fluxograma do processo (Figura 23). Destas análises que exigiram um maior tempo investido pelo *picker* apenas uma foi efetivamente separada, o que

---

representa uma grande porção de tempo que, no final, acabou por não acrescentar valor, quer à empresa, quer ao cliente.

Uma solução que pode, efetivamente, melhorar e reduzir a variabilidade deste processo poderá ser a implementação de um sistema diferente na descrição de *stocks*. Atualmente, na loja apenas existe a distinção do *stock* em armazém e do *stock* de loja, sendo que esta é realizada aquando da validação dos produtos à entrada do armazém. Apenas a mercadoria que será localizada em SD é que é atribuída como *stock* de armazém e a restante mercadoria que vai para a zona *Push* é diretamente designada como *stock* de loja. Esta atribuição precoce resulta em muitas vezes as linhas darem *stock* em loja, quando na verdade, isso não acontece.

**Uma das formas para que a empresa possa melhorar esta fase do processo será criando novas tipologias de *stock*, de forma a tornar as suas localizações mais específicas e de forma a não criar indecisões aos *pickers*.** Saber em antemão que os artigos estão subidos ou ainda no armazém irá reduzir deslocamentos até ao local e irá reduzir também o tempo que o *picker* utiliza para perceber de qual problema se trata.

Para tal, a criação de dois novos tipos de *stock* poderá agilizar e simplificar o processo de separação da loja. O primeiro seria o ***stock Push***, que seria atribuído mal fosse validado na receção de mercadorias, no armazém. Depois, quando fosse realizada a reposição, mediante o local no qual o artigo fosse colocado na loja, seria atribuído como *stock* de loja (já existente) ou ***stock subido***. Desta forma, quando fosse realizada a separação, o *picker* conseguiria ter uma informação mais personalizada e específica e, assim, tomar decisões mais rapidamente.

Em termos práticos, **a fase de investigação do problema seria eliminada do processo**, uma vez que essa análise já não seria necessária perante as novas informações disponibilizadas pelo dispositivo. Assim, o *picker* precisa apenas de analisar os tipos de *stock* disponíveis, só realizando a deslocação caso os *stocks* sejam de loja e/ ou subido. Deste modo, o número de deslocamentos desnecessários diminuirá, e, em caso de *stock* subido, eliminar-se-á uma primeira fase de pesquisa e de abordagem a um colaborador da secção para confirmar onde está o artigo.

É possível visualizar todas estas alterações nos fluxogramas simplificados dos processos de separação (Figura 25, Figura 26). Como podemos observar, a fase de investigação deixa de existir, o que deverá reduzir os tempos da fase de *picking*, e ao mesmo

tempo, reduzir a sua variabilidade. No entanto, esta fase terá sempre uma variabilidade elevada, uma vez que neste processo são separadas linhas com tamanhos, quantidades e pesos distintos.

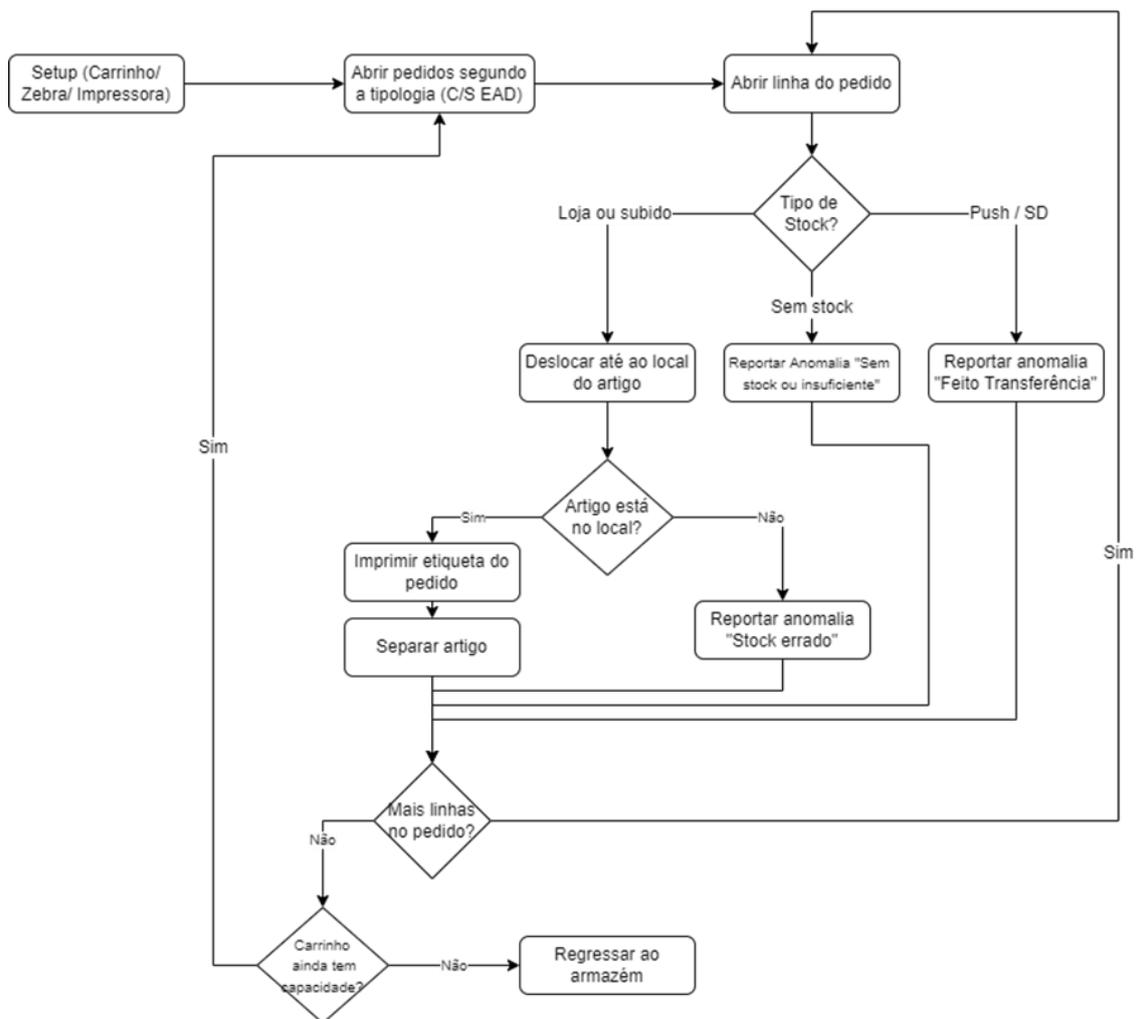
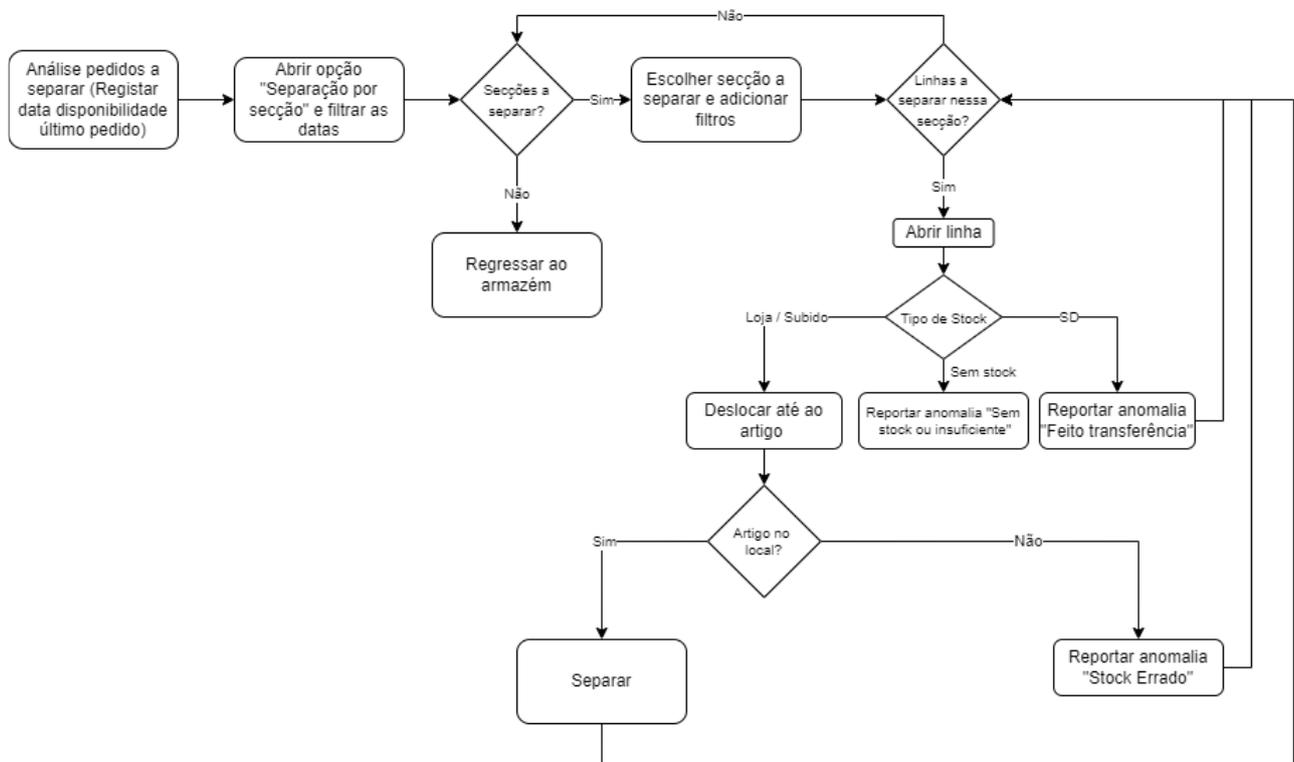


Figura 25. Processo de separação por pedido com diferenciação de stocks



**Figura 26.** Processo de separação por secção com diferenciação de stocks

No capítulo seguinte, será realizada uma análise de sensibilidade aos valores e perceber como é que uma maior diferenciação do *stock* pode impactar positivamente o processo de separação.

## 6. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo, será realizada uma análise aos resultados obtidos relativamente às medições realizadas nos capítulos anteriores. Numa primeira fase será realizada uma análise aos resultados de cada processo medido e, posteriormente, uma comparação direta entre os valores de ambos os processos, com especial foco na fase de deslocamentos, que foi a fase em foco nesta comparação. Na segunda parte deste capítulo, será realizada uma análise de sensibilidade, mais concretamente no processo de separação por secção, para perceber como é que a empresa poderá manipular as opções de separação de modo a obter uma separação por secção o mais otimizada possível.

### 6.1. Análise de resultados

#### 6.1.1. Separação por pedido

Este processo foi medido de forma a criar valores base, para que uma comparação entre estas duas tipologias de separação possa ser realizada. A divisão em fases do processo na medição apenas ocorreu na medição do processo de separação por secção, uma vez que este foi realizado após a revisão da literatura.

Recapitulando, o resultado da medição resultou num valor médio de 03:08 minutos para tratar de uma linha que envolva deslocamento. É um processo que ocorre fluidamente a nível de *setup*, uma vez que o programa de separação torna a procura por pedido bastante acessível, não sendo necessário estar sempre a alterar filtros. O *picker* abre o pedido e desloca-se ao primeiro artigo, *picka* e separa a linha, avança para a próxima e assim sucessivamente. Foi calculado uma média de 10 segundos por pedido a nível de *setup*. Devido à filosofia de separação, é um processo que envolve maiores deslocamentos, muitas vezes desnecessários, que muitas vezes dá a perceção que o processo está a ocorrer fluidamente, no entanto, desperdícios a nível de movimentações e, conseqüentemente, de tempo estão a ocorrer.

Os processos só modificam nas fases de *setup* e deslocamento, sendo que a fase de *picking* não é afetada. Perante isto, é possível criar uma estimativa para os tempos de cada fase do processo de separação por pedido, considerando a fase de *picking* como tendo os mesmos valores que o processo de separação por secção. Considerando também o período de *setup* de 10 segundos:

$$\text{Tempo por linha} = \text{Fase de Setup} + \text{Fase de Deslocamento} + \text{Fase de Picking}$$

Sendo:

$$\text{Tempo por linha} = 03:08 \text{ minutos/linha}$$

$$\text{Fase de Setup} = 00:10 \text{ minutos/linha}$$

$$\text{Fase de Picking} = 01:52 \text{ minutos/linha (retirado do processo por secção)}$$

$$\text{Fase de Desclocamentos} = 03:08 - 00:10 - 01:52 = \mathbf{01:06 \text{ minutos/linha}}$$

#### 6.1.1.1. Colaboradores necessários para igualar a procura

De acordo com a medição realizada, atualmente, a loja não tem capacidade para separar todos os pedidos que vão chegando no mesmo dia, sendo que vão ficando para o dia seguinte, criando um ciclo infinito.

#### Adição colaborador em modo full-time

Adicionando um colaborador à equipa de *pickers* e considerando que no domingo apenas está ao serviço um colaborador na mesma, podemos delinear um horário (Tabela 11) que resultará em que estejam disponíveis durante todos os dias 2 *pickers* para a separação, e, na segunda-feira, 3 *pickers* disponíveis, de modo a compensar os pedidos que não foram separados no domingo. Assim:

$$N^{\circ} \text{ colaboradores a separar} = \frac{(3 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1)}{7} = 2 \text{ colaboradores/dia}$$

**Tabela 11.** Divisão de folgas com 4 colaboradores na equipa

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Colaborador A	X	X	X	X	Folga	Folga	X
Colaborador B	X	Folga	X	X	X	X	Folga
Colaborador C	X	X	Folga	X	X	X	Folga
Colaborador D	X	X	X	Folga	X	X	Folga

Comparando com os valores calculados na Tabela 6, o número médio de colaboradores obtido é superior à necessidade de todos os meses. Assim, com a adição de um colaborador à equipa de *pickers*, será possível, através deste método de separação, cumprir a missão de acordo com a procura diária. No entanto, em meses de maior procura, pode não ser suficiente, pois teriam de trabalhar numa eficiência de 96%, o que é bastante complicado, ainda para mais para um processo que apresenta uma variabilidade elevada.

### **6.1.2. Separação por secção**

Como referido anteriormente, este é um novo processo e, como tal, é necessário analisar não apenas os resultados, mas também a forma como o processo ocorre, o que pode melhorar e como melhorar o processo. O foco deste novo processo é reduzir deslocamentos, no entanto, esta mudança de metodologia nos deslocamentos pode não ser acompanhada por um sistema eficiente para a realização do mesmo, como é o caso.

A nível de deslocações, foi possível perceber que existem menos transições entre secções durante a separação, o que faz com que se reduza o tempo de deslocamentos, evitando desperdícios, quer a nível temporal, como a nível de movimentações. Um tempo médio de 40 segundos por linha em deslocações, e apenas 19.07% do tempo total do processo, podemos concluir que desta forma o processo tem os seus maiores problemas noutras fases do mesmo, e que uma otimização das outras fases, aliada a esta tipologia de separação, pode melhorar a produtividade deste processo.

### **6.1.3. Comparação de processos**

Após realizada a análise aos processos, é possível fazer uma comparação entre ambos. Comparando diretamente o valor obtido do valor médio de análise de uma linha entre os dois processos, podemos ver que o processo de separação por pedido é mais rápido

(Tabela 12). No entanto, existem cenários e possíveis alterações que podem ser realizadas que podem levar a melhores resultados, especialmente no segundo processo, uma vez que é o processo que apresentou mais problemas na sua implementação e medição.

**Tabela 12.** Comparação tempos médios por linha entre ambos os processos

	Minutos / Linha	Minutos /Linha Separada	Minutos /Linha Não Separada
Pedido	00:03:08	00:02:41	00:03:52
Secção	00:03:31	00:03:20	00:04:35

A verdadeira missão desta comparação passa por, não só fazer uma comparação entre o tempo médio total de cada linha, mas avaliar a variação dos deslocamentos realizados na separação, e qual das metodologias seria melhor nesse aspeto.

Comparando os tempos de deslocamentos, é possível concluir, que o processo de separação por secção apresenta menos distâncias percorridas, considerando uma velocidade constante, reduzindo, assim, desperdícios a nível de movimentações e tempo. No entanto, o tempo de *setup* do segundo processo é claramente maior que o tempo de *setup* do primeiro, o que resulta num tempo médio por linha superior.

$$\text{Redução tempo deslocamentos} \left( \frac{\text{min}}{\text{linha}} \right) = 00:01:06 - 00:00:40 = 00:00:26$$

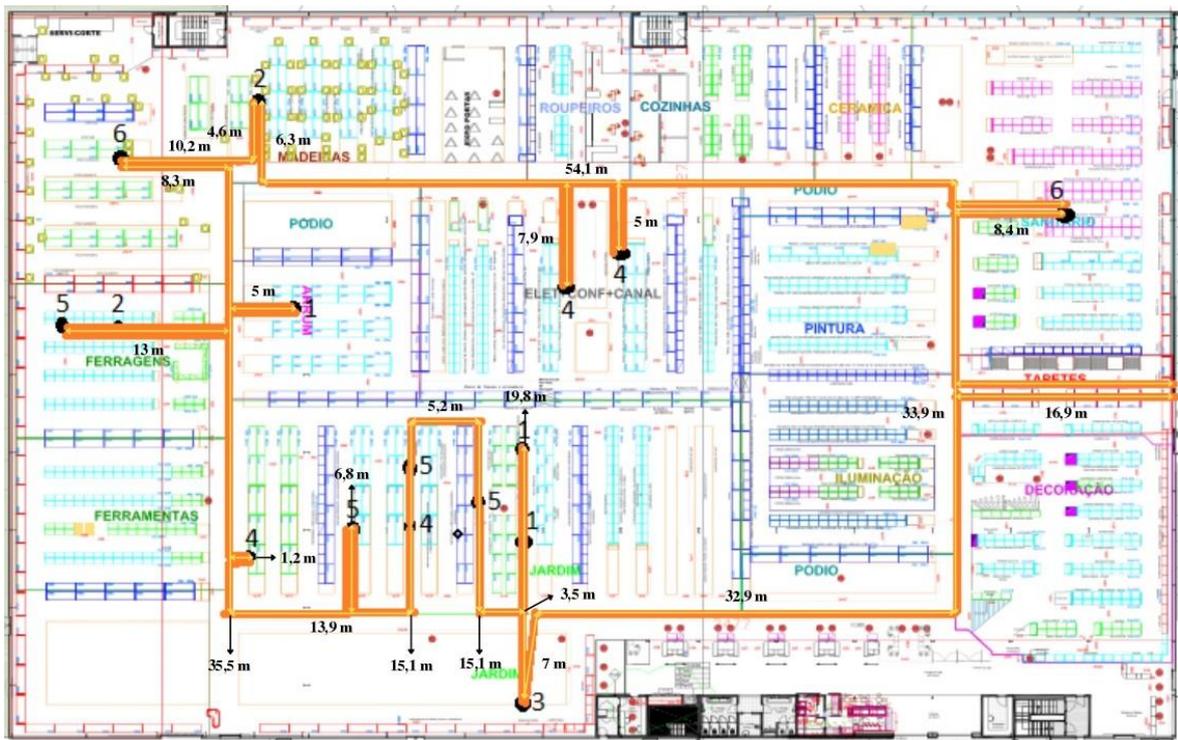
$$\text{Redução tempo deslocamentos} (\%) = \frac{00:00:26}{00:01:06} = 39,4\%$$

É possível visualizar a diferença da rota utilizada pelo *picker* em cada um dos processos através de um diagrama de *Spaguetti*. Considerando a seguinte lista de pedidos:

- Pedido 1-** 3 linhas (2 em Jardim e 1 em Ferragens);
- Pedido 2-** 2 linhas (1 em Ferragens e 1 em Madeiras);
- Pedido 3-** 1 linha (1 em Jardim);
- Pedido 4-** 4 linhas (2 em Conforto e 2 em Jardim);
- Pedido 5-** 4 linhas (3 em Jardim e 1 em Ferragens);
- Pedido 6-** 2 linhas (1 em Sanitários e 1 em Madeiras).

No total, esta rota terá 16 linhas para serem separadas, inseridas em 5 secções. Na primeira imagem (Figura 27) está representada a rota utilizada pelo *picker* utilizando a separação por pedido. A rota a vermelho demonstra os deslocamentos realizados para a separação do pedido 1, a verde o pedido 2, a laranja o pedido 3, a azul o pedido 4, a verde





**Figura 28.** Rota do picker utilizando a separação por secção

Nas tabelas seguintes estão inseridos todos os deslocamentos realizados e o somatório dessas mesmas distâncias por pedido (Tabela 13) e por secção (Tabela 14).

**Tabela 13.** Deslocamentos por pedido

Pedido	Deslocamentos (m)										Soma (m)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pedido 1	17	18,1	33,3	15,6	22,5	7,8	4	-	-	-	-	118,3
Pedido 2	5,8	1,8	6,9	6,9	9,7	3,5	6,3	-	-	-	-	40,9
Pedido 3	5,6	36,5	23,7	6	-	-	-	-	-	-	-	71,8
Pedido 4	6,7	6,8	6,8	22,1	32,9	1	1	29,5	7,2	7,2	4,2	125,4
Pedido 5	4,6	30,7	12,5	12,5	33,7	9,7	15,2	10	3	3	5,7	140,6
Pedido 6	5,9	22	19,8	6,2	6,9	1	58	15,9	7,9	7,9	17	168,5
<b>Total (m)</b>											<b>665,5</b>	

**Tabela 14.** Deslocamentos por secção

	Deslocamentos (m)													Soma (m)		
Sanitários	16,9	15,9	7,9	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,6		
Conforto	54,1	7,9	7,9	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	79,9		
Madeiras	6,3	4,6	10,2	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,4		
Ferragens	5	5	13	13	35,5	-	-	-	-	-	-	-	-	71,5		
Jardim	1,2	1,2	13,9	6,8	6,8	15,1	5,2	15,1	3,5	19,8	19,8	7	7	122,4		
Regresso	32,9	18	16,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,8		
															<b>Total (m)</b>	<b>419,6</b>

Como podemos analisar, neste exemplo, o primeiro processo envolve cerca de 665,5 metros de deslocações por parte do *picker*, enquanto que, o segundo processo apenas envolve 419,6 metros. Ou seja:

$$\text{Redução deslocamentos (m)} = 665,5 - 419,6 = 245,9 \text{ m}$$

$$\text{Redução deslocamentos (\%)} = \frac{245,9}{665,5} = 36,95 \%$$

Este exemplo, em termos percentuais, vai de encontro com os resultados obtidos na medição. Considerando que o *picker* se desloca a uma velocidade constante de 4 km/h durante as suas deslocações, é possível calcular a poupança de tempo associada:

$$\frac{4000 \text{ metros}}{245,9 \text{ metros}} = \frac{60 \text{ minutos}}{x}$$

$$x = \frac{(60 \times 245,9)}{4000} = 3,69 \text{ minutos}$$

Sabendo também que durante esta rota foram separadas 16 linhas, podemos calcular o tempo poupado em deslocamentos por cada linha:

$$\begin{aligned} \text{Redução tempo por linha (minuto/linha)} \\ = 3,41 \text{ minutos}/16 \text{ linhas} = 14 \text{ segundos/linha} \end{aligned}$$

Ou seja, com esta nova metodologia de separação, neste caso específico será gerada uma poupança de 14 segundos por linha e 245,9 metros no total da rota. Claramente, a separação por secção a nível de deslocamentos é a melhor opção para o caso de estudo. Enquanto que o primeiro método se baseia apenas e só na ordem dos pedidos, o segundo método organiza os mesmos de forma a otimizar o processo, e a reduzir os desperdícios sobre a forma de movimentações.

Em suma, comparando ambos os processos (Tabela 15), podemos perceber que na fase de *setup*, o processo de separação por pedido é melhor, devido ao sistema de separação privilegiar essa metodologia. Relativamente à fase de deslocações, o processo de separação por secção é claramente a melhor opção, reduzindo os deslocamentos realizados e, em consequência, o tempo para os realizar. Em relação ao tempo de *picking*, estes dois processos não alteram esta fase do processo, sendo que será idêntica em ambos os casos. No geral, o processo de separação por pedido apresentou valores médios inferiores ao de separação por secção, sendo que, na tomada de decisão meramente baseada em produtividade do processo, o primeiro deverá ser o escolhido pela empresa.

**Tabela 15.** Comparação dos tempos de cada fase dos processos

	Separação por pedido	Separação por secção
<i>Setup</i>	00:00:10	00:00:59
Deslocamentos	00:01:06	00:00:40
<i>Picking</i>	00:01:52	00:01:52
Geral	0:03:08	0:03:31

Porém, uma remodelação do sistema utilizado que optimize a separação por secção irá, claramente, tornar esta segunda metodologia a melhor, quer para a empresa, quer para o *picker* que irá necessitar de menos esforço físico para realizar o seu trabalho.

De seguida, será feita uma análise de como é que as melhorias sugeridas nas fases de *setup* (para o processo de separação por secção) e *picking* (para ambos) poderão afetar a produtividade deste processo.

## 6.2. Análise de Cenários e Sensibilidade

Neste ponto, será realizada uma análise e os possíveis cenários que podem ser integrados neste processo, de forma a analisar o comportamento, assim como atingir o potencial do mesmo. Para tal, irá ser feita uma avaliação ao comportamento de algumas variáveis nas fases de *setup* e de *picking* do processo e como isso poderá influenciar a fluidez e, sobretudo, a eficiência e a produtividade do mesmo.

### 6.2.1. Variação dos tempos de *setup*

Como foi analisado anteriormente, o tempo de *setup* do processo de separação por secção é bastante elevado, demonstrando assim uma falta de otimização. Por isso, esta metodologia de separação acaba por se tornar a menos produtiva.

De acordo com os dados obtidos, de forma a obter o tempo de *setup* necessário para igualar o tempo médio por linha entre os dois processos analisados, teremos:

$$\begin{aligned} \text{Tempo médio por pedido} &= \text{Tempo médio por secção} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 03:08 &= \text{Tempo setup} + 01:52 + 00:40 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \text{Tempo setup} &= 00:36 \text{ minutos/linha} \end{aligned}$$

Ou seja, com uma redução dos tempos de *setup* para 36 segundos por linha, o processo de separação passa a ter o mesmo tempo médio. No entanto, este valor, continua a ser um valor alto para o *setup*. Considerando que o tempo de *setup* da separação por pedido de 10 segundos é um valor bastante positivo, e tendo em conta as melhorias propostas no capítulo anterior que podem ser realizadas na plataforma de separação, podemos fazer uma estimativa para um tempo de *setup* idêntico para a separação por secção. Sendo assim, considerando um tempo de *setup* de 10 segundos neste processo, teremos:

$$\begin{aligned} \text{Tempo médio por secção} &= \text{Tempo setup (pedido)} + 01:52 + 00:40 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \text{Tempo médio por secção} &= 00:10 + 01:52 + 00:40 \\ &= \mathbf{02:52 \text{ minutos/linha}} \end{aligned}$$

Comparando os valores de ambos os processos e atribuindo um mesmo tempo de *setup*, o processo de separação por secção torna-se o mais eficiente.

$$\text{Melhoria (\%)} = \frac{(03:08 - 02:52)}{03:08} = 8,51\%$$

Com os resultados obtidos, podemos calcular o número de linhas que um *picker* irá separar durante um dia de trabalho neste processo, ou seja, cerca de 6 horas:

$$N^{\circ} \text{ linhas por dia} = \frac{06:00:00}{00:02:52} = 125,6 \text{ linhas por dia} = 125 \text{ linhas}$$

Comparando com o processo de separação por pedido, utilizando o valor de 03:08 minutos por linha:

$$N^{\circ} \text{ linhas diárias} = \frac{06:00:00}{00:03:08} = 114,8 \text{ linhas/dia} = 114 \text{ linhas}$$

Com estes dados podemos concluir que, apenas melhorando o dispositivo de separação de modo a facilitar a separação por secção, um *picker* conseguiria analisar, em média, mais 9 linhas, diariamente.

### **6.2.2. Análise aos tempos de *picking***

De acordo com os dados obtidos no capítulo anterior, a fase de *picking* apresenta grande variabilidade nos seus valores, quer por variáveis intrínsecas aos artigos, quer por variáveis extrínsecas aos mesmos. Os resultados mostraram que a média aritmética e a variabilidade são altamente influenciadas pelos valores acima da média, que apresentam extrema discrepância dos restantes valores, gerados na maior parte dos casos pela fase de “Investigação da situação” do fluxograma dos processos de separação.

Com as propostas de melhoria apresentadas relativamente a esta fase do processo, nomeadamente a introdução de novos tipos de *stock* (que irão ajudar o *picker* a ter um conhecimento mais preciso das linhas que está a separar), esta fase será eliminada. De forma a calcular uma estimativa para os valores deste processo sem ter esta fase associada,

podemos retirar da amostra todos os pedidos que não foram separados, porque todas as linhas não separadas tiveram a fase “Investigar a situação” associada, ou seja, retirando essas linhas, estaremos a aproximar os nossos dados dos resultados que teríamos caso este processo fosse eliminado.

**Tabela 16.** Comparação do tempo da fase de *picking* entre as linhas separadas e a totalidade das linhas

	Nº linhas	Média	Mediana
Separadas	68	92,3	80
Total	82	111,7	85

Analisando a Tabela 16, resultou uma média por linha de 92,3 segundos, cerca de menos 20 segundos do que com a totalidade da amostra. Já a mediana obtida foi 80 segundos, ou seja, 50% da totalidade das linhas demora 80 segundos ou menos a ser separada.

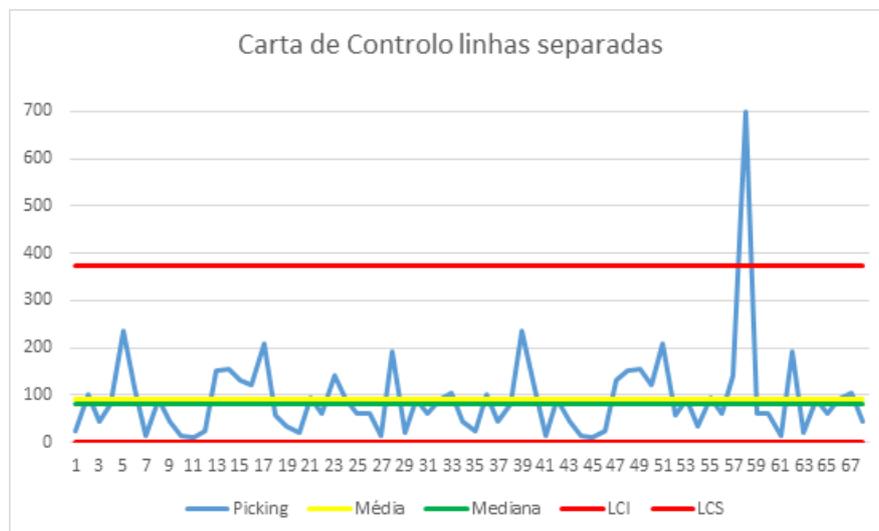
Foi calculada também a variância destes valores, ou seja, teremos:

$$\text{Variância (var)} = \frac{\sum(xi - x)^2}{n} = 8793$$

Assim, é possível calcular o desvio padrão:

$$\text{Desvio padrão } (\theta) = \sqrt{\frac{\sum(xi - x)^2}{n}} = \sqrt{8793} = 93,8 \text{ segundos}$$

Com estes dados foi possível reconstruir a Carta de Controlo, como pode ser visto no gráfico (Figura 29). Podemos observar que a maior parte dos valores já se encontram mais próximos da média, apresentando a variabilidade natural desta fase do processo pelas razões já mencionadas.



**Figura 29.** Carta de Controllo das linhas separadas

Visualizando a nova carta, podemos verificar que o processo ainda se encontra fora de controlo. No entanto, o ponto da amostra fora da linha de controlo superior trata-se de uma linha que foi separada com o auxílio de um dispositivo ascensor. Contando que, nesta nova definição de *stocks*, o *picker* já saberia que o artigo estaria subido, este tempo medido reduziria bastante, uma vez que poderia proceder logo à separação, não perdendo tempo a procurar na prateleira e, talvez, a procurar um colaborador da secção para obter mais informações.

Apesar destes valores já serem melhores que os medidos anteriormente, os resultados podem ainda ser melhores, pois na amostra estudada ainda podem ocorrer situações, que com as melhorias sugeridas, deixariam de existir. Mesmo que, dentro desta amostra, todas as linhas tenham sido separadas, existem ainda linhas que necessitaram de realizar a fase “Investigar a situação” (como por exemplo o ponto fora da linha de controlo). Ou seja, é de antever que os resultados possam ainda ser melhores que os resultados obtidos utilizando esta amostra.

### 6.2.3. Três fases do processo otimizadas

Após analisadas as 3 fases do processo de separação, e como impactar positivamente cada uma destas fases, é possível calcular os valores obtidos caso todas estas sugestões de melhoria sejam implementadas. O processo, como foi calculado, que apresenta um maior potencial para a empresa é o de separação por secção.

Para o cálculo do tempo médio por linha necessário, irão ser utilizados os valores mais baixos calculados em cada análise, ou seja:

- Tempo de *setup* = 10 segundos
- Tempo de deslocamentos = 40 segundos
- Tempo de *picking* = 92,3 segundos

Assim, o tempo médio por linha será:

*Tempo médio por linha (min/linha)*

$$\begin{aligned} &= \textit{Tempo de setup} + \textit{Tempo deslocamentos} + \textit{Tempo de picking} \\ &= 10 + 40 + 92,3 \textit{ segundos} = 142,3 \textit{ segundos} \approx 02:23 \textit{ minutos} \end{aligned}$$

Assim, durante as 6 horas de trabalho, um *picker* consegue analisar:

$$N^{\circ} \textit{ total linhas diárias por picker} = \frac{06:00:00}{00:02:23} \approx 151 \textit{ linhas}$$

Multiplicando este valor pelo número de colaboradores, atualmente, ao dispor neste processo diariamente, ou seja, 1,29 teremos:

$$N^{\circ} \textit{ total linhas diárias separadas} = 151 \times 1,29 = 194 \textit{ linhas/dia}$$

Comparando este valor com o valor obtido no processo de separação por pedido:

$$\textit{Melhoria linhas separadas por dia} = 194 - 146 = 48 \textit{ linhas / dia}$$

$$\textit{Melhoria (\%)} = \frac{46}{194} = 32,9 \%$$

Comparando diretamente com os valores de *takt time* calculados anteriormente podemos avaliar o número de colaboradores necessários para cumprir com a procura do processo:

$$N^{\circ} \textit{ colaboradores} = \frac{\textit{Takt time}}{\textit{Tempo médio}}$$

**Tabela 17.** Número de colaboradores necessário para a procura mensal com o processo melhorado

Mês	<i>Takt Time</i>	Tempo médio	Nº colaboradores
Janeiro	00:02:13	00:02:23	1,08
Fevereiro	00:02:00	00:02:23	1,19
Março	00:01:57	00:02:23	1,22
Abril	00:01:53	00:02:23	1,27
Mai	00:01:48	00:02:23	1,32
Junho	00:01:38	00:02:23	1,46
Julho	00:01:45	00:02:23	1,37
Agosto	00:01:44	00:02:23	1,38

Como visto anteriormente, a loja tem à disposição, em média, cerca de 1,29 colaboradores a trabalhar por dia, ou seja, mantendo o mesmo número de colaboradores, já é possível, ao final de uma semana, conseguir separar todos os pedidos de acordo com a procura dos meses de janeiro, fevereiro, março e abril.

A tabela seguinte faz uma comparação direta entre os valores obtidos do processo atual e os valores obtidos com as melhorias implementadas (Tabela 18).

**Tabela 18.** Comparação entre os valores do processo atual e os valores com as melhorias implementadas

Mês	<i>Takt Time</i>	Tempo médio (Processo atual)	Tempo médio (Processo Melhorado)	Nº colaboradores (Processo atual)	Nº colaboradores (Processo Melhorado)
Janeiro	00:02:13	00:03:08	00:02:23	1,42	1,08
Fevereiro	00:02:00	00:03:08	00:02:23	1,56	1,19
Março	00:01:57	00:03:08	00:02:23	1,61	1,22
Abril	00:01:53	00:03:08	00:02:23	1,67	1,27
Mai	00:01:48	00:03:08	00:02:23	1,74	1,32
Junho	00:01:38	00:03:08	00:02:23	1,92	1,46
Julho	00:01:45	00:03:08	00:02:23	1,80	1,37
Agosto	00:01:44	00:03:08	00:02:23	1,81	1,38

Perante estes valores, podemos verificar que os 1,29 colaboradores por dia numa semana não são suficientes para separar as linhas ao mesmo ritmo que estas vão sendo criadas nos meses em que a procura é maior.

### **Adição colaborador modo *part-time* ao processo separação por secção**

Podemos considerar que um colaborador em *part-time* iria trabalhar metade das horas de um horário *full-time* por dia durante 5 dias. Assim, podemos recalculer o número médio de *pickers* que a loja teria à sua disposição numa semana de trabalho. Ou seja:

$$N^{\circ} \text{ colaboradores} = (2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) + (0,5 \times 5) = \\ 1,64 \text{ colaboradores/dia}$$

Vendo os valores da Tabela 18 é possível verificar que, esta modalidade é suficiente para ir de encontro com a procura por este processo. Mesmo no mês de maior procura, neste caso junho, podemos ver que é mais que suficiente, e que, certamente, esta diferença de capacidade por parte da loja iria colmatar variações nos tempos médios.

Relativamente a linhas diárias analisadas, podemos comparar o número de linhas que a empresa pode agora analisar, com os valores da procura e com os valores do processo de separação por pedido.

Utilizando a fórmula:

$$N^{\circ} \text{ linhas diárias} = N^{\circ} \text{ linhas por colaborador} \times N^{\circ} \text{ colaboradores}$$

$$N^{\circ} \text{ linhas diárias total} = \left( \frac{\text{Tempo total}}{\text{Tempo médio por linhas}} \right) \times N^{\circ} \text{ colaboradores}$$

Os resultados podem ser vistos na tabela seguinte (Tabela 19).

**Tabela 19.** Capacidade vs Procura de linhas analisadas

Mês	Procura (Linhas / dia)	Separação por pedido (com full timer)	Separação por secção com melhorias (com part timer meses maior procura)
Janeiro	163	230	194
Fevereiro	180	230	194
Março	185	230	194
Abril	192	230	194
Maio	200	230	302
Junho	220	230	302
Julho	207	230	302
Agosto	208	230	302

É possível verificar que, com as melhorias implementadas, o processo será mais produtivo com apenas um *part-timer* do que o processo atual com um colaborador a *full-time* nos meses de maior procura. Apesar de ter menos capacidade nos meses mais calmos, tem na mesma capacidade para separar os pedidos com menos uma pessoa na equipa. Ou seja, caso o objetivo da empresa passe por ser a separação de todos os pedidos no dia em que forem criados, um investimento nas melhorias propostas e num colaborador a *part-time* irá compensar, a médio / longo prazo, do que a aquisição de um membro a *full-time* para a equipa.

Os benefícios da implementação destas melhorias irão, não apenas melhorar a eficiência deste processo, como serão sentidas noutros processos. A diferenciação dos *stocks* irá impactar o nível de fiabilidade de *stock*, garantindo um conhecimento exato dos produtos ao dispor da loja, de modo a servir com a maior qualidade possível o consumidor.

Esta maior capacidade de separação que este processo poderá ter na loja poderá ser uma mais valia para a implementação do *same day delievery*, uma vez que dará à empresa uma forma mais rápida e ágil de separar os artigos, reduzindo o *lead time* e fazendo com que os pedidos dos clientes cheguem mais rapidamente às suas casas.

## 7. CONCLUSÃO

As medidas de restrições aplicadas devido à pandemia revolucionaram totalmente a forma como os clientes realizam as suas compras. O *E-commerce*, especialmente, sofreu um crescimento repentino e antinatural, pois veio facilitar todo o processo de compra e venda, ajudando as pessoas a poupar tempo e a dar outro tipo de possibilidades às que a pandemia lhes tinha retirado. A globalização desta nova metodologia veio para ficar devido à conveniência e conforto que gera ao cliente.

Perante este desenvolvimento, as empresas não podem ficar estagnadas e têm de encontrar soluções para se manterem a par da evolução do mercado, de modo a manterem-se competitivas. Nesta ordem de ideias, o *Leroy Merlin* iniciou um novo projeto com o intuito de criar novas modalidades de venda, com a introdução dos *Next Day Deliveries*, na qual a missão seria entregar encomendas em casa do cliente no dia seguinte à realização da compra no site, com o objetivo de garantir cada vez mais uma melhor qualidade de serviço ao seu cliente. Para que este projeto fosse possível, foi realizada uma análise a todos processos que existem desde que o cliente realiza a sua compra no site da loja, até este chegar a sua casa no dia seguinte.

Este relatório teve como objetivo a análise do processo de *order-picking*. Sendo um dos processos inseridos nesta metodologia, é necessário fazer com que este seja realizado no menor tempo possível, uma vez que, cada vez mais, a loja tem menos tempo para realizar todo o processo de venda. A partir da análise, e com um pensamento *Lean*, procurando reduzir os desperdícios encontrados, o objetivo passou por identificar as causas dos mesmos e procurar encontrar soluções para os mitigar.

Através da análise do processo atual de separação, separação por pedido, foi possível calcular um valor médio de 03:08 minutos por linha. Com este valor e com o número de colaboradores médio a realizar este processo diariamente, foi possível calcular que a loja tinha capacidade para separar, em média, 146 linhas por dia, um valor que está abaixo da procura diária de todos os meses desde o início do ano. Para ser possível à loja separar ao mesmo ritmo da procura, seria necessária a contratação de um novo colaborador em modo

*full time*. Através da análise ao processo foi possível perceber que, a nível de *setup*, o dispositivo estava otimizado para esta metodologia, no entanto, a nível de deslocações, era um processo pouco eficiente, com deslocações a mais que geravam desperdício.

De modo a procurar reduzir os desperdícios que aconteciam na fase de deslocamentos, foi sugerida, com base na revisão, uma separação por secção. Para tal, seria necessário fazer uma pré-selecção do que seria separado antes de iniciar a viagem, de modo a, apesar de se separar por secção, no final, um grupo de pedidos ficarem totalmente separados, de forma a não gerar pedidos parcialmente separados. Os resultados comprovaram que, efetivamente, existe uma grande redução a nível de deslocamentos com esta metodologia, havendo uma redução de cerca de 40% do tempo de deslocamentos. No entanto, devido ao dispositivo de separação não estar otimizado para esta metodologia, os tempos de *setup* subiram consideravelmente, fazendo com que, em média, este processo precisasse de 03:31 minutos para analisar uma linha, um valor acima do processo anterior. Para alavancar o potencial deste processo, foram analisadas as razões por detrás dos tempos de *setup* elevados, e, perante esta análise, foram sugeridas algumas alterações simples que diminuiriam significativamente os tempos obtidos:

- Criação de um filtro que removesse artigos com anomalias associadas, de forma a limpar a listagem de artigos a separar;
- Manter os filtros definidos pelo *picker* para a separação quando este altera a secção a separar, de modo a evitar que esteja sempre a colocar os mesmos filtros, e evitar que erros aconteçam.

Aplicando estas duas propostas no dispositivo de separação, é de prever que os tempos de *setup* fiquem muito próximos dos tempos de *setup* do processo de separação por pedido, sendo que, considerando esse valor, o processo de separação por secção passa a ser o mais rápido, passando para 02:52 minutos, uma evolução de 8,51% ao processo atual, permitindo que cada colaborador conseguisse analisar, em média, mais 9 linhas por dia.

Relativamente à fase restante deste processo, a fase de *picking*, foi identificada como o *bottleneck* do processo, compondo mais de 50% da totalidade do tempo médio de separação. Esta fase do processo apresenta uma grande variabilidade, não apresentando uniformidade nos valores obtidos. O desenvolvimento de uma Carta de Controlo comprovou que o processo está fora de controlo. Analisadas as razões por detrás da elevada variabilidade, foi possível perceber que existem causas intrínsecas aos artigos a separar, como o tamanho e o

peso, e causas extrínsecas, que estavam associadas à fiabilidade de *stock* e à falta de diferenciação de *stocks* sentida. Perante estas conclusões, foi sugerido:

- Implementação de dois novos tipos de *stock*, *stock* subido e *stock push*, de modo a especificar a informação que o *picker* recebe no dispositivo, tomando decisões mais rápidas e eficazes, sem precisar de investigar o porquê de um artigo não estar no local correto.

De modo a fazer uma estimativa da melhoria proposta, foi realizada a análise à amostra sem contar com as linhas não separadas, de modo a excluir, o máximo possível, linhas que necessitaram de realizar a fase “investigar a situação”, uma vez que, com as melhorias propostas, deixaria de existir. Os resultados obtidos demonstraram que o tempo médio reduz bastante.

Em geral, agregando os melhores tempos alcançados nas três fases do processo de separação, foi possível obter um valor médio por linha de 02:23 minutos, sendo que a loja, assim, contando com o número atual de colaboradores teria capacidade de separar 194 linhas em média por dia. Ou seja, mais 48 linhas que o processo atual da empresa. Com esta metodologia, apenas seria necessária a contratação de um colaborador em modo *part-time* nas épocas de maior procura para lidar com a procura do processo.

Assim, a empresa deverá ter em atenção esta análise para determinar o futuro deste processo. Se o objetivo for não realizar nenhuma alteração ao dispositivo de separação, os números apoiam a continuação da utilização do processo de separação por pedido, pois no global, apresenta valores inferiores ao processo de separação por secção. No entanto, para que a empresa tenha a capacidade de separar todos os pedidos à medida que vão chegando, será necessária a contratação de um colaborador em modo *full-time*.

Por outro lado, se a empresa tiver como objetivo melhorar a produtividade deste processo deverá, de modo incremental, aplicar as propostas de melhoria sugeridas. Numa primeira fase, deverá atualizar o seu sistema de separação com as alterações propostas, de modo a tornar a separação por secção mais rápida que a separação por pedido. Noutra fase, deverá trabalhar no projeto de diferenciação de *stocks*, de modo a combater a variabilidade existente neste processo, especialmente, na fase de *picking*. Desta forma, a equipa atual de *pickers* terá capacidade de separar todos os pedidos conforme chegam nos meses em que a procura é menor, e apenas será necessária a contratação de um colaborador em modo *part-time* nas

épocas de maior procura, ao invés da aquisição de um colaborador em modo *full-time* para o processo atual.

Em termos de investimento, será mais benéfico para a empresa o investimento na otimização do processo e em menor mão-de-obra, do que em mão-de-obra que combata a ineficiência do processo. Sendo este um processo cada vez mais requisitado, mais rápido, eficiente e com menos distúrbios nos seus valores, será a melhor solução a longo prazo para a empresa. Deste modo, a empresa terá maior capacidade para desenvolver com sucesso o projeto futuro de entregas ao domicílio no mesmo dia em que o cliente realiza a sua compra.

### **Limitações do projeto**

Como em todos os projetos, existem algumas limitações neste processo. O tamanho das amostras pode ser considerado uma limitação, e devido à grande variabilidade registada, uma maior amostra poderia proporcionar resultados mais confiáveis. Outra possível limitação assenta no facto de neste projeto apenas ter sido possível implementar as propostas de melhoria na fase de deslocamentos, tendo sido apenas possível fazer uma estimativa dos resultados das melhorias nas outras fases do processo. Por fim, o facto de não existir uma recolha de dados assídua por parte da empresa impossibilitou abordar heurísticas e estratégias mais complexas revistas na literatura.

### **Perspetivas para o futuro**

De modo a que a empresa possa alcançar cada vez mais e melhores resultados, será importante que desenvolva um plano de monitorização de processos, de modo a ter um conhecimento mais dinâmico e fiável dos mesmos, para que possam ser tomadas decisões sobre alicerces mais fortes. O desenvolvimento de um sistema de recolha de dados poderá ser um projeto futuro para a empresa. Relativamente ao *order-picking*, com uma base de dados criada, e com a capacidade de análise, quer às linhas já tratadas, quer às linhas a separar, o desenvolvimento de heurísticas que desenvolvam rotas personalizadas ao *picker*, através da programação, poderá ser uma mais valia para empresa. Assim, seriam retiradas cada vez mais decisões ao *picker*, tornando o seu trabalho mais simples e eficaz.

## Referências Bibliográficas

- Alkhalifah, A., Alorini, F., & Alturki, R. (2021). Enhancement of E-commerce Service by Designing Last Mile Delivery Platform. *Computer Systems Science and Engineering*, 42(1), 49. <https://doi.org/10.32604/CSSE.2022.021326>
- Cergibozan, Ç., & Tasan, A. S. (2020). Genetic algorithm based approaches to solve the order batching problem and a case study in a distribution center. *Journal of Intelligent Manufacturing* 2020 33:1, 33(1), 137–149. <https://doi.org/10.1007/S10845-020-01653-3>
- Chiang, D. M. H., Lin, C. P., & Chen, M. C. (2011). The adaptive approach for storage assignment by mining data of warehouse management system for distribution centres. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/17517575.2010.537784*, 5(2), 219–234. <https://doi.org/10.1080/17517575.2010.537784>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2011). *Gestão da Cadeia de Suprimentos - Estratégia, Planejamento e Operações* (Pearson Education do Brazil (ed.); 4a ed.).
- Correios de Portugal. (2020). *Relatório Integrado 2020*. [www.ctt.pt](http://www.ctt.pt)
- Dallari, F., Marchet, G., & Melacini, M. (2008). Design of order picking system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 2008 42:1, 42(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/S00170-008-1571-9>
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2006.07.009>
- 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>
- Henn, S., & Wäscher, G. (2012). Tabu search heuristics for the order batching problem in manual order picking systems. *European Journal of Operational Research*, 222(3), 484–494. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2012.05.049>
- Kumar, A., Landge, V., & Jaiswal, S. (2021). *E-commerce, Industry 4.0, & Transportation-Identifying the Potentiality & Problems*.
- Lambert, D., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management* (New York (ed.); 1st ed.).
- Liang, J., Wu, Z., Zhu, C., & Zhang, Z. H. (2020). An estimation distribution algorithm for wave-picking warehouse management. *Journal of Intelligent Manufacturing* 2020 33:4, 33(4), 929–942. <https://doi.org/10.1007/S10845-020-01688-6>
- Marchet, G., Melacini, M., & Perotti, S. (2014). Investigating order picking system adoption: a case-study-based approach. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/13675567.2014.945400*, 18(1), 82–98.

<https://doi.org/10.1080/13675567.2014.945400>

- Moons, S., Braekers, K., Ramaekers, K., Caris, A., & Arda, Y. (2019). The value of integrating order picking and vehicle routing decisions in a B2C e-commerce environment. *Https://Doi.Org/10.1080/00207543.2019.1566668*, 57(20), 6405–6423. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1566668>
- Roodbergen, K. J. (2001). *LAYOUT AND ROUTING METHODS FOR WAREHOUSES*. Erasmus University Rotterdam.
- Schubert, D., Kuhn, H., & Holzapfel, A. (2021). Same-day deliveries in omnichannel retail: Integrated order picking and vehicle routing with vehicle-site dependencies. *Naval Research Logistics (NRL)*, 68(6), 721–744. <https://doi.org/10.1002/NAV.21954>
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning* (Wiley (ed.); 4th Editio).
- van Gils, T., Ramaekers, K., Braekers, K., Depaire, B., & Caris, A. (2018). Increasing order picking efficiency by integrating storage, batching, zone picking, and routing policy decisions. *International Journal of Production Economics*, 197, 243–261. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2017.11.021>
- Vitale, A., Cyron, L., Michaud, L.-P., Riegel, V., Barayre, C., & Fredriksson, T. (2020). Covid-19 and E-commerce impact on businesses and policy responses. *United Nations Conference on Trade and Development*.
- Wäscher, G. (2004). Order Picking: A Survey of Planning Problems and Methods. *Supply Chain Management and Reverse Logistics*, 323–347. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-24815-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24815-6_15)

