



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Ana Carolina de Matos Melo Ferraz

**REDEFINIÇÃO DOS PROCESSOS DE ARRUMAÇÃO E DE  
*PICKING* DE UM ARMAZÉM DE MATÉRIA-PRIMA DO  
SETOR FARMACÊUTICO**

VOLUME 1

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial  
orientada pelo Professor Doutor Cristóvão Silva e apresentada ao  
Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade de Coimbra.

Outubro de 2020



1 2



9 0

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Redefinição dos processos de arrumação e de *picking* de um armazém de matéria-prima do setor farmacêutico**

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

## **Redefining the storage and picking processes of a raw material warehouse in the pharmaceutical sector**

Autor

**Ana Carolina de Matos Melo Ferraz**

Orientador

**Professor Doutor Cristóvão Silva**

Júri

Presidente	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz
	Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
	Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Cristóvão Silva
	Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

---

 **FARMALABOR – GRUPO MEDINFAR**  
GRUPO MEDINFAR

Coimbra, outubro, 2020

*If you can imagine it, you can achieve it.*

*If you can dream it, you can become it.*

William Arthur Ward

À minha família.



## Agradecimentos

O trabalho hoje apresentado representa o culminar do meu percurso académico e, como tal, é o momento de agradecer a todos aqueles que contribuíram para a minha formação pessoal e académica.

Começo por agradecer à minha família, e em especial aos meus pais, pela oportunidade de vir estudar para a Universidade de Coimbra e por serem os pilares de mais uma conquista. Estarei para sempre grata por tudo o que me proporcionaram e pelo vosso esforço, confiança depositada e orgulho que sempre demonstraram ter em mim.

Aos meus amigos que me acompanharam ao longo de todas as jornadas, Adriana Fernandes, Ana Cláudia Pereira, Cristiana Armada, David Nunes, Eduardo Fernandes, Filipa Cerqueira, Gabriela Gomes, Francisca Laranjeira, Francisco Amorim, Isabel Ferraz, José Pedro Barge, Luís Chaves, Luís Ferraz, Mara Seca, Mariana Silva e Samuel Pinheiro, pelo suporte e porto de abrigo.

Ao meu orientador do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Professor Doutor Cristóvão Silva, pela cooperação e dedicação demonstrada desde o primeiro dia.

À FARMALABOR pela oportunidade de estágio e a todos os colaboradores do Departamento de Logística e Armazenagem pela forma como me integraram na equipa e por tudo o que me ensinaram. Um agradecimento especial à Engenheira Andreia Travasso, Flávio Santa Rita e ao Filipe Tenente pela disponibilidade e pelo auxílio que me deram na concretização deste projeto.

Não posso deixar de prestar o meu reconhecimento aos meus colegas que integraram comigo a direção 2019/2020 do Núcleo de Estudantes do Departamento de Engenharia Mecânica da Associação Académica de Coimbra, que provaram que com determinação e espírito de equipa é sempre possível alcançar os nossos objetivos.

Por fim, à Cidade dos estudantes, Coimbra, pela forma como me fez crescer e por proporcionar todas as recordações e experiências ímpares vividas ao longo destes verdes anos. Agora, é a hora da despedida.



## Resumo

A presente dissertação focou-se em encontrar soluções para os problemas identificados no processo de armazenagem, de forma a otimizá-lo. Os principais problemas centram-se nas atividades de arrumação e *picking* deste processo sendo, por isso, alvos de estudo ao longo do projeto.

Com o intuito de reduzir os desperdícios existentes e de aumentar a produtividade dessas operações foram desenvolvidas propostas de melhoria que poderão ser implementadas na organização após a expansão das instalações fabris.

O processo de arrumação foi redefinido baseando-se na utilização da funcionalidade de alocação dinâmica do sistema informático, otimizada neste trabalho, que concede uma sugestão automática de local de arrumação. Devido à limitação de espaço do setor de armazenagem não foi possível quantificar em termos de desempenho a poupança de tempo obtida, no entanto, foram realizados testes para avaliar o seu funcionamento tendo-se comprovado a redução da possibilidade de erro humano.

Relativamente à operação de *picking* das matérias-primas, será introduzido um sistema *goods-to-picker*, pelo que o segundo objetivo proposto consistiu na definição de itens a armazenar nesse sistema. Neste sentido, desenvolveu-se uma metodologia para identificar as matérias-primas mais adequadas à promoção da eficiência da atividade. Para a execução desta operação desenvolveu-se também uma proposta de melhoria que se centrou na criação de uma nova rota de *picking* que permitirá colmatar os constrangimentos existentes na aplicação da rota usual. Efetuaram-se medições de tempo e da distância percorrida em ambos os métodos (rota usual e rota proposta), tendo-se verificado poupanças significativas na execução da operação com a utilização do algoritmo proposto.

Com a implementação destas propostas de melhoria, tornar-se-á possível ultrapassar os problemas detetados e atingir o aumento da eficiência dos processos de *put-away* e de *picking*.

**Palavras-chave:** Arrumação, *Picking*, Análise ABC, Eficiência, Desperdícios.





## Abstract

The following work focused on finding solutions for problems reported in the storage procedure of the company, in order to optimize the process. The main problems reported were concerning storage activities and the picking process, therefore, these were the targets of the study.

In an attempt to decrease wastes and to increase the productive of these processes, some improvements were suggested which can be implemented in the company when the company capacity is expanded.

The storage procedure was redefined using the dynamic allocation tool of the informatic system, optimized in this work, which provides storage suggestions. Due to the lack of storage capacity, it was not possible to quantify time saving changes, however, trials were done to evaluate its performance and a decrease in human error was observed.

Regarding the picking of raw materials, a system of goods-to-picker will be implemented. Therefore, the second goal of the work focused on defining which items should be storage in this system. A method to choose the most suitable raw materials to be storage was also developed. Moreover, for the execution of this task, improvements on the picking route were suggested in order to improve the effectiveness of the process. Time and distance measurements were performed, in both methods (usual route and proposed route) and significative saves in the execution of the process were revealed in the proposed route.

Overall, if these suggestions are implemented in the company, it will be possible to overcome the reported problems in the storage procedure and improve the efficiency of the processes of put-away and picking.

**Keywords:** Storage, Picking, ABC Analysis, Efficiency, Waste.



## Índice

Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xiii
Siglas .....	xv
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.2. Estrutura da dissertação .....	2
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	5
2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento .....	5
2.2. Armazém .....	7
2.2.1. <i>Layout</i> do Armazém .....	9
2.2.2. Operações de Armazenagem .....	10
2.2.3. Política de Armazenamento .....	14
2.2.4. Análise ABC .....	16
2.2.5. <i>Outsourcing</i> das atividades logísticas .....	17
2.2.6. Sistemas de informação .....	18
2.3. <i>Picking</i> .....	19
2.3.1. Estratégias de <i>order-picking</i> .....	21
2.3.2. Tecnologias de informação para <i>picking</i> .....	24
2.3.3. Políticas de <i>routing</i> .....	26
3. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO .....	29
3.1. Apresentação da empresa .....	29
3.1.1. Organograma da empresa .....	30
3.2. <i>Layout</i> industrial .....	31
3.2.1. Sistemas de armazenagem .....	33
3.3. Análise da situação atual .....	35
3.4. Descrição do problema .....	40
4. PROPOSTAS DE MELHORIA .....	43
4.1. Otimização da funcionalidade de alocação dinâmica .....	43
4.2. Definição de itens para um sistema <i>goods-to-picker</i> .....	54
4.3. Definição de rotas de <i>picking</i> em armazém .....	59
5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS .....	71
5.1. Conclusões .....	71
5.2. Propostas futuras .....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
ANEXO A .....	77



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Cadeia de abastecimento (Fonte: Christopher, 2011) .....	7
Figura 2.2. Representação do fluxo direcionado e cruzado (Fonte: Carvalho et al., 2017) .....	10
Figura 2.3. Operações básicas de armazenagem (Fonte: Bartholdi & Hackman, 2017).....	11
Figura 2.4. Exemplo de aplicação dos tipos de localização de artigos (Fonte: Carvalho et al., 2017).....	14
Figura 2.5. Representação de uma curva ABC.....	17
Figura 2.6. Políticas de <i>Routing</i> (Fonte: Santos, 2015).....	28
Figura 3.1. Organograma geral da FARMALABOR (Adaptado de: FARMALABOR) ....	30
Figura 3.2. <i>Layout</i> do Armazém geral (Adaptado de: FARMALABOR).....	32
Figura 3.3. Ilustração de uma <i>rack</i> convencional de cinco níveis.....	34
Figura 3.4. Ilustração de uma estante de arrumação.....	34
Figura 3.5. Etiqueta de localização do sistema de armazenagem do armazém geral .....	34
Figura 3.6. Fluxograma da recepção da carga .....	36
Figura 3.7. Etiqueta de recepção FARMALABOR (Fonte: FARMALABOR).....	37
Figura 4.1. Definição de Unidades de Medida de Artigos no sistema <i>JDE</i> .....	46
Figura 4.2. Definição da Capacidade das Localizações por Artigo no sistema <i>JDE</i> .....	47
Figura 4.3. Menu de sugestão de arrumação do sistema <i>JDE</i> .....	49
Figura 4.4. Sugestão de localização apresentada pelo sistema <i>JDE</i> .....	50
Figura 4.5. Menu da Disponibilidade de itens do sistema <i>JDE</i> .....	50
Figura 4.6. Menu de sugestão de arrumação do sistema <i>JDE</i> .....	51
Figura 4.7. Sugestão de localização apresentada pelo sistema <i>JDE</i> .....	51
Figura 4.8. Menu de confirmação de pedidos de arrumação do sistema <i>JDE</i> .....	52
Figura 4.9. Menu da Disponibilidade de itens do sistema <i>JDE</i> .....	52
Figura 4.10. Menu de arrumação do sistema <i>JDE</i> .....	53
Figura 4.11. Curva da análise ABC.....	55
Figura 4.12. <i>Spaghetti Diagram</i> – Rota de <i>picking</i> usual.....	61
Figura 4.13. <i>Spaghetti Diagram</i> – Rota de <i>picking</i> proposta .....	65
Figura 4.14. Comparação de resultados – Rota usual e rota proposta.....	67
Figura 4.15. <i>Spaghetti Diagram</i> – Rota de <i>picking</i> proposta sem as matérias-primas do <i>carousel</i> .....	68

Figura 4.16. Comparação dos valores estimados para a distância percorrida..... 69

---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1. Legenda do <i>layout</i> do armazém geral.....	32
Tabela 3.2. Legenda dos fluxos ilustrados no <i>layout</i> do armazém geral.....	33
Tabela 4.1. Tipos de localização de armazenagem .....	44
Tabela 4.2. Exemplo - Parametrização das localizações das áreas de armazenagem .....	45
Tabela 4.3. Resultados da Análise ABC .....	55
Tabela 4.4. Localizações de <i>picking</i> – Sequência 1 .....	60
Tabela 4.5. Sequência de fluxos – Rota de <i>picking</i> usual.....	61
Tabela 4.6. Localizações de <i>picking</i> – Sequência 2 .....	63
Tabela 4.7. Sequência de fluxos – Rota de <i>picking</i> proposta .....	65
Tabela 4.8. Comparação de resultados – Rota usual e rota proposta .....	66
Tabela 4.9. Sequência de fluxos – Rota de <i>picking</i> proposta sem as matérias-primas do <i>carousel</i> .....	68
Tabela 4.10. Comparação dos valores estimados para a distância percorrida.....	69





## **SIGLAS**

CSCMP – Council of Supply Chain Management Professionals

ERP – Enterprise Resource Planning systems

FEFO – First-Expire, First-Out

FIFO – First-In, First-Out

GCA – Gestão da Cadeia de Abastecimento

JDE – JD Edwards EnterpriseOne

JIT – Just-In-Time

LIFO – Last-In, First-Out

LSP – Logistics Service Providers

RFID – Radio Frequency Identification

WMS – Warehouse Management System

PDA – Personal Digital Assistant

PTSP – Probabilistic Traveling Salesman Problem



## 1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais as organizações competem entre si em termos de posicionamento de mercado, pelo que se torna essencial para essas encontrar oportunidades de melhoria e fatores de diferenciação que lhes permitam sustentar e assegurar a sua posição. Por esse motivo, as empresas têm vindo a apostar no aumento da eficiência das operações logísticas por forma a garantir a qualidade e o custo apropriado dos seus produtos, tendo em vista a satisfação do cliente.

Neste contexto, os armazéns têm adquirido importância considerável nos sistemas logísticos uma vez que compreendem uma série de operações essenciais à entrega de um produto ao cliente cuja sua otimização, através da eliminação de desperdícios e da redução de custos, permite diferenciar a organização em relação aos seus concorrentes.

Os armazéns possuem um papel fulcral nas cadeias de abastecimento para a disponibilização do produto ao cliente na quantidade, prazo, condição e preço certo. A entrega do produto na quantidade certa está dependente de uma correta atividade de *picking*, seguida de um eficaz processo de expedição. A entrega ao cliente no prazo estipulado, por sua vez, exige que o produto seja corretamente etiquetado e carregado no veículo certo de forma atempada para que possa cumprir o prazo de entrega. Para além disso, cabe também ao armazém garantir as condições necessárias para que o produto seja entregue na condição desejada e sem qualquer dano. Finalmente, no que se refere ao preço, este está dependente da realização das operações de forma eficiente que promova a redução de custos e desperdícios associados ao processo de armazenagem (Richards, 2014).

Assim, os armazéns apresentam-se como um elemento diferenciador que poderá fornecer vantagem às organizações em relação aos seus concorrentes. A otimização do processo de armazenagem nomeadamente das atividades de arrumação e *picking* será alvo de estudo e análise nos próximos capítulos.

A presente dissertação foi elaborada no âmbito da unidade curricular Estágio/Dissertação, do curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Este trabalho foi desenvolvido ao

longo de cinco meses em ambiente empresarial na empresa FARMALABOR – GRUPO MEDINFAR.

### **1.1. Objetivos**

O trabalho, realizado em indústria farmacêutica, procurou encontrar soluções para otimizar o processo de armazenagem da empresa com o intuito de obter melhorias de produtividade e redução de desperdícios associados às atividades de arrumação e de *picking*. Este trabalho pretende então cumprir os seguintes objetivos:

- Otimização da funcionalidade de alocação dinâmica;
- Definição de itens para um sistema *goods-to-picker*;
- Definição de rotas de *picking* em armazém.

Estes três objetivos encontram-se interligados no sentido em que o local onde o artigo é arrumado tem um impacto direto na sequência da rota de *picking*. Uma correta arrumação dos itens, conduz a uma maior eficiência da atividade de *picking* pois se um artigo frequentemente utilizado for armazenado próximo à área de consumo, o tempo de viagem, que não acarreta qualquer valor à atividade, e a distância percorrida irão diminuir e a produtividade da operação irá aumentar. Pela mesma razão, a correta determinação dos artigos a inserir no sistema *carousel* é também um fator chave para a otimização do processo de *picking*.

### **1.2. Estrutura da dissertação**

Este projeto encontra-se organizado em cinco capítulos fundamentais, sendo que o primeiro diz respeito a este capítulo introdutório no qual é realizada uma breve exposição sobre o tema em estudo, os objetivos que se pretendem alcançar e o modo como a dissertação se encontra esquematizada.

No segundo capítulo procede-se ao enquadramento teórico que permite auxiliar a compreensão do contexto do problema, uma vez que aborda os principais temas que são aplicados ao longo trabalho.

O terceiro capítulo consiste na apresentação da empresa que foi alvo de estudo, do seu atual funcionamento do processo de armazenagem e dos principais problemas identificados aos quais se pretende responder.

No quarto capítulo expõem-se as propostas de melhoria apresentadas e as metodologias adotadas para a resolução dos problemas anteriormente detetados.

Por fim, no quinto e último capítulo do documento consta uma reflexão das conclusões obtidas do trabalho desempenhado e destacam-se também algumas propostas de trabalhos futuros a realizar.



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O presente capítulo consiste numa exposição teórica de conceitos que serviram de suporte e fundamento para o trabalho realizado, que permitirá ao leitor compreender e clarificar as temáticas abordadas ao longo do projeto.

Primeiramente, procurou-se perceber a importância da cadeia de abastecimento de uma organização e a diferença entre os conceitos de Gestão da Cadeia de Abastecimento e de Logística, uma vez que são a base de todo o processo.

Tendo em conta os objetivos da dissertação, foi fundamental compreender o papel dos armazéns nos sistemas logísticos e estudar as operações de armazenagem. Ao nível do armazém, averiguou-se ainda a importância dos sistemas de informação e do *outsourcing* das atividades logísticas.

Por último, surgiu a necessidade de estudar a operação de *picking* do processo de armazenagem de forma mais aprofundada e analisar de que modo é que a sua otimização pode também ser alcançada.

### 2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

A cadeia de abastecimento pode ser vista como um conjunto de organizações, que trabalham em cooperação mútua, com o intuito de controlar e gerir o fluxo de materiais e de informação desde a aquisição de matérias-primas até à distribuição de produto acabado ao consumidor final.

Segundo Bezerra (2016), a cadeia de abastecimento representa um sistema integrado de organizações, pessoas, tecnologia, atividades, informação e recursos materiais envolvidos no percurso de um produto até ao cliente final e da qual fazem parte clientes, fornecedores e distribuidores.

Associado ao conceito de Cadeia de Abastecimento emergem dois conceitos, Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA) e Logística, os quais diferem entre si em termos de abrangência.

Christopher (2011), considera Gestão da Cadeia de Abastecimento um conceito mais amplo do que o conceito de Logística. O autor define GCA como a gestão de



relacionamentos a montante e a jusante com os fornecedores e os clientes, com o intuito de entregar maior valor ao cliente ao menor custo possível para a cadeia de abastecimento, proporcionando assim um maior lucro para todos os seus elementos. Por outro lado, afirma que a missão da logística é planejar e coordenar as atividades necessárias para atingir os níveis de serviço e qualidade desejados ao menor custo possível.

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010), a Gestão da Cadeia de Abastecimento compreende o planeamento e a gestão de todas as atividades de *sourcing*, *procurement*, e transformação, física ou não, e ainda todas as atividades logísticas. Na sua ótica, a GCA inclui a coordenação e a colaboração entre os parceiros de cadeia de abastecimento, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços logísticos ou clientes (Carvalho & Ramos, 2019).

O mesmo *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010) define Logística ou Gestão Logística como a parte da Cadeia de Abastecimento que é responsável por planejar, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso e as operações de armazenagem de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a ir ao encontro dos requisitos/necessidades dos clientes (Carvalho et al., 2017).

Na perspetiva de Rushton, Croucher, e Baker (2010), a logística inclui a gestão de materiais e a distribuição, enquanto que a cadeia de abastecimento engloba os fornecedores, a atividade logística e os clientes.

Já Carvalho e Encantado (2006) descrevem como atividades logísticas a gestão do transporte, a gestão da armazenagem e dos *stocks*, a gestão do manuseamento, a gestão das infraestruturas e a escolha das localizações, a gestão dos sistemas e tecnologias de informação logística e o planeamento logístico.

De um modo geral, a gestão eficaz da cadeia de abastecimento e da logística pode fornecer uma importante fonte de vantagem competitiva sobre os concorrentes em termos de preferência do cliente através da oferta de um elevado nível de serviço a um custo reduzido.

De facto, perante as definições apresentadas é possível constatar que todas remetem a Logística para a gestão de fluxos físicos e de informação cujo intuito é servir o cliente (interno ou externo). O serviço ao cliente resulta do aparecimento de um foco a jusante que atravessa toda a organização (Carvalho et al., 2017).

Numa perspetiva de montante para jusante (fornecedor para cliente), segundo Carvalho et al. (2017), o serviço ao cliente requer a existência de *stock*, sendo para isso fundamental que um ou mais fornecedores disponibilizem os materiais. Numa fase inicial, estes existem como materiais pretendidos (*procurement*), sendo depois estabelecido um contrato com o fornecedor a quem se realiza a encomenda (*purchasing order*) e de quem se recebe respostas físicas planeadas (*sourcing*). Posteriormente, num contexto interno, realizam-se as atividades de receção e armazenagem dos materiais provenientes do fornecedor, o *picking* dos produtos solicitados e a distribuição ao cliente. Se existirem atividades produtivas interiores à empresa, poderá haver ainda transformação física dos materiais antes de serem recolhidos e expedidos para o cliente (Carvalho et al., 2017).

Assim sendo, verifica-se que a vantagem competitiva depende não só do desempenho das atividades logísticas como do grau de interação entre todos os elementos da cadeia. Desta forma, para alcançar o sucesso é necessário que toda a cadeia de abastecimento se encontre alinhada numa perspetiva de cooperação.

A Figura 2.1 ilustra a cadeia de abastecimento de uma organização e os fluxos de material e de informação.

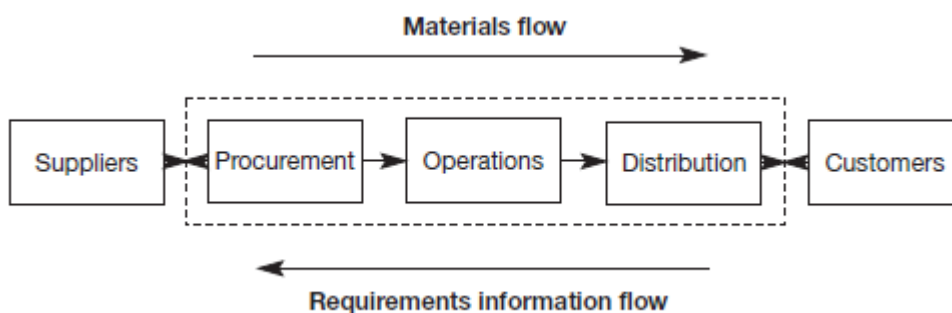


Figura 2.1. Cadeia de abastecimento (Fonte: Christopher, 2011)

## 2.2. Armazém

O papel da cadeia de abastecimento consiste em entregar ao cliente certo, os produtos certos, na quantidade certa, no local certo, na condição desejada, no prazo estipulado e ao menor custo. Na perspetiva de Richards (2014) os armazéns são um elemento vital nas cadeias de abastecimento uma vez que permitem disponibilizar o produto ao cliente nos prazos e condições acordadas.

Segundo Rushton et al. (2010), os armazéns são componentes cruciais no sucesso da maioria das cadeias de abastecimento uma vez que estão envolvidos em várias

fases do sistema logístico desde a aquisição de matérias-primas até à distribuição do produto acabado.

Assim, embora por si só não agregue valor ao produto, a armazenagem contribui para que o sistema logístico possa cumprir a proposta de valor (Carvalho et al., 2017), pois é no armazém que são desempenhadas várias das atividades necessárias à disponibilização do produto, de acordo com os requisitos e prazos estipulados com o cliente, interno ou externo (Pereira, 2015).

Devido à natureza dos equipamentos e instalações necessárias, o armazém é frequentemente um dos elementos mais caros da cadeia de abastecimento, pelo que uma gestão eficiente, em termos de custo e serviço ao cliente, é fundamental (Rushton et al., 2010). No entanto, se o armazém representa uma elevada percentagem de custos da cadeia de abastecimento, torna-se importante compreender o porquê de a armazenagem ser um fator-chave nos sistemas logísticos.

A armazenagem compreende a atividade de armazenar propriamente dita, relacionada com o manuseamento de materiais, e a gestão de *stocks* que permite às organizações combater as flutuações da procura resultantes da competitividade do mercado em que atuam.

De facto, e citando Carvalho et al. (2017), a existência de armazéns advém da necessidade de constituir inventário pois um sistema logístico sem armazenagem só seria possível através de uma perfeita sincronização entre a produção e o consumo, sem variabilidade e com a utilização de transportes extremamente rápidos. A criação de *stock* ao longo das cadeias de abastecimento possibilita que o processo de consumo e abastecimento sejam independentes, permite atenuar a variabilidade quer da procura dos clientes quer da oferta dos fornecedores, bem como reduzir os custos de transporte e retirar partido dos descontos de quantidade.

Assim, o grande desafio que os gestores de armazém enfrentam é encontrar um equilíbrio que permita aumentar a produtividade dos armazéns reduzindo paralelamente os custos e desperdícios associados ao processo de armazenagem, melhorando o nível de serviço ao cliente.

### 2.2.1. *Layout* do Armazém

A definição de um *layout* visa minimizar a distância total percorrida pelos operadores no armazém e o tempo despendido nessas movimentações. Para alcançar este objetivo deve-se ter em consideração alguns fatores como a rotatividade de artigos, o seu peso ou volume.

O *layout* de um armazém influencia a organização física das áreas de armazenagem, a disposição e localização dos produtos armazenados, o fluxo de materiais e as operações de armazenagem, tendo um enorme impacto na produtividade das organizações (Teixeira, 2018).

Um *layout* eficiente conduz a um maior fluxo de materiais, a uma menor distância percorrida em cada deslocação, a um maior aproveitamento dos recursos humanos, a uma redução dos custos associados ao manuseamento dos artigos nas operações de armazenagem e a um melhor nível serviço ao cliente.

Uma das questões que as organizações colocam é como melhorar a eficiência do *layout* do seu armazém. Essa otimização pode ser conseguida através da localização dos produtos de maior rotatividade próximo à área de consumo/expedição. Tal permitirá reduzir a distância percorrida no armazém e o tempo consumido nessas operações. A localização dos produtos com maior rotatividade e de maior peso nos níveis mais baixos das estantes também facilita a sua movimentação, tornando o processo mais ágil e produtivo. De facto, existem diversas formas de melhorar a eficiência, devendo cada organização adaptar-se à que melhor se ajusta às suas necessidades.

A projeção de um armazém tem por base as características dos produtos que opera. Contudo, qualquer armazém possui uma área de receção, expedição, armazenagem e *picking*, embora esta não se encontre por vezes delineada. Segundo Carvalho et al. (2017), existem dois tipos de *layout*:

- **Armazém de fluxo direcionado:** Zona de receção e zona de expedição situadas em cada extremo do armazém;
- **Armazém de fluxo quebrado (em U):** Zona de receção e expedição no mesmo local.

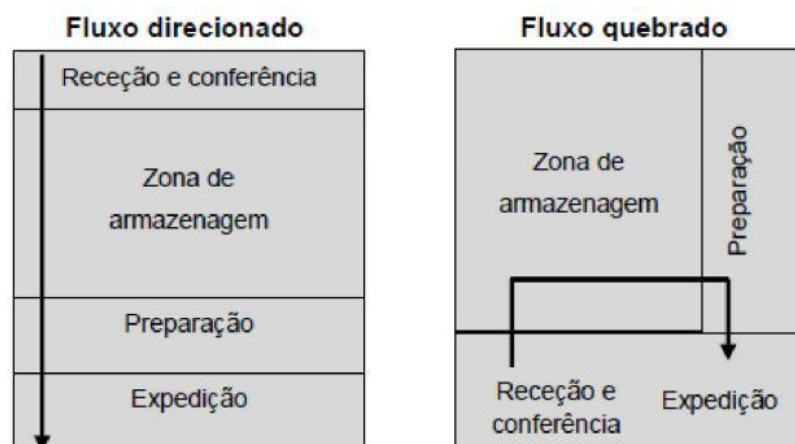


Figura 2.2. Representação do fluxo direcionado e cruzado (Fonte: Carvalho et al., 2017)

Ambas as configurações observadas na Figura 2.2 apresentam vantagens. Por um lado, o armazém com fluxo direcionado possibilita uma significativa redução quer do tempo de deslocação quer dos congestionamentos que ocorrem dentro e fora do armazém nas operações de receção e expedição. Por outro lado, um armazém com fluxo em U permite reduzir a distância média percorrida nas atividades de arrumação e *picking* e rentabilizar o espaço necessário à zona de receção/expedição, tornando-se mais fácil organizar a zona de armazenagem com base no volume e rotatividade dos artigos (Carvalho et al., 2017).

Independentemente do *layout* implementado, a zona de armazenagem pode conter *racks* convencionais e/ou um sistema de armazenagem manual como *carousels* (verticais ou horizontais), tendo esses sistemas também impacto na fluidez dos materiais.

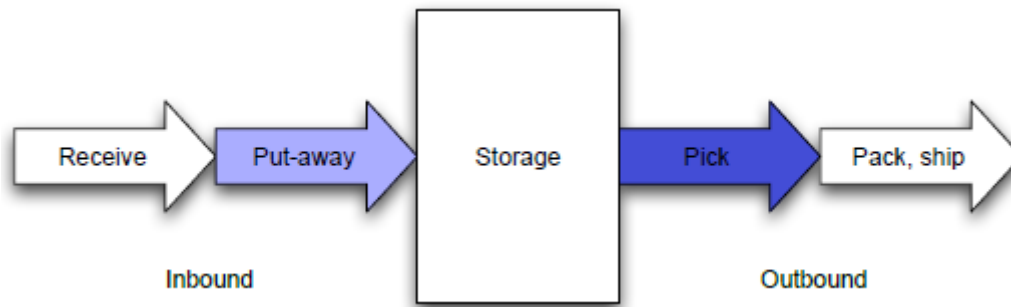
Deste modo, a forma como o armazém se encontra organizado e estruturado assume um papel importante na otimização das operações de armazenagem, na eliminação de desperdícios, na redução de custos e no nível de serviço ao cliente.

### 2.2.2. Operações de Armazenagem

O armazém deve ser projetado para atender aos requisitos específicos da cadeia de abastecimento onde se insere. No entanto, independentemente da sua finalidade, o processo de armazenagem engloba um conjunto de operações que são comuns à maioria dos armazéns.

De acordo com Bartholdi e Hackman (2017) podemos dividir as operações de armazenagem em operações *inbound* (receção e *put-away*) e operações *outbound* (*picking* e expedição).

Na figura abaixo é apresentada a sequência das funções típicas do armazém que os produtos devem seguir desde que são recebidos.



**Figura 2.3.** Operações básicas de armazenagem (Fonte: Bartholdi & Hackman, 2017)

#### ❖ **Receção**

A primeira etapa do processo de armazenagem envolve o descarregamento físico da mercadoria, a sua identificação, a verificação da quantidade rececionada, a inspeção e registo de quaisquer danos ou defeitos identificados, a conferência do pedido de encomenda, o registo da sua receção no sistema informático e a codificação dos artigos.

Nesta função também se inclui, por vezes, a realização de controlos de qualidade e a paletização/repaletização da carga. Posteriormente, a mercadoria é transferida para a zona de armazenagem.

#### ❖ **Put-away**

Esta operação consiste na alocação dos artigos nos sistemas de armazenagem. Para seleccionar a localização de um artigo, o operador pode solicitar ao sistema informático uma sugestão de localização ou optar por arrumar numa localização disponível e, posteriormente, informar o sistema informático.

Richards (2014) defende que, para que o sistema de gestão de armazéns auxilie na seleção da localização, é necessário fornecer-lhe um conjunto de informações de forma a obter respostas credíveis, nomeadamente:

- Análise ABC (produtos com maior rotação situados próximo da zona de expedição);
- Dimensão e peso da unidade;
- Dados da encomenda;
- Família de produtos;

- Capacidade dos sistemas de armazenagem (em termos de peso e dimensão).

A atividade de arrumação ou *put-away* possui um grande impacto na eficiência de um armazém, uma vez que a localização onde o produto é armazenado determina a rapidez da atividade de *picking* e o nível de serviço ao cliente (interno ou externo). Porém, existem diversas condicionantes à armazenagem que devem ser consideradas (Ferreira, 2017):

- Compatibilidade (quais os produtos que podem ser armazenados em conjunto e quais os que não são compatíveis)
- Complementaridade (quais os produtos que normalmente são pedidos em conjunto)
- Rotação (os produtos podem ter alta, média ou baixa rotação – os de maior rotação devem estar próximos da saída para minimizar os custos de manipulação)
- Tamanho (os produtos de maior dimensão devem situar-se mais próximo da saída de forma a minimizar os custos de manipulação)
- Peso (os produtos de maior peso devem ser colocados nos níveis inferiores)
- Risco de contaminação (os produtos de maior risco devem estar alocados nos níveis inferiores)

Esta atividade depende da política de armazenamento adotada pela organização, que será abordada na secção 2.2.3.

### ❖ *Picking*

A atividade de *picking* desencadeia-se com o pedido do cliente (interno ou externo) e consiste na recolha dos produtos solicitados, na quantidade correta, de modo a satisfazer as suas necessidades (Rushton et al., 2010).

Cada vez mais, as organizações consideram o *picking* como a atividade na qual as melhorias de produtividade podem fazer uma diferença significativa em termos de custos. Por esse motivo, existe um *trade-off* entre a rapidez, o custo e a precisão, pois os gestores procuram tempos de resposta curtos, alta taxa de precisão e alta produtividade, ao menor custo possível (Richards, 2014).

De acordo com Bartholdi e Hackman (2017), o *picking* representa cerca de 55% dos custos operacionais do armazém e o tempo consumido nesta atividade distribui-se do seguinte modo: 55% é dedicado às viagens percorridas no armazém para realizar a recolha dos produtos, 15% é dedicado à sua procura, 10% é dedicado à extração dos sistemas de armazenagem e 20% é dedicado a outras atividades como a documentação. Dado que as viagens compreendem a maior parte da atividade, o *design* da operação é projetado para a redução desse tempo não produtivo.

Sendo um processo fundamental no trabalho desenvolvido, esta atividade será aprofundada no capítulo 2.3.

#### ❖ **Expedição**

Após a recolha dos produtos solicitados, segue-se a preparação da carga que consiste na colocação dos produtos na paleta, procedendo-se posteriormente à sua filmagem. Preparada a carga, as paletes são transferidas para o cais onde se realiza o carregamento do veículo para a expedição da mercadoria. A organização da carga dentro do veículo é usualmente feita de acordo com o critério *Last in, first out* (LIFO), que refere que a primeira paleta a entrar no veículo, será a última a sair, ou seja, corresponderá ao último cliente a ser visitado na rota de distribuição.

Nesta etapa também são realizadas atividades de documentação como a preparação dos documentos da remessa e a emissão de faturas.

Frequentemente, alguns armazéns incluem no seu processo de armazenagem a atividade de *cross-docking* que consiste apenas na transferência da carga rececionada para a zona de expedição/consumo. Tal acontece, por exemplo, em armazéns que possuem uma política *just-in-time* (JIT) para determinados produtos. Estes são encomendados pontualmente (apenas se necessário) e, quando rececionados, são diretamente enviados para a zona de expedição/consumo, permitindo a eliminação de desperdícios como mão de obra, espaço ou movimentação de *stock*.



### 2.2.3. Política de Armazenamento

A política de armazenamento determina a localização dos produtos em *stock* sendo, por isso, de extrema importância a sua definição. Conforme ilustrado na Figura 2.4, consideram-se três tipos de localização de produtos: localização fixa, localização aleatória e localização por zona (mista).



Figura 2.4. Exemplo de aplicação dos tipos de localização de artigos (Fonte: Carvalho et al., 2017)

#### ❖ Localização fixa

Neste método, para cada produto existe um local de armazenagem atribuído, constante no tempo. A associação de cada produto a um local específico confere ao operador uma maior facilidade na compreensão e memorização do *layout* do armazém e, portanto, uma maior eficiência na realização das suas operações (Bartholdi & Hackman, 2017).

Tratando-se de um método estático, provoca, por vezes, a subutilização de espaço, uma vez que quando o artigo não possui *stock* em armazém, o espaço alocado ficará vazio. Acresce ainda como desvantagem a necessidade de aumentar o espaço em armazém dedicado a um artigo cujo *stock* aumente.

#### ❖ Localização aleatória

Neste método, também conhecido como armazém caótico, o produto rececionado é alocado de forma aleatória, tendo em conta os espaços disponíveis no armazém.

Por um lado, a arrumação de produtos em locais diferentes possibilita uma melhor utilização dos sistemas de armazenagem. Contudo, o facto de a mesma referência ser

alocada em diferentes locais, pode conduzir a um aumento das distâncias percorridas. Outra desvantagem desta política de armazenamento é o risco de alocar um artigo com elevada rotação num local distante da zona de expedição.

Por essas razões, cada produto deve ser colocado na localização livre que otimize a operação, de acordo com o algoritmo definido (Ferreira, 2017):

- Minimizar reaprovisionamento;
- Minimizar movimentação;
- Minimizar desperdício de espaço.

#### ❖ **Localização por zona**

Esta política de armazenamento advém de uma combinação dos métodos de localização anteriormente abordados. Neste método, para cada produto existe uma zona de armazenagem, isto é, a área total de armazenagem encontra-se fragmentada em diversas zonas, de acordo com o critério pré-definido pela empresa (por exemplo agrupar por famílias de produtos). Assim, a localização dos produtos é fixa, uma vez que a cada produto está associada uma zona de armazenagem, e ao mesmo tempo aleatória, no sentido em que, dentro daquela zona pode ser alocado em qualquer espaço disponível.

Independentemente da política de armazenamento em vigor, a disposição dos produtos nas localizações de armazenagem deve obedecer a uma solução de compromisso dos diversos fatores que condicionam o funcionamento ótimo do armazém como (Ferreira, 2017):

- Maximização da utilização de espaço;
- Minimização dos custos de movimentação;
- Localização dos produtos fácil e correta;
- Flexibilidade do acesso aos produtos;
- Máxima segurança quer para as pessoas quer para artigos;
- Fácil realização de inventários.

#### 2.2.4. Análise ABC

Qualquer armazém pode ser dividido por grupos de produtos, por regime de temperatura, por grau de risco, por necessidade de segurança, por tamanho de itens ou pelo Princípio de Pareto (Rushton et al., 2010).

A análise ABC rege-se pelo Princípio de Pareto que refere que aproximadamente 80% dos efeitos são provenientes de 20% das causas. Por outras palavras, a regra 80/20 significa que cerca de 20% do número total de artigos existentes em armazéns corresponde aproximadamente a 80% do valor financeiro investido em *stocks* (Grego, 2014).

Segundo Richards (2014), antes de uma organização decidir acerca do tipo de sistema de armazenagem utilizado, do tipo de equipamentos de movimentação dos materiais mais adequado ou do tipo de sistema de *picking* que deve ser implementado, deve realizar uma análise ABC aos artigos em *stock*.

A elevada quantidade e variedade de artigos armazenados leva à necessidade de as organizações classificarem os produtos em diferentes categorias. A análise ABC classifica os artigos em três classes, segundo vários critérios e de acordo com o que a gestão pretende fazer com os resultados desta análise (Teixeira, 2018):

- ❖ **Classificação A:** Os artigos assim classificados são considerados os de maior importância para a organização, logo os de maior acessibilidade. Trata-se de artigos que possuem elevada rotatividade e procura devendo, por isso, ser alocados próximo da zona de expedição/consumo e nos níveis mais baixos dos sistemas de armazenagem. Estima-se que 20% dos artigos representam 80% do critério escolhido.
- ❖ **Classificação B:** Compreende os artigos que possuem uma importância moderada para a organização, tendo, por isso, uma rotatividade moderada no armazém. Considera-se que cerca de 30% dos artigos representam 15% do critério escolhido.
- ❖ **Classificação C:** Nesta classificação inclui-se a maioria dos artigos existentes num armazém. Trata-se, portanto, de artigos que possuem baixa rotatividade que devem ser alocados nos níveis mais altos dos sistemas de armazenagem. Considera-se que cerca de 50% dos artigos representam cerca de 5% do critério escolhido.

A Figura 2.5 ilustra a curva da análise ABC em função da percentagem acumulada para cada classe.

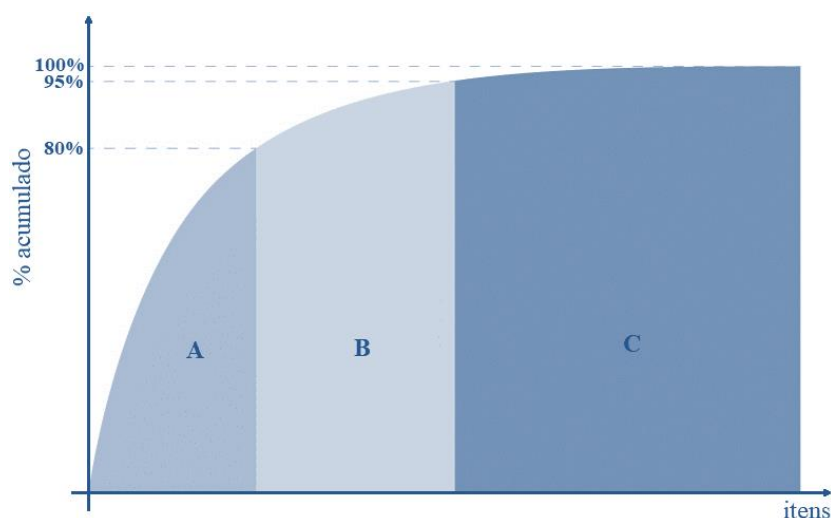


Figura 2.5. Representação de uma curva ABC

A classificação dos produtos pode ser baseada numa enorme variedade de critérios, sendo os mais comuns as vendas, a contribuição para o lucro, a taxa de uso e a natureza do item (Bowersox, Closs, & Cooper, 2002). Este processo de classificação reconhece que nem todos os artigos possuem o mesmo grau de importância para uma organização.

A análise ABC trata-se de uma ferramenta muito útil para determinar, em função da rotatividade e volume, as localizações mais apropriadas para cada artigo em *stock*. A classificação de artigos em diferentes categorias permite assim otimizar o espaço no armazém e conseqüentemente o seu sistema de *picking*.

### 2.2.5. Outsourcing das atividades logísticas

Na perspectiva de Carvalho e Encantado (2006), o termo *outsourcing* corresponde à decisão tomada por uma organização em relação à compra de serviços logísticos a entidades externas que tenham a capacidade de os realizar melhor do que a empresa contratante. Os autores salientam que o *outsourcing* acontece quando uma organização permite que uma empresa especializada lhe forneça uma atividade que não faz parte do seu núcleo de atividades centrais, ou *core*.

O objetivo do processo de *outsourcing* é retirar vantagem do conhecimento de empresas especializadas para melhorar o desempenho e obter o serviço necessário, se possível, ao menor custo (Richards, 2014).

A crescente competitividade dos mercados, aliada à necessidade de redução de custos, conduziu a um aumento da terceirização de diversos serviços por parte das empresas, permitindo-lhes assim, alcançar maior eficácia e consistência em áreas que não dominavam.

A aplicação deste conceito tem sido particularmente evidente na logística, onde o fornecimento de transporte, armazenagem e controlo de *stocks* é cada vez mais subcontratado a prestadores de serviços logísticos (LSP), Christopher (2011).

O processo de *outsourcing* de atividades logísticas tem como vantagens o foco nas atividades cruciais que são a fonte de vantagem competitiva da organização; o acesso a melhores tecnologias e conhecimentos; o aumento da satisfação do cliente; o aumento da flexibilidade, uma vez que a limitação da capacidade do armazém conduz à libertação do seu espaço, permitindo assim otimizar as operações de armazenagem e a diminuição do investimento em mão-de-obra, equipamentos e espaço (Rushton et al., 2010).

Contudo, a subcontratação de LSP também possui desvantagens como a perda de controlo das atividades logísticas, a dependência excessiva dos seus serviços ou a possibilidade de problemas de confidencialidade de informações, pelo que a opção pelo processo de *outsourcing* é complexa.

A decisão de *outsourcing* deve, por isso, ter em consideração diversos fatores como a aptidão do LSP para realizar a atividade, o perfil e a cultura do LSP, o impacto do *outsourcing* nos restantes processos da organização bem como todos os custos e riscos associados.

## **2.2.6. Sistemas de informação**

A introdução da tecnologia nas organizações pode conceber melhorias significativas na produtividade do armazém, aumentar a utilização de espaço, reduzir os custos bem como aumentar a satisfação do cliente.

De acordo com Richards (2014), à medida que os clientes se tornam mais sofisticados, exigindo uma troca de informação precisa, segura e rápida, e à medida que o nível de concorrência se intensifica, as organizações necessitam de reunir ferramentas tecnológicas de informação que apoiem a sua atividade e que proporcionem confiabilidade,

controle, velocidade e flexibilidade na operação do armazém. Na sua perspectiva, a capacidade de comunicar em tempo real é crucial no mundo tecnológico em que vivemos atualmente.

Assim, um desenvolvimento importante nas organizações é a introdução de sistemas de informação na cadeia de abastecimento, como um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning systems*), Rushton et al. (2010).

Um sistema ERP consiste em estabelecer a integração de várias organizações da cadeia de abastecimento de modo a melhorar o seu desempenho através da cooperação, troca de informação e coordenação das suas operações. Trata-se de um software capaz de gerir todas as informações de uma organização, integrando dados, recursos e processos, de diversas áreas desde as vendas, finanças, contabilidade, compras, produção e logística.

Frequentemente, as organizações trabalham com diferentes ferramentas podendo levar a perdas de informação ou falhas de comunicação. A utilização de um único sistema permitirá às organizações centralizar a informação, proporcionando um melhor fluxo da mesma. A implementação eficaz de um sistema ERP permite também às organizações integrar todos os processos da organização, reduzir os custos, aumentar a competitividade, bem como melhorar a produtividade e o serviço ao cliente.

Dado que existem diversos sistemas ERP, as empresas devem procurar adotar o que melhor se ajusta aos seus objetivos. De acordo com Klaus, Rosemann, e Gable (2000), são exemplos de sistemas ERP, o software *SAP, Baan, PeopleSoft, Oracle* e *J.D. Edwards* (sendo este o adotado pela empresa em estudo).

### **2.3. Picking**

A atividade de *picking* ou *order-picking* é responsável pela preparação das unidades de expedição com um “mix” de produtos que correspondem ao pedido do cliente. Nesta operação existem variadas restrições como o número de referências, o número de linhas por pedido, a volumetria e o peso do pedido, a fragilidade dos produtos e os meios de movimentação internos existentes (Ferreira, 2017).

O *picking* pode ser realizado em toda a zona de armazenagem ou pode existir uma área no armazém dedicada a esta atividade. Nos armazéns que possuem a área de *picking* definida, a atividade de **aprovisionamento**, que consiste no reabastecimento das

localizações de *picking* de acordo com as necessidades da preparação dos pedidos, torna-se também fundamental uma vez que a falta de *stock* nessa zona condiciona a atividade de *picking*, provocando conseqüentemente atrasos no processo de expedição.

A atividade de *picking* é frequentemente considerada a de maior importância num armazém uma vez que determina o nível de serviço ao cliente (interno ou externo) e tem um impacto direto nos custos da organização. Para Bartholdi e Hackman (2017), esta operação pode ser dividida em três fases:

- Percorrer o armazém até à zona de armazenagem do produto pretendido. Esta é provavelmente a etapa mais trabalhosa que não agrega valor.
- Procurar a localização exata do produto pretendido. Esta etapa não agrega valor ao produto, mas é fundamental para a eficiência da atividade.
- Selecionar, retirar e colocar o produto pretendido. Esta etapa compreende a atividade de valor agregado, sendo a mais difícil de automatizar.

No caso de existir mais do que uma unidade de um produto no armazém, o modo de seleção do produto pode ser realizado de acordo com três critérios distintos:

- ***First-In, First-Out (FIFO)***: O primeiro produto a entrar em *stock*, ou seja, o mais antigo, é o primeiro a ser utilizado/expedido.
- ***Last-In, First-Out (LIFO)***: O último produto a entrar em *stock*, ou seja, o mais recente, é o primeiro a ser utilizado/expedido.
- ***First-Expired, First-Out (FEFO)***: O primeiro produto a expirar o seu prazo de validade, é o primeiro a ser utilizado/expedido.

Sendo o *picking* uma atividade crucial para a produtividade e sucesso das organizações, a sua otimização deve ser considerada uma prioridade. De facto, existem vários métodos que podem ser aplicados com esse intuito e que foram anteriormente analisados como o *layout* do armazém, política de armazenamento ou categorização de artigos pela análise ABC.

A redução do tempo de deslocação e da distância percorrida pelo *picker* pode também ser alcançada através da implementação de estratégias de preparação de pedidos,

tecnologias de informação para *picking* ou políticas de *routing* que serão de seguida abordados.

### 2.3.1. Estratégias de *order-picking*

Segundo Richards (2014), dependendo da natureza do produto, da quantidade de itens a serem recolhidos e do tamanho, as organizações adotam diferentes estratégias e técnicas de *order-picking* para melhorar a eficiência da atividade. O mesmo autor considera que existem diversas formas de melhorar a operação de *order-picking* que devem ser implementadas nos armazéns antes de se introduzir a automação.

Genericamente, De Koster, Le-Duc, e Roodbergen (2007) classificam os sistemas de *picking* em sistemas manuais e sistemas automáticos. Porém, devido à sua importância nos armazéns atuais, este capítulo foca-se em dois tipos de sistemas manuais: *picker-to-goods* e *goods-to-picker*.

#### ❖ *Picker-to-goods*

O sistema *picker to goods* caracteriza-se pela deslocação do operador, a pé ou com um equipamento de recolha, ao longo dos corredores do armazém para recolher os produtos solicitados.

Este sistema manual distingue dois tipos de *picking*, ***picking a baixo nível*** onde são por norma alocados os artigos classificados como A pela análise ABC e ***picking a alto nível*** que aloca os artigos classificados como C. A diferença entre ambos assenta no facto de o *picking a alto nível* necessitar de equipamentos de movimentação com elevação como empilhadores ou *stackers* (De Koster et al., 2007).

De acordo com De Koster et al. (2007), os armazéns adotam maioritariamente este sistema, no qual se destacam quatro estratégias de *order-picking* com características distintas:

- ***Picking by order***: O *picker* é responsável por recolher todos os artigos solicitados de uma encomenda, percorrendo o armazém à procura das suas localizações. Nesta estratégia o *picking* é feito de forma individual para cada encomenda. Embora seja pouco propícia a erros, trata-se de uma estratégia pouco produtiva uma vez que a distância percorrida pelo *picker* é elevada.



- ***Picking by line:*** Esta estratégia tem por base uma sequência de recolha dos artigos solicitados. Em cada localização, o *picker* recolhe a quantidade de produto necessária para satisfazer várias encomendas, sendo essa quantidade posteriormente dividida por cada encomenda. A sequência definida (rota) permite minimizar a distância percorrida pelo *picker*, aumentando em contrapartida a possibilidade de erros na realização da operação.
- ***Zone picking:*** A área de *picking* (que pode ser toda a área de armazenagem ou apenas uma porção do armazém) encontra-se dividida em zonas, sendo atribuída uma zona específica a cada *picker* que é responsável por recolher os artigos solicitados para satisfazer várias encomendas que estão armazenados na sua zona. Os artigos recolhidos em cada zona são depois consolidados por forma a que as encomendas fiquem completas. A vantagem desta estratégia é o facto de o *picker* percorrer uma área menor e existir um menor número de congestionamentos, tendo também associada a possibilidade de o *picker* se familiarizar com a localização dos artigos. Contudo, tem associada a possibilidade de erros dado que os artigos necessitam de ser novamente consolidados.
- ***Batch picking:*** Esta estratégia segue a estratégia *picking by line* com a diferença de que se realiza para um grupo de encomendas e não para a totalidade de encomendas. Esta disparidade permite diminuir quer o número de deslocações quer o tempo consumido na operação de *order-picking*.

Em algumas situações, a combinação de várias estratégias de *picking* torna-se necessária para aumentar a eficiência da atividade.

#### ❖ ***Goods-to-picker***

O sistema *goods-to-picker* tem como propósito melhorar o desempenho das atividades produtivas realizadas pelo *picker* e reduzir o tempo de viagem. Os produtos são

recolhidos com auxílio de um sistema automático de armazenamento que movimenta os itens até ao *picker*, sendo este responsável por recolher a quantidade necessária do produto solicitado.

O sistema automático de armazenamento frequentemente utilizado no sistema *goods to picker* é o sistema *carousel*, que consiste num circuito rotativo de prateleiras em correntes acionadas por motores elétricos que transportam os produtos solicitados até ao operador (Bartholdi & Hackman, 2017). Distinguem-se dois tipos do sistema *carousel*:

- **Carousel Horizontal**

Dependendo da natureza do produto a armazenar, os *carousels* horizontais variam de tamanho e altura, sendo especialmente eficazes em áreas com pouco espaço livre. Este mecanismo é ideal para armazenar e recolher grandes quantidades de um item e tendem a ser utilizados para armazenar itens um pouco maiores do que o *carousel* vertical como caixas de média e grande dimensão (Rushton et al., 2010).

O funcionamento do sistema rotativo de prateleiras é controlado pelo *picker* através do *software* informático sendo, por norma, atribuído mais do que um *carousel* a um operador de forma a reduzir o tempo inativo.

Os carrosséis horizontais são caros e limitados pela quantidade de tempo que demoram para rodar. A complexidade da atividade de aprovisionamento deste sistema e a dependência do sistema informático para o seu funcionamento constituem-se também como inconvenientes à sua utilização (Richards, 2014).

- **Carousel Vertical**

O *carousel* vertical permite um melhor aproveitamento da altura máxima do edifício, proporcionando uma melhor utilização de espaço da área de armazenagem. Contudo, a eficácia deste sistema é condicionada pela velocidade do movimento, existindo um *trade-off* entre a altura do sistema e, portanto, a sua maior capacidade de armazenamento e o tempo que as prateleiras demoram a rodar (Richards, 2014).

As prateleiras circulam em qualquer direção entregando o produto solicitado ao operador a uma altura adequada e pela rota mais curta possível (Rushton et al., 2010). Estas prateleiras podem também ser ajustadas e subdivididas para lidar com diferentes tamanhos e pesos. O facto de ocupar uma área menor do que o *carousel* horizontal e de poder ter duas

ou mais aberturas que permitem aos funcionários de diferentes níveis ter acesso aos produtos armazenados confere também vantagem a este mecanismo.

Trata-se de um sistema de armazenamento ideal para pequenos e médios artigos que exigem alta segurança cujo *software* permite gerir o *stock* existente, sequenciar a atividade de *picking*, e utilizar o método *barcode scanning* ou *pick by light system* para melhorar o desempenho da operação.

Tal como no carrossel horizontal, este sistema requer manutenção contínua e é muito dependente do sistema informático, sendo também recorrente a atribuição de vários *carousels* a um *picker*.

Conforme Richards (2014), o sistema *goods-to-picker* proporciona aos armazéns diversos benefícios como a redução do tempo das deslocações entre localizações, a diminuição da mão de obra, aumento da segurança dos produtos, melhorias da velocidade na atividade de *order-picking*, precisão, aumento da eficiência de arrumação de produtos e melhor aproveitamento do espaço de armazenagem.

### **2.3.2. Tecnologias de informação para *picking***

Atualmente, a atividade de *picking* continua a ser uma operação bastante manual. No entanto, têm surgido diversas ferramentas tecnológicas em termos de sistemas de informação e equipamentos que podem ser utilizadas para fornecer altos níveis de produtividade e precisão (Rushton et al., 2010).

Embora o tempo consumido nas viagens no armazém seja o elemento mais significativo da atividade de *picking*, o tempo necessário para obter informações também deve ser considerado. A introdução de tecnologias de informação para a preparação de pedidos, principalmente nos sistemas *picker-to-goods*, tem provocado notórias melhorias na atividade. Cada vez mais os armazéns utilizam (Rushton et al., 2010):

- ***Pick by voice***: Com esta tecnologia, o *picker* ouve instruções de voz do computador acerca dos produtos a serem recolhidos e confirma a operação através de um microfone. Este método oferece melhorias em termos de produtividade e precisão, permitindo também a redução de erros e a atualização de *stock* em tempo real. Contudo, é uma tecnologia dispendiosa e de difícil utilização em ambientes com ruído e em

armazéns que possuem diferentes localizações para um determinado produto.

- **Barcode scanning:** A leitura de código de barras é o método comumente utilizado pelas organizações na atividade de *picking*. Esse código serve para identificar tanto os produtos em *stock* como as localizações existentes no armazém. Esta tecnologia permite a transmissão de informação em tempo real e melhorias em termos de produtividade e precisão, sendo a sua aplicação ideal em armazéns que possuem diferentes localizações para um determinado produto. Tem como desvantagem o custo do *hardware* e o facto de não existir um padrão de *barcode* universal.
- **Radio frequency identification (RFID):** Tal como o nome indica, a transmissão de informação é feita através de rádio frequência. Este sistema permite a leitura simultânea de vários itens, ao contrário do método de código de barras. A frequência é um fator importante na transmissão e na velocidade da mesma. O método RFID confere altos níveis de precisão e atualizações de *stock* em tempo real. Porém, requer elevado investimento, tendo também associado como desvantagens a possibilidade de ocorrência de problemas de leitura em materiais líquidos e metais, bem como de problemas de interferência em locais do armazém com sinal reduzido.
- **Pick by light:** Cada localização de *picking* encontra-se equipada com um painel LED controlado pelo computador que lê o código de barras do produto e por um botão para a confirmação da recolha do material. Na atividade de *picking*, a luz do painel acende e exhibe a quantidade a recolher de cada produto. Todas as informações são trocadas em tempo real entre o *picker* e o sistema ERP ou *Warehouse Management System* (WMS). Este método requer que o *picker* esteja alocado a uma determinada zona da área de armazenagem, sendo responsável por traçar a melhor rota. A metodologia *pick by light* confere altos níveis de precisão, produtividade e segurança, assim como elevada taxa de *picking*. Contudo, é pouco flexível, onerosa, de difícil utilização para produtos

com várias localizações e limitado em termos de tipos de produtos que pode utilizar.

- ***Put to light***: Método semelhante ao *pick by light* com a diferença de que no método anterior cada localização de *picking* possui o painel LED, e neste método esse painel é instalado noutras localizações, sendo os produtos para *picking* movimentados até esse local. Proporciona elevados níveis de precisão, produtividade e taxas de *picking*. No entanto, a necessidade de mover o produto para uma área específica durante a operação torna-se um inconveniente. Para além disso, trata-se de uma tecnologia onerosa e limitada em termos de tipos de produtos em que pode ser aplicada.

### 2.3.3. Políticas de *routing*

Outro fator que afeta a produtividade da atividade de *order-picking*, nomeadamente no sistema *picker-to-goods*, é o trajeto percorrido pelo *picker*. As políticas de *routing* têm como intuito sequenciar a atividade de recolha dos produtos solicitados pelo cliente (interno ou externo) de forma a garantir que é percorrida a melhor rota, ou seja, aquela que minimiza o tempo e a distância percorrida. Segundo Bartholdi e Hackman (2017), o problema de encontrar uma rota adequada para percorrer as localizações de um armazém é conhecido como “*Probabilistic Traveling Salesman Problem*” (PTSP). Para a construção de uma rota podem considera-se dois tipos de heurísticas: **construtivas** e **de melhoria**. A diferença entre estas reside no facto de que as heurísticas construtivas procuram criar uma solução admissível passo a passo, partindo da estaca zero, enquanto que as heurísticas de melhoria se iniciam com uma solução admissível que se pretende otimizar através da introdução de pequenas alterações. Uma das mais conhecidas heurísticas construtivas é a do **vizinho mais próximo**. Nesta abordagem, a solução é construída através da adição, de forma individual, de todos os pontos. O critério utilizado para a criação da solução é a distância entre dois pontos, sendo adicionado sempre o ponto mais próximo do ponto anteriormente selecionado.

De acordo com De Koster et al. (2007), o problema de *routing* na atividade de *picking* num armazém pode ser resolvido através dos seguintes métodos heurísticos (Figura 2.6):

- **Método *S-Shape*:** A atividade de *order-picking* é realizada em forma de S. Neste método, são visitados apenas os corredores que contém, pelo menos, um produto a ser recolhido, sendo que nesse caso o corredor é totalmente percorrido. O método *S-Shape* é majoritariamente utilizado quando se verifica uma enorme quantidade de produtos para *picking* por corredor.
- **Método *Return*:** Neste método só são percorridos os corredores que possuem produtos para *picking* e a entrada e saída do *picker* no corredor é feita pelo mesmo local.
- **Método *Midpoint*:** Tal como o nome indica, os corredores do armazém estão divididos em duas partes a partir do ponto médio. Assim, o *picker* percorre cada parte do corredor até ao seu ponto médio. Neste caso, o primeiro e último corredor visitados são percorridos por completo.
- **Método *Largest Gap*:** Semelhante ao método *Midpoint*, com a particularidade de que o *picker* percorre o corredor até à localização mais distante e não até ao ponto médio. O “*gap*” representa a separação entre dois locais de *picking* adjacentes, entre a primeira localização de *picking* e a área da frente do corredor e entre a última localização de *picking* e a área de trás desse corredor. Se o maior *gap* for entre esses dois locais adjacentes, o *picker* faz a rota de retorno entre as duas extremidades do corredor. Caso contrário, faz a rota de retorno pela parte da frente ou de trás do corredor. Assim, assegura-se que os maiores intervalos nos corredores não são percorridos. Contudo, em termos de implementação o método *Midpoint* torna-se mais simples.
- **Método *Combinado*:** Neste método, os corredores que contém produtos para *picking* são percorridos por completo. Contudo, o *picker* pode entrar ou sair do corredor pelo mesmo local. Esta decisão visa definir o caminho que minimiza a distância a percorrer no corredor onde se encontra e aproximar o *picker* de um melhor ponto de partida para o corredor seguinte.
- **Método *otimizado*:** Este utiliza a programação dinâmica com o objetivo de encontrar a rota ótima (mais curta) da atividade de *order-picking*.

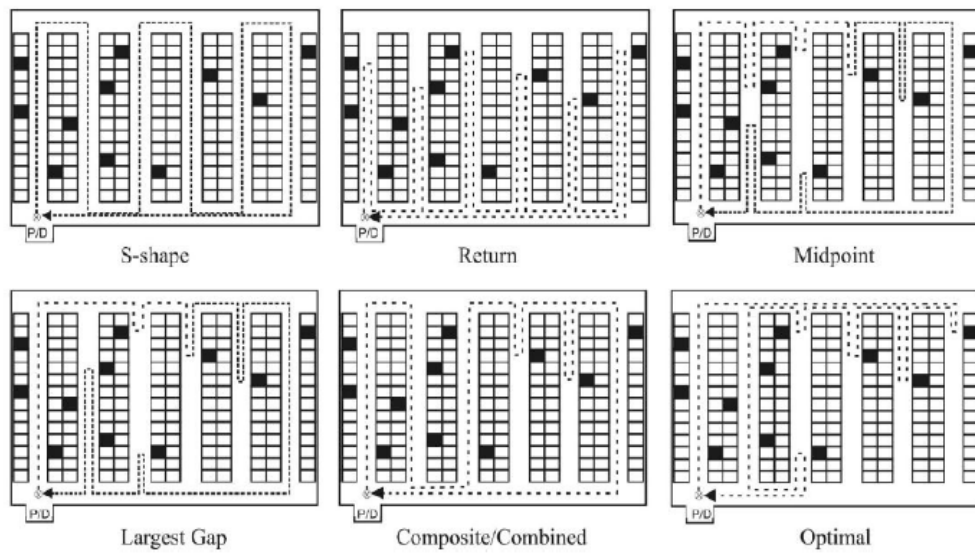


Figura 2.6. Políticas de *Routing* (Fonte: Santos, 2015)

### 3. DESCRICHÃO E CARACTERIZACHÃO DO CASO DE ESTUDO

Este capítulo centra-se na caracterização do caso de estudo cuja atividade incide no setor farmacêutico. Primeiramente é feita uma apresentação da empresa no que diz respeito à sua história e crescimento, mercado em que atua, política da atividade industrial e *layout* industrial.

Posteriormente, as secções 3.3 e 3.4 respetivamente, contém a descrição da situação atual do processo de armazenagem da FARMALABOR e a exposição dos principais problemas identificados ao nível das atividades de *put-away* e *picking*.

#### 3.1. Apresentação da empresa

Fundada em 1962, em Coimbra, como unidade industrial da empresa farmacêutica Euro-Labor, a FARMALABOR é uma empresa nacional cuja atividade engloba o fabrico de produtos farmacêuticos, cosméticos e suplementos alimentares para um universo diversificado de clientes nacionais e internacionais.

A crescente competitividade do mercado, resultante das exigências dos consumidores, aliada ao progressivo aumento da produção conduziu à construção das atuais instalações situadas, estrategicamente, na zona industrial de Condeixa-a-Nova.

Anos mais tarde, a Euro-labor estabeleceu uma parceria com a GRÜNENTHAL, sendo posteriormente adquirida na totalidade pelo mesmo grupo alemão.

Em 2001 a FARMALABOR tornou-se parte do GRUPO MEDINFAR, líder em Portugal na categoria de Saúde do Consumidor, sediado em Lisboa, Portugal. Desde então, a FARMALABOR é a unidade fabril do grupo farmacêutico que atua no competitivo mercado de fabrico para terceiros em regime de *outsourcing*.

A política da atividade industrial assenta na rentabilização da sua capacidade instalada otimizando a produtividade das unidades, na formação contínua dos seus colaboradores e no desenvolvimento de parcerias que potenciem a inovação tecnológica dos equipamentos, instalações e processos.



Certificada pelas normas ISO9001:2015 (Qualidade), ISO14001:2015 (Ambiente) e OHSAS 18001:2007 (Segurança e Saúde no Trabalho), a FARMALABOR apresenta-se como um fabricante moderno, dinâmico e altamente competitivo que opera de acordo com as melhores práticas do setor farmacêutico.

Com uma área de 5 350 m<sup>2</sup>, a FARMALABOR emprega cerca de 180 colaboradores divididos em dois turnos, ocupando atualmente uma confortável posição no mercado de *contract manufacturing*.

### 3.1.1. Organograma da empresa



**Figura 3.1.** Organograma geral da FARMALABOR (Adaptado de: FARMALABOR)

O estudo realizou-se no âmbito do Departamento de Logística e Armazenagem o qual é constituído pelo setor de armazenagem, de amostragem e de pesagem. De entre as

suas variadas funções compreendem-se as atividades de faturação, a gestão física dos materiais, a gestão de transportes, a gestão de devoluções, a gestão de armazéns de *outsourcing* e o abastecimento das áreas produtivas.

### **3.2. Layout industrial**

O projeto da presente dissertação desenvolveu-se, na sua totalidade, no setor de armazenagem da FARMALABOR. De uma forma geral, este setor é constituído pelas seguintes áreas que diferem entre si em termos de condições de armazenagem:

- Armazém de inflamáveis (18°C - 20°C);
- Armazém geral (15°C – 25°C);
- Sala do frio (10°C – 20°C);
- Câmara do frio (2°C – 8°C).

No armazém geral existem ainda duas zonas de acesso restrito que correspondem à zona de produto rejeitado, destinada à arrumação de artigos não conformes, e à zona de psicotrópicos. As quatro áreas acima identificadas são destinadas à alocação de matérias-primas, material de acondicionamento e psicotrópicos que estão por sua vez divididos nas seguintes categorias de artigos:

- FINF: Matérias-primas inflamáveis;
- FCFR: Matérias-primas da câmara do frio;
- FSFR: Matérias-primas da sala do frio;
- FSTD: Matérias-primas do armazém geral;
- FPSI: Psicotrópicos;
- FMA: Material de acondicionamento.

O produto acabado e granel também são alocados no armazém geral, mas não possuem categorias definidas no sistema informático.

A figura seguinte esquematiza o *layout* do armazém geral, destacado a amarelo, que contém as diferentes áreas de armazenagem. As Tabela 3.1 e Tabela 3.2 apresentam respetivamente a legenda dos espaços e dos fluxos ilustrados na Figura 3.2.

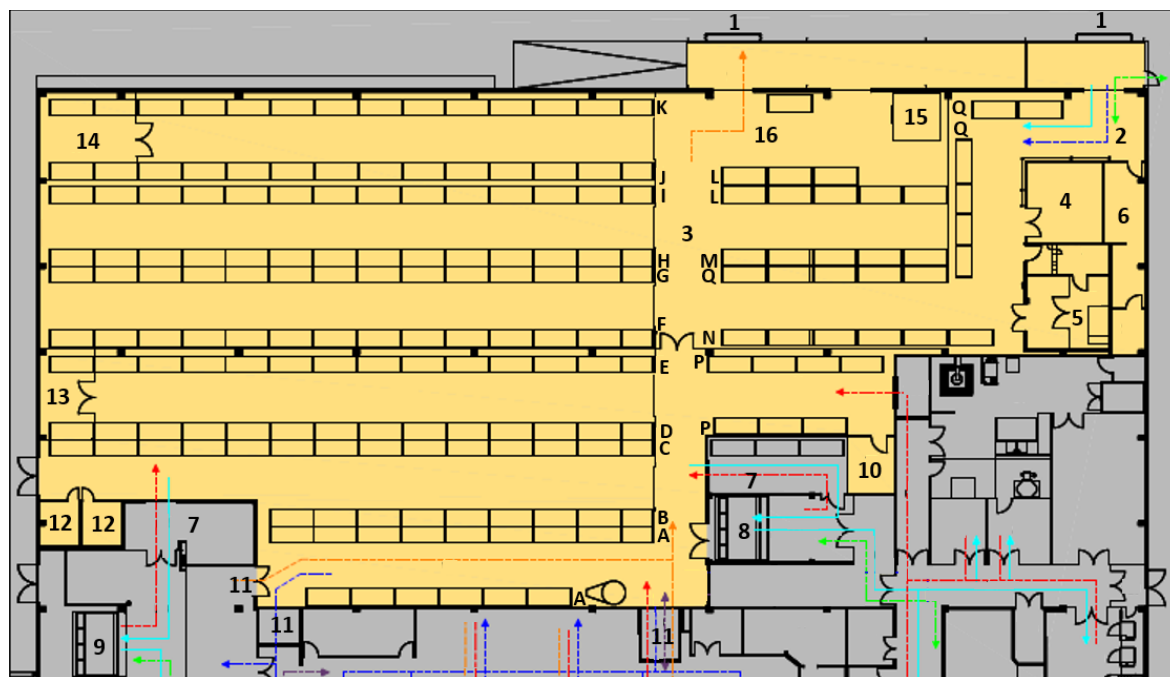








Figura 3.2. Layout do Armazém geral (Adaptado de: FARMALABOR)

Tabela 3.1. Legenda do layout do armazém geral

Zona	
1.	Cais
2.	Zona de Receção
3.	Armazém Geral
4.	Sala de Frio
5.	Sala de Amostragem
6.	Controlo de Qualidade
7.	Parque de matérias-primas aviadas
8.	Sala de pesagem formas sólidas
9.	Sala de pesagem formas líquidas e pastosas
10.	Gabinete

<b>11.</b>	<i>Airlock</i>
<b>12.</b>	Balneários
<b>13.</b>	Zona de Rejeitados
<b>14.</b>	Zona de Psicotrópicos
<b>15.</b>	Câmara de Frio
<b>16.</b>	Zona de expedição

**Tabela 3.2.** Legenda dos fluxos ilustrados no *layout* do armazém geral

<b>Fluxos</b>	
	Colaboradores
	Matérias-primas
	Material de acondicionamento
	Resíduos
	Produto acabado
	Granel

### 3.2.1. Sistemas de armazenagem

As áreas de armazenagem são maioritariamente compostas por *racks* convencionais de cinco níveis (Figura 3.3) cujos espaços de armazenamento variam entre si em termos de altura e capacidade (locais de armazenamento de um único artigo ou com divisórias de dois ou quatro espaços para alocar diferentes artigos). No entanto, em algumas dessas áreas, existem também pequenas estantes de arrumação (Figura 3.4).



**Figura 3.3.** Ilustração de uma *rack* convencional de cinco níveis



**Figura 3.4.** Ilustração de uma estante de arrumação

As localizações de arrumação das áreas de armazenagem encontram-se devidamente identificadas por etiquetas de localização, tal como representado na figura abaixo.



**Figura 3.5.** Etiqueta de localização do sistema de armazenagem do armazém geral

A Figura 3.5 é um exemplo de uma etiqueta de localização do sistema de armazenagem (*racks*) do armazém geral da FARMALABOR. De forma simplificada, a simbologia MP.C01.01 significa que se trata de uma localização do corredor C do armazém geral, do primeiro nível da *rack*, ou também designado do nível do chão, e da primeira posição desse nível. Caso se trate de uma localização da câmara do frio, sala do frio, armazém de inflamáveis, estantes ou armários do armazém geral estas tomam, respetivamente, as seguintes designações MP.CFR.01, MP.SFR.01, MP.INF.01, MP.EST.01 e MP.ARM.01.

A leitura dos códigos de barras é feita, através do *Personal Digital Assistant* (PDA), com auxílio de uma tecnologia de informação, *barcode scanning*, que permite a troca de informações em tempo real com o sistema informático, *JD Edwards EnterpriseOne* (JDE).

### **3.3. Análise da situação atual**

A FARMALABOR possui atualmente uma capacidade bruta anual de 50 milhões de unidades repartidas entre formulações sólidas, líquidas e pastosas não estéreis.

A limitação de espaço resultante do crescimento da empresa ao longo dos últimos anos, levou à necessidade de optar pela subcontratação das atividades de outros armazéns em regime *outsourcing*. A opção pela subcontratação das suas atividades de armazenagem surge, quer como forma de combater a escassez da área de armazenagem, quer pela excelente localização estratégica que permite alocar o material anónimo e reduzir os custos associados à sua movimentação. O transporte dos artigos para esses armazéns é efetuado com recurso ao transporte que diariamente leva produto acabado da fábrica para o armazém central do GRUPO MEDINFAR, localizado na Venda-Nova, uma vez que este é também o armazém de distribuição de produto acabado MEDINFAR.

Em virtude dessa situação, as instalações da FARMALABOR irão expandir e sofrer reestruturações, tendo naturalmente diversas alterações associadas ao *layout* do Departamento de Logística e Armazenagem. Uma vez que o âmbito do trabalho se foca no setor de armazenagem, torna-se necessário averiguar o funcionamento atual do processo de armazenagem.

O armazém geral FARMALABOR apresenta um fluxo quebrado (em U), situando-se, por isso, em paralelo a zona de receção de mercadoria e a zona de expedição do produto acabado. O fluxo da carga rececionada apresenta-se, de seguida, na Figura 3.6.

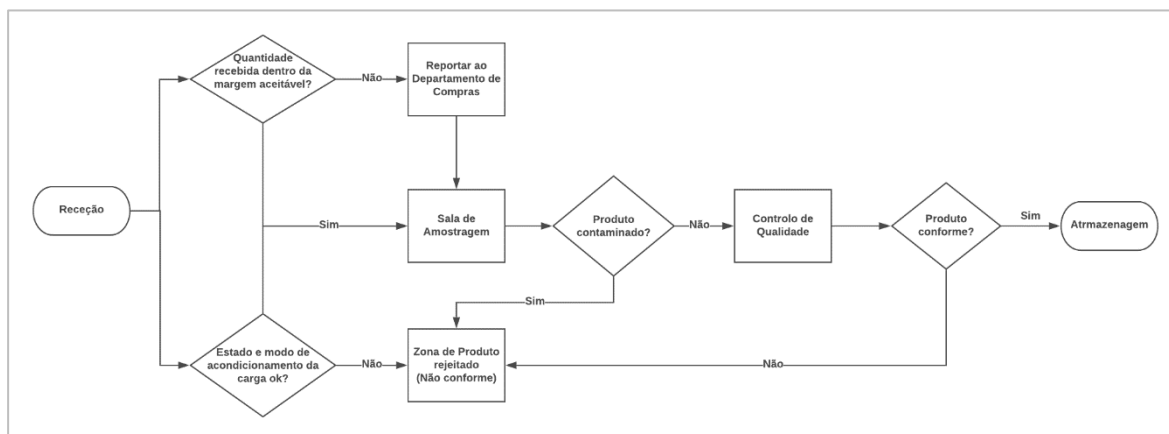


Figura 3.6. Fluxograma da receção da carga

Como se pode observar, o fluxo interno de materiais tem início na área de receção. Esta operação de receção tem como atividades a descarga da mercadoria, a verificação da embalagem e do estado dos materiais, a conferência da quantidade rececionada, o registo de receção da mercadoria no sistema informático e a etiquetagem.

Ao longo do processo de receção de mercadoria destacam-se dois momentos de conferência:

- 1º momento: verificação física do estado dos materiais e do modo de acondicionamento da carga (se a carga está devidamente selada e transportada numa palete dimensão Euro);
- 2º momento: comparação das informações do fornecedor com as informações da ordem de compra do sistema (quantidade, nome do fornecedor, tipo de condição de armazenamento).

Efetuada a entrada de *stock* no sistema informático, o artigo recebe uma etiqueta de receção FARMALABOR (Figura 3.7) na qual consta o nome e o código do artigo, o lote interno, o número de contentores rececionados e a data de receção. Os quatro dígitos iniciais do número de lote interno correspondem ao ano e mês no qual o artigo foi recebido em armazém e os restantes representam o número sequencial de entrada de artigos ao mês. Clarificando, o número do lote interno do artigo da etiqueta de receção da figura abaixo

indica que este foi rececionado no ano de dois mil e vinte, no mês cinco, e que foi o 447º artigo rececionado nesse mês de maio.



**Figura 3.7.** Etiqueta de recepção FARMALABOR (Fonte: FARMALABOR)

Posteriormente, a quantidade necessária de cada artigo, de acordo com o seu plano de amostragem (ANEXO A), é transferida da área de recepção para o primeiro nível do corredor N (Figura 3.2), onde aguarda temporariamente para passar pelo setor de amostragem, seguindo a amostra para o Departamento de Controlo de Qualidade de forma a avaliar a sua conformidade. A quantidade restante da palete rececionada é parqueada em armazém.

A fase de armazenamento do produto pode ser feita do seguinte modo:

- O operador solicita ao sistema informático uma sugestão de localização de arrumação para o artigo;
- O operador viaja pelo armazém para analisar os espaços vazios seguindo a política de armazenamento implementada na FARMALABOR, armazenamento por zonas, neste caso, por famílias de produtos. Como referido na secção 2.2.3, dentro de cada zona, o armazenamento é feito de forma aleatória de acordo com os espaços vazios existentes.

O segundo cenário apresentado é o atualmente utilizado quer pelo facto de o sistema informático possuir informação desatualizada para a larga maioria dos artigos quer pela falta de espaço de armazenagem que provoca o bloqueio do sistema na atribuição de



uma localização. Assim, e tendo em consideração a categoria do artigo, o colaborador percorre o armazém, a pé ou com um equipamento de recolha, à procura de uma localização disponível para alocar a carga, conferindo posteriormente informação ao sistema, através do PDA, acerca da localização na qual o artigo foi alocado. A disposição por zonas (família de produtos) no armazém geral é feita do seguinte modo:

- Corredor A: Produto acabado;
- Corredor B-F, Q e N: Matérias-primas;
- Corredor G-K: Material de acondicionamento;
- Corredor L e M: Material de acondicionamento e Produto acabado.

Devido à expansão das instalações fabris, o corredor P do armazém geral já não se encontra em utilização pelo Departamento de Logística e Armazenagem embora esteja presente no *layout* apresentado no início deste capítulo. Tal como ilustrado na Figura 3.2, excetua-se ao anteriormente exposto uma porção dos corredores D e E e J e K que é destinada respetivamente às zonas de produto rejeitado e de psicotrópicos, identificadas pela numeração 13 e 14. Contudo, e apesar de o armazém geral possuir um armazenamento por zonas, a notória e crescente falta de espaço da área de armazenagem tem conduzido, por vezes, ao não cumprimento da disposição acima referida, tornando-o num armazém caótico.

Na realização desta atividade de *put-away*, a FARMALABOR estabeleceu o seguinte método de trabalho que os operadores devem sempre procurar seguir:

- Alocação de artigos com maior peso (como as cubas de matérias-primas) nos níveis mais baixos dos sistemas de armazenagem;
- Alocação de matérias-primas armazenadas em sacos nos níveis mais baixos dos sistemas de armazenagem devido à instabilidade da carga;
- Alocação de matérias-primas necessárias às salas de pesagem de formas sólidas e às salas de pesagem de formas líquidas e pastosas mais próximo de cada uma dessas zonas;
- Alocação dos contentores já utilizados numa localização anterior às restantes desse mesmo lote, de forma a evitar que se avie primeiro um contentor completo e não a “fração” restante.

A atividade de *put-away* antecede a atividade de *picking*, que tem como responsabilidade fornecer as matérias-primas necessárias às salas de pesagem, que irão por sua vez abastecer as linhas de produção, e o material de acondicionamento (literaturas, alumínio, bobines de PVC, caixas, frascos ou rótulos) ao setor de embalagem. Por esse motivo, a atribuição de localização é uma forma fundamental de melhorar a atividade de *picking* uma vez que o local de armazenamento afeta o tempo de viagem e a rota percorrida pelo *picker*.

Como o armazenamento é feito por zonas, a atividade de *picking* na FARMALABOR está dividida em *picking* de matérias-primas e *picking* de material de acondicionamento de forma a reduzir a possibilidade de congestionamentos nas zonas de armazenagem. O aviamento das matérias-primas para as salas de pesagem é feito de acordo com um plano de trabalho semanal que contém informação sobre o produto acabado que irá ser produzido e o seu lote. A partir da análise desse plano, o *picker* verifica se existe *stock* de todas as matérias-primas necessárias e efetua o processamento da ordem no sistema informático, obtendo os pedidos de matéria-prima (MP), com as respetivas quantidades a recolher e localizações, no PDA para realizar a atividade de *picking*. No caso do material de acondicionamento, as solicitações são realizadas pelo Departamento de Produção, caindo os pedidos automaticamente no PDA.

Independentemente da categoria do artigo, a atividade de *picking* rege-se sempre pela regra FEFO, ou seja, o primeiro lote a expirar o prazo de validade é o primeiro a ser utilizado, uma vez que pode existir em *stock* um lote recente com validade inferior aos lotes anteriores desse artigo. Porém, quando os lotes de um artigo possuem o mesmo prazo de validade, o sistema utiliza a regra FIFO, o que significa que o lote interno mais antigo será o primeiro a ser utilizado, logo é a sua localização que surge no PDA quando o artigo é solicitado. No caso de existirem várias localizações do mesmo lote interno, a sequência dessas localizações segue uma ordem alfabética. A rota da atividade de *picking* é então definida pela localização dos lotes de menor validade e dos lotes mais antigos de cada artigo e na sua realização os operadores seguem a política de *routing return*.

Atualmente, a atividade de *picking* é realizada por família de produtos, segundo a estratégia *batch picking*, o que significa que o *picker* recolhe os artigos necessários para satisfazer várias encomendas de forma a diminuir o número de deslocações e o tempo despendido na operação. Assim, dirige-se até à localização do artigo que pretende recolher,

utiliza o PDA para fazer a leitura do código de barras do artigo e da localização onde está alocado, e transfere-o física e informaticamente para a localização AP.001.001 (Produção). No caso das matérias-primas, estas são transferidas para as zonas 7 onde tem início o seu fluxo para as salas de pesagem e no caso do material de acondicionamento são transferidas para as *airlocks* do setor da embalagem, tal como ilustrado na Figura 3.2 pelos fluxos azul escuro e claro respetivamente.

Após o aviamento dos artigos, segue-se a atividade de embalagem e expedição do produto acabado. Como se pode observar pelo fluxo laranja na Figura 3.2, as paletes de produto acabado chegam ao armazém pela *airlock* do setor da embalagem, passam pela máquina de cintar (identificada no *layout* pelo ícone à direita do corredor A) sendo arrumadas nos espaços vazios dos corredores reservados ao produto acabado ou no chão junto a esses corredores para serem posteriormente expedidas. Nesta fase, o produto acabado encontra-se em quarentena com o intuito de avaliar a sua conformidade. Caso se trate de produto acabado MEDINFAR, este pode ser expedido no imediato cumprindo a quarentena no armazém central do grupo. No entanto, caso se trate de produto acabado de cliente, o mesmo só é expedido após a aprovação e emissão dos certificados de análise e de conformidade emitidos respetivamente pelo Departamento de Controlo de Qualidade e pela Diretora Técnica. Os clientes FARMALABOR são empresas que subcontrataram os seus serviços, sendo estas as responsáveis por fazer chegar o produto acabado ao local de venda destinado ao consumidor final.

### **3.4. Descrição do problema**

Com o intuito de otimizar o processo de armazenagem, foram identificados problemas, a partir da análise da situação atual, ao nível das atividades de *put-away* e *picking* que necessitam de ser resolvidos.

Um dos grandes desafios que o Departamento de Logística e Armazenagem enfrenta incide no método de arrumação dos artigos que chegam ao armazém (quer por parte dos fornecedores quer por parte do setor de pesagem ou Produção). Trata-se atualmente de uma atividade que tem associada a possibilidade de erro humano, uma vez que existe sempre o risco de o operador arrumar um artigo com condições especiais de armazenagem num local

incorreto, e o desperdício de tempo resultante da fase de averiguação dos espaços vazios no armazém para arrumar o artigo.

Devido à expansão das instalações FARMALABOR, as distâncias percorridas na área de armazenagem na execução da atividade de *picking* irão aumentar. Como forma de reduzir essas viagens e de aumentar a eficiência da atividade, irá ser introduzido um sistema *goods-to-picker* para armazenar itens de elevada rotatividade. Surge então a necessidade de definir os itens para essa estrutura.

Outro problema foca-se na atividade de *picking*, mais concretamente na definição de rotas da atividade. À data de hoje, o procedimento de disponibilização dos artigos fica ao critério do operador, não existindo uma metodologia universal para a realização da operação na FARMALABOR. Dado que esta operação representa uma grande percentagem dos custos, e a maior parte do tempo da atividade é despendido nas viagens no armazém, a definição de rotas é fundamental para a sua otimização e redução de desperdícios e custos.



## 4. PROPOSTAS DE MELHORIA

Após uma análise detalhada aos problemas referidos no capítulo anterior, foram definidas soluções para colmatar essas falhas a fim de obter ganhos significativos para a organização. As oportunidades de melhoria formuladas foram desenvolvidas no âmbito das atividades de *put-away* e *picking*, a introduzir após o aumento da capacidade do armazém.

### 4.1. Otimização da funcionalidade de alocação dinâmica

Através do estudo do processo, verificou-se que o método atual de arrumação da mercadoria é bastante manual e moroso conduzindo a vários tipos de desperdícios. Com o objetivo de melhorar a eficiência da atividade *put-away* tornou-se necessário otimizar a funcionalidade de alocação dinâmica integrada no sistema informático da empresa. Esta trata-se de uma função que sugere ao utilizador uma localização apropriada para arrumar o artigo através da leitura do seu código de barras. Contudo, para que o sistema possa fazer essa proposta é necessário parametrizar as áreas de armazenagem e os artigos de modo a que, ao ler a informação de um item, possa compará-la com as características que constam na base de dados sobre as localizações e o artigo, e sugerir uma localização adequada.

Assim, numa fase inicial, foi necessário avaliar as localizações existentes nas áreas de armazenagem (armazém de inflamáveis, armazém geral, sala de frio, câmara de frio, zona de psicotrópicos) e compreender quais dessas é que se encontram ou não ativas de forma a atualizar esses dados no sistema com o intuito de informá-lo se uma determinada localização se encontra apta para armazenar. Numa tentativa de uniformizar os tipos de localização existentes foram definidas as seguintes que se apresentam na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1.** Tipos de localização de armazenagem

<b>Tipo Localização</b>	<b>Legenda</b>
<b>H120C</b>	Local com 1.20 metros de altura e no nível do chão
<b>H120</b>	Local com 1.20 metros de altura
<b>H100</b>	Local com 1 metro de altura
<b>H100D</b>	Local com 1 metro de altura e com divisórias de 4 locais
<b>H100D1</b>	Local com 1 metro de altura e com divisórias de 2 locais
<b>H90</b>	Local com 0.90 metros de altura
<b>H70</b>	Local com 0.70 metros de altura
<b>H70D</b>	Local com 0.70 metros de altura e com divisórias de 4 locais
<b>H70D1</b>	Local com 0.70 metros de altura e com divisórias de 2 locais
<b>ARMG</b>	Armário retangular grande
<b>ARMQ</b>	Armário quadrado
<b>EST</b>	Estantes
<b>CH</b>	Chão
<b>COFRE</b>	Cofre de materiais psicotrópicos

Tal como referido anteriormente, o armazém geral está dividido por famílias de produtos e as zonas de armazenagem afetas a cada família possuem também tipos de localização distintos:

- Tipos de localização dos corredores das Matérias-primas: H120C, H120, H100, H100D1, H100D e EST.
- Tipos de localização dos corredores do Material de acondicionamento: H120C, H120, H90, H70, H70D, H70D1, ARMQ e ARMG.

O motivo desta distinção reside no facto dos contentores de diversos materiais de acondicionamento serem de pequena dimensão o que possibilita um melhor aproveitamento da área de armazenagem através da introdução de mais níveis, ou seja, de mais espaços de arrumação.

A cada espaço de armazenagem está atribuído um tipo de localização, tendo o sistema também conhecimento a que categoria de artigos é que corresponde cada uma das localizações das zonas de armazenagem, tal como ilustrado na Tabela 4.2. Caso uma localização se encontre inativa, não será logicamente sugerida pelo sistema informático como local de arrumação.

**Tabela 4.2.** Exemplo - Parametrização das localizações das áreas de armazenagem

Local	Grupo de Características	Ativo/ Não ativo	Tipo Localização	Categoria de artigos
<b>MP.C01.01</b>	Matérias-primas	Ativo	H120C	FSTD
<b>MP.EST.01</b>	Matérias-primas	Ativo	EST	FSTD
<b>MP.H02.01</b>	Material de acondicionamento	Ativo	H70D	FMA
<b>MP.SFR.03</b>	Sala do Frio	Ativo	H120C	FSFR
<b>MP.CFR.01</b>	Câmara do Frio	Ativo	EST	FCFR
<b>MP.J03.33</b>	Psicotrópicos	Ativo	H120	FPSI
<b>MP.INF.01</b>	Inflamáveis	Ativo	H120C	FINF



Após a primeira fase de parametrização das localizações de armazenagem, realizou-se a parametrização dos artigos em termos de condições de armazenamento, isto é, foi necessário verificar se os artigos em *stock* se encontram arrumados nas áreas de armazenagem apropriadas às suas condições especiais. Para tal recorreu-se ao registo informático que contém informação sobre os artigos de cada categoria (FINF, FCFR, FSFR, FSTD, FPSI, FMA), e comparou-se a localização atual e o histórico de localizações de cada artigo. Com base nessa comparação e na análise das listagens de cada categoria, foram alterados de categoria os artigos nos quais se constatou que possuíam uma condição especial de armazenamento distinta daquela para a qual estavam parametrizados atualmente, sendo inseridas novamente essas listagens no sistema *JDE*.

Posteriormente, com essas informações corretas procedeu-se à última parametrização, no sistema informático, que consistiu na definição de unidades de medida de artigos (Figura 4.1) e da capacidade das localizações por artigo (Figura 4.2) para cada uma das categoria, em termos de:

- Peso unitário do artigo (g/ml/un)
- Tipo de contentor (BL/CX)
- Tipo de localização
- Capacidade máxima de contentores por localização (BL/CX)
- Capacidade máxima em unidade de medida por localização (g/ml/un)

Est. UM	-	Da UM	-	Fator Conversão	Para UM	Conversão Inversa	Conversão para Principal
<input checked="" type="radio"/>	1	LO	=	500.000,0000000	GR	,0000020	500000,0000000
<input type="radio"/>	1	BL	=	25.000,0000000	GR	,0000400	25000,0000000

Figura 4.1. Definição de Unidades de Medida de Artigos no sistema *JDE*

Importa salientar, em relação ao tipo de contentor, que está definido como Caixa (CX) qualquer artigo cuja embalagem é efetivamente uma caixa e como Bidon (BL) todos os restantes artigos cuja embalagem poderá ser um saco, um frasco ou um bidon.

**Definição da Capacidade das Localizações por Artigo - Acesso a Capacidade de Locais**

Nº do Item: 14050002 ACUCAR GRANULADO ESPECIAL Filial/Fábrica: 07CO15

Display:  Nº de Item  Grupo Dimensões Itens

Registros 1 - 4 Customizar Grade

<input type="checkbox"/>	Filial / Fábrica	Grp. Dimens. Local	Nº do Item	Descrição	UM	Código Contêiner	Capacidade Máxima
<input type="checkbox"/>		07CO15 H120	14050002	ACUCAR GRANULADO ESPECIAL	BL		27,00
<input type="checkbox"/>		07CO15 H120	14050002	ACUCAR GRANULADO ESPECIAL	GR		675000,00
<input type="checkbox"/>		07CO15 H120C	14050002	ACUCAR GRANULADO ESPECIAL	BL		30,00
<input type="checkbox"/>		07CO15 H120C	14050002	ACUCAR GRANULADO ESPECIAL	GR		750000,00

**Figura 4.2.** Definição da Capacidade das Localizações por Artigo no sistema JDE

Nesta fase, foi necessário visualizar fisicamente o peso, o tipo e o tamanho do contentor de cada matéria-prima de forma a compreender qual a capacidade máxima de contentores que podem ser armazenados de cada artigo em cada tipo de localização. Este processo de parametrização das localizações de armazenagem teve por base a análise do histórico das receções de cada artigo de forma a evitar que um artigo que é encomendado à unidade fosse arrumado, por exemplo, num espaço de maior dimensão como um tipo de localização H120. A linha de pensamento utilizada foi estruturada do seguinte modo:

- Parametrizam-se em ARMQ e/ou ARMG os materiais de acondicionamento que devem ser armazenados em espaço fechado como é o caso dos rótulos;
- Parametrizam-se em H70D os materiais de acondicionamento recebidos em pequena quantidade e em caixas de pequena dimensão e/ou itens de baixa rotatividade;
- Parametrizam-se em H70D1 os materiais de acondicionamento recebidos em quantidade superior aos parametrizados em H70D, os materiais de dimensão superior à praticável no H70D e/ou de baixa rotatividade;
- Parametrizam-se em H70 os materiais de acondicionamento recebidos em quantidade superior aos parametrizados em H70D e H70D1 e/ou artigos de alta rotatividade e pequena dimensão.

- Parametrizam-se em H90 os artigos de maior dimensão que não possam ser armazenados em H70 ou artigos recebidos em quantidade superior aos parametrizados nas localizações acima descritas;
- Parametrizam-se em EST os artigos em contentores de pequena dimensão e com baixa quantidade rececionada em armazém;
- Parametrizam-se em H100D os artigos usualmente recebidos com duas unidades ou artigos de pequena dimensão e/ou baixa rotatividade que não tenham tamanho adequado para ser arrumado em estantes;
- Parametrizam-se em H100D1 os artigos rececionados com uma ou duas unidades que não tenham dimensão adequada para ser arrumado em H100D.
- Parametrizam-se em H100 os artigos usualmente rececionados em lotes com elevado número de contentores;
- Parametrizam-se em H120 os artigos recebidos em quantidades superiores às mencionadas em H100 ou artigos de elevada dimensão que não possam ser arrumados em H100;
- Parametrizam-se em H120C os artigos com peso unitário superior a 180 kilos, cubas de matérias-primas ou contentores de artigos com baixa estabilidade como é o caso dos sacos de açúcar granulado especial, cuja parametrização se apresenta na Figura 4.2.

De ressaltar que, a incorreta introdução de alguma das variáveis no sistema informático, como por exemplo o peso unitário, é o suficiente para que não apresente uma sugestão de localização credível. Assim, percebe-se que a parametrização quer do artigo quer do armazém é um fator fundamental nesta funcionalidade que carece de constante atualização.

Após a conclusão das parametrizações, o colaborador poderá então solicitar ao sistema informático uma sugestão de local de arrumação do artigo. Ao fazer a leitura do código de barras, o sistema informático irá, numa primeira fase, averiguar a que categoria de artigos pertence esse código e, de seguida, atribuir uma localização dessa categoria de acordo com o tipo de localização que esse artigo pode tomar e com a sua capacidade máxima. O sistema irá averiguar a existência de localizações em utilização para esse item com

capacidade disponível e, caso não existam, irá sempre sugerir o local de maior dimensão dado que, por defeito, se estiver programado para minimizar os espaços vazios irá sugerir a divisão do número de contentores de uma paleta pelos espaços de menor dimensão disponíveis para os quais o artigo se encontre parametrizado. Contudo, caso se trate de contentores individuais, não compensa em termos de espaço, ocupar a localização de maior dimensão, mas sim as de menor capacidade. Assim, nesse caso o operador é forçado a contrariar o sistema, ou seja, a selecionar outra localização.

De forma a verificar o funcionamento desta melhoria no processo de arrumação, foram realizados testes a esta funcionalidade de alocação dinâmica quer para a zona de armazenagem do armazém geral quer para zonas especiais de armazenagem como a sala do frio:

- **Teste 1: Sugestão de arrumação - Armazém geral**

A Figura 4.3 apresenta o menu no qual o colaborador executa um pedido de sugestão de localização ao sistema informático *JDE*. Ao inserir o código do artigo, o sistema irá apresentar toda a quantidade desse artigo que existe para arrumar. A localização R é a localização informática que um artigo toma após ser dada a sua entrada em armazém.

Unidade Negócios	Local	2º Nº do Item	3º Nº do Item	Descrição	Cód. Status Lote	UM	Data Último Recebimento	Data Atualiz.	Quantidade Existente	Nº de Lote/Série	Data Validade Mês
07CO15	R	14900089	14900089	POLISSORBATO 60	H	GR	23/07/2020	24/07/2020	400000,000	20070640	31/12/2200

Figura 4.3. Menu de sugestão de arrumação do sistema *JDE*

Ao premir a opção de arrumação, a sugestão do sistema informático para esse artigo cai automaticamente no PDA do colaborador, como exemplificado na Figura 4.4.

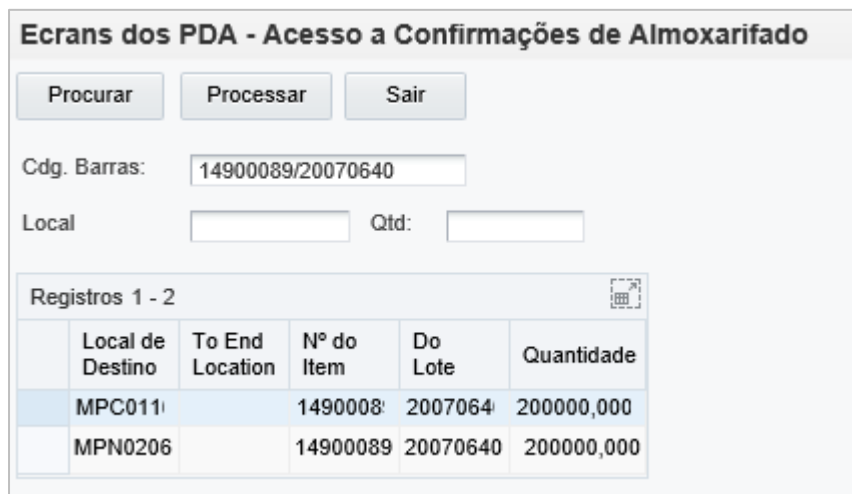


Figura 4.4. Sugestão de localização apresentada pelo sistema JDE

O item em questão encontra-se parametrizado como um contentor de 200 kilos, pertencente à categoria FSTD, que pode ser armazenado em dois tipos de localizações, H120C e H120, tendo sido cada uma dessas parametrizada com capacidade de armazenamento de 2 BL, ou seja, 400 Kg. Tal como observado na figura acima, o sistema sugere tanto localizações desta categoria de artigos como também tipos de localização para o qual está parametrizado, sendo o MP.C01.16 e MP.N02.06 respetivamente uma localização H120C e H120. Apesar de se tratar de dois contentores do mesmo lote, o sistema sugere ao colaborador a sua arrumação individual. Tal deve-se ao facto de a localização MP.N02.06. ter capacidade disponível para armazenar outro contentor deste item, como demonstra a Figura 4.5.

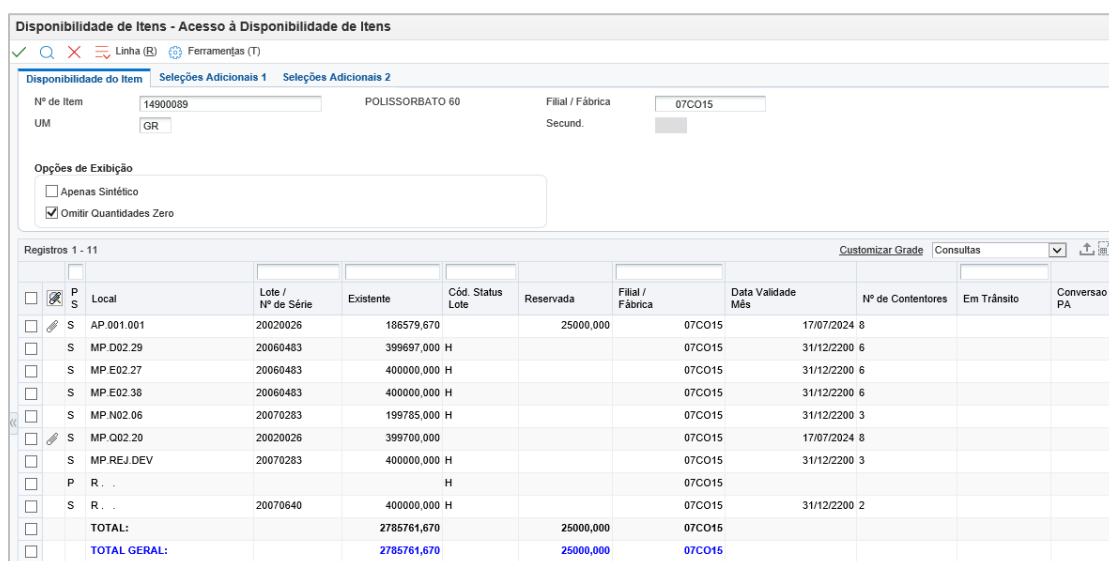


Figura 4.5. Menu da Disponibilidade de itens do sistema JDE

▪ **Teste 2: Sugestão de arrumação - Sala do frio (Condição especial)**

Pela mesma ordem de ideias acima descrita, a Figura 4.6 apresenta a quantidade existente na localização R para arrumar e a Figura 4.7 mostra a sugestão de localização do sistema informático *JDE*.

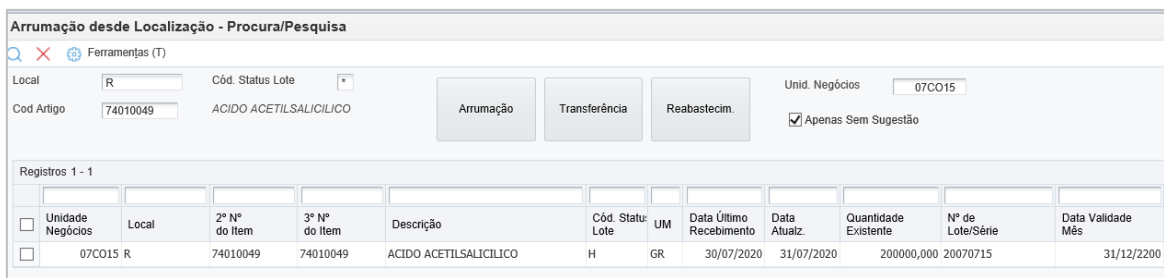


Figura 4.6. Menu de sugestão de arrumação do sistema *JDE*

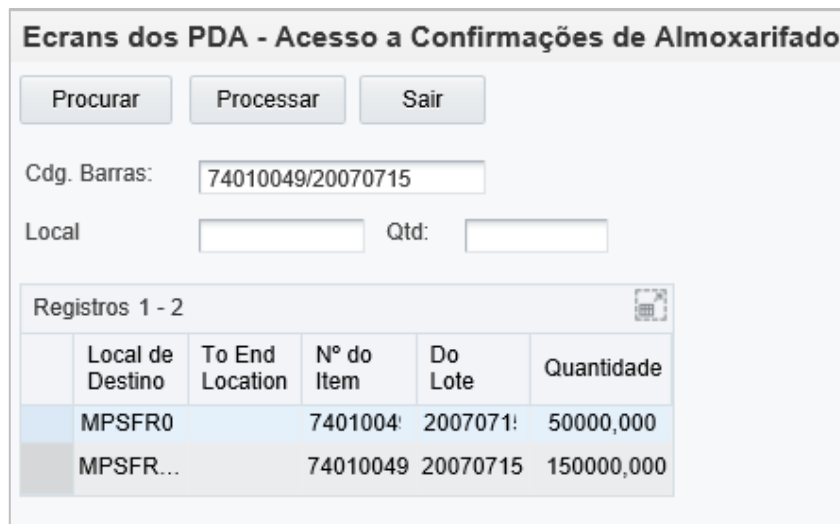


Figura 4.7. Sugestão de localização apresentada pelo sistema *JDE*

Como a Figura 4.7 é um *printscreen* do ecrã do PDA acedido através do computador, os dados estão desconfigurados. Por esse motivo, apresenta-se também neste teste o menu de confirmação de pedidos de arrumação, Figura 4.8, onde é possível visualizar corretamente as localizações sugeridas.

Redefinição dos processos de arrumação e de picking de um armazém de matéria-prima do setor farmacêutico

**Confirmação de Pedidos de Arrumação - Acesso a Confirmações de Almoarifado**

Processar (S) Tela (E) Linha (R) Ferramentas (T)

Nº da Tarefa \* Filial/Fábrica 07CO15

Nº Pedido/Ordem \* Fase \*

Nº do Item 74010049 ACIDO ACETILSALICILICO Status 300 Sugestão Criada

Nº Placa - Local de Origem \* Nº Placa - Local Destino \*

Registros 1 - 2 Customizar Grade fide

	Nº do Item	Local de Origem	Local de Destino	Quantidade	UM	Quantidade Dupla	UM Dupla	Filial / Fábrica	Do Lote	Descrição do Status
<input type="checkbox"/>	74010049	R . .	MP.SFR.20	150000,000	GR	150000,000	GR	07CO15	20070715	Sugestão Criada
<input type="checkbox"/>	74010049	R . .	MP.SFR.02	50000,000	GR	50000,000	GR	07CO15	20070715	Sugestão Criada

Figura 4.8. Menu de confirmação de pedidos de arrumação do sistema *JDE*

Trata-se de um artigo parametrizado como um contentor de 50 Kg, pertencente à categoria FSFR, que pode ser armazenado em tipo de localização H120, tendo sido parametrizada com capacidade de armazenamento de 6 BL, ou seja, 300 Kg. Ambas as localizações propostas pelo sistema cumprem essas duas parametrizações referidas. Tal como no primeiro teste, apesar de serem 4 contentores do mesmo lote, o sistema não armazena os 4 BL em conjunto pelo facto de existir uma localização, MP.SFR.20, que já contém 3 contentores desse item, podendo por isso armazenar ainda 3 BL, conforme confirma a Figura 4.9. A coluna correspondente ao número de contentores visível na figura abaixo refere-se ao número de contentores rececionados do lote 20050233. Contudo, tal como se pode constatar pela coluna da quantidade existente, a quantidade restante na localização MP.SFR.20 desse lote é de apenas um contentor já inserido.

**Disponibilidade de Itens - Acesso à Disponibilidade de Itens**

Linha (R) Ferramentas (T)

Disponibilidade do item Seleções Adicionais 1 Seleções Adicionais 2

Nº de Item 74010049 ACIDO ACETILSALICILICO Filial / Fábrica 07CO15

UM GR Secund. 07CO15

Opções de Exibição

Apenas Sintético

Omitir Quantidades Zero

Registros 1 - 5 Customizar Grade Consultas

	P	S	Local	Lote / Nº de Série	Existente	Cód. Status Lote	Reservada	Filial / Fábrica	Data Validade Mês	Nº de Contentores	Em Trânsito	Conversao PA
<input type="checkbox"/>	S		MP.SFR.20	20050233	37530,000			07CO15	17/01/2023	4		
<input type="checkbox"/>	S		MP.SFR.20	20060086	100000,000			07CO15	17/02/2023	2		
<input type="checkbox"/>	S		R . .	20070715	200000,000	H		07CO15	31/12/2200	4		
<input type="checkbox"/>			TOTAL:		337530,000			07CO15				
<input type="checkbox"/>			TOTAL GERAL:		337530,000			07CO15				

Figura 4.9. Menu da Disponibilidade de itens do sistema *JDE*

Atualmente, a sugestão de localização do sistema informático *JDE* pesquisa os espaços disponíveis nas zonas de armazenagem por ordem alfabética e numérica de localizações. Porém, de forma a proporcionar uma melhor disposição dos espaços de armazenagem através da arrumação dos lotes de menor validade e/ ou mais antigos nos locais

mais próximos das salas de pesagem, pois são os primeiros a ser utilizados, e dos lotes recentes nos espaços mais afastados, sugere-se a criação de dois comandos distintos a implementar nos seguintes menus de arrumação:

- Arrumação R: Pesquisa de sugestão de localização segundo a ordem inversa à ordem alfabética e numérica das localizações;
- Arrumação AP: Pesquisa de sugestão de localização de acordo com a ordem alfabética e numérica das localizações;

Desta forma, o colaborador para solicitar uma sugestão deverá utilizar o primeiro menu referido caso se trate de um artigo rececionado que se encontre, por isso, na localização R e o segundo menu, para os artigos que são devolvidos pelo setor de pesagem ou pela Produção, ou seja, que estão na localização AP.001.001. A Figura 4.10 apresenta os dois menus de arrumação acima descritos.

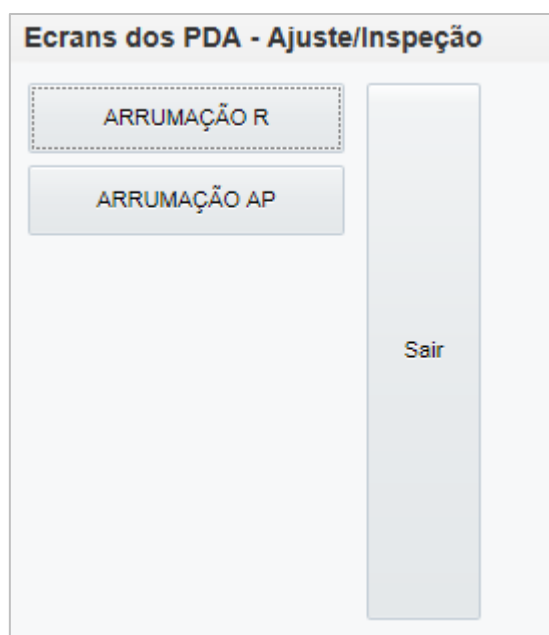


Figura 4.10. Menu de arrumação do sistema JDE

Com esta otimização realizada ao nível da atividade de arrumação do processo de armazenagem é expectável uma redução do tempo atualmente despendido na arrumação dos artigos associado à procura manual de um espaço disponível e consequentemente do custo atual despendido nessa atividade. A estes benefícios, acresce ainda o aumento da precisão e da fiabilidade do sistema informático para a realização da operação. De facto, a otimização da funcionalidade de alocação dinâmica, conduzirá a uma escassa probabilidade



de erro humano associada ao facto de o operador ter atualmente na sua posse a decisão acerca do local de arrumação do artigo que tem incutida a possibilidade de arrumar numa área de armazenagem que não garante o cumprimento da sua condição especial de arrumação.

De forma a manter esta funcionalidade otimizada, no futuro é fundamental a manutenção e atualização constante do sistema informático. Por esse motivo, quando for rececionado um novo artigo em armazém o colaborador afeto a essa atividade deverá parametrizá-lo de raiz ou reformular a sua parametrização caso se trate de um artigo que sofreu, por exemplo, uma alteração de embalagem. Esta tarefa irá, portanto, garantir uma segura e correta utilização da funcionalidade de alocação dinâmica e conseqüentemente um aumento da produtividade do processo de arrumação mitigando assim a possibilidade de erro humano.

#### **4.2. Definição de itens para um sistema *goods-to-picker***

Os dados utilizados para a apresentação de uma proposta de melhoria para este problema são relativos ao período de janeiro de 2019 a junho de 2020. Devido à enorme diversidade e quantidade de artigos existentes e atendendo aos principais interesses da empresa, a análise foi realizada apenas para as matérias-primas.

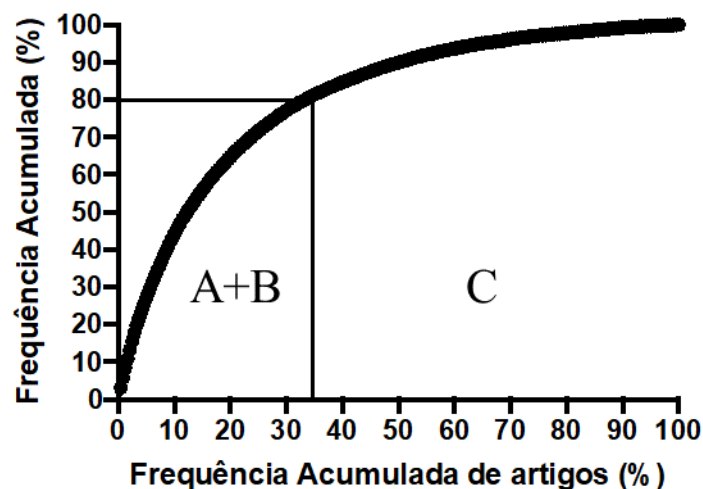
O objetivo desta análise consiste em definir as matérias-primas que deverão ser alocadas na estrutura *Kardex*, que será introduzida após a expansão das instalações fabris. Esta estrutura trata-se de um *carousel* vertical, um sistema de armazenagem *goods-to-picker*, que será implementado nas salas de pesagem para armazenar itens de elevada rotatividade e pequena quantidade, ou seja, as matérias-primas que são frequentemente utilizadas em pequenas quantidades para a produção de produto acabado. Este é um sistema de armazenagem muito útil que permite aumentar a eficiência e reduzir o tempo da atividade de *picking*. Tal como descrito na secção 2.3.1, o *carousel* vertical é destinado a itens de pequena/média quantidade sendo por isso também necessário ter em consideração neste estudo a dimensão e o peso unitário dos artigos a definir.

Para identificar essas matérias-primas, foi primeiramente necessário fazer um levantamento de todo o produto acabado produzido no período acima mencionado. Dado que existem vários produtos que possuem na sua constituição as mesmas matérias-primas mas que diferem no modelo de embalamento, por exemplo caixas de 20/60 comprimidos,

frascos de 300/500 mililitros ou bisnagas de 50/100 gramas, optou-se por contabilizar esses produtos em conjunto pois o fundamental para a análise é a constituição da mistura (MF) que é composta pelas matérias-primas e não a forma de embalagem do produto final. Realizou-se assim uma análise ABC com base no número de lotes produzidos de cada produto acabado da mesma mistura com o intuito de encontrar as mais produzidas pois a essas misturas correspondem as matérias-primas com maior procura na atividade de *picking*. De ressaltar que esta análise ABC não foi realizada com base na quantidade produzida em kilos de cada produto acabado, mas sim em função do número de lotes produzidos pelo facto dos lotes de cada produto acabado possuírem teoricamente a mesma quantidade, sendo a diferença numérica da quantidade de cada lote relativa a problemas técnicos na produção. Desta análise obtiveram-se os seguintes resultados, apresentados na Tabela 4.3, que demonstram que não se verifica a relação 80/20 do Princípio de Pareto.

**Tabela 4.3.** Resultados da Análise ABC

	Quantidade de referências	Percentagem acumulada de artigos (%)	Percentagem acumulada (%)
<b>Classe A</b>	51	20.82	66.01
<b>Classe B</b>	34	34.69	81.12
<b>Classe C</b>	160	100	100



**Figura 4.11.** Curva da análise ABC

Posteriormente, verificou-se através do sistema informático *JDE* a constituição de cada mistura dos produtos classificadas como A e B a partir da análise anterior, uma vez que são estes os de maior importância para a organização. A análise da listagem das matérias-primas desses produtos permitiu encontrar as matérias-primas de maior rotatividade pois, ainda que a sua taxa de utilização, que corresponde ao número de vezes que cada uma é utilizada na mistura de cada produto acabado, seja igual a um, essa mistura é produzida frequentemente, logo é essencial arrumar essa matéria-prima no sistema *carousel*. Optou-se por não averiguar as matérias-primas das misturas de classe C uma vez que, de acordo com o conhecimento dos responsáveis do Departamento de Logística e Armazenagem, a probabilidade de existir uma matéria-prima utilizada em todas as misturas de classe C que não se inclua nas misturas de A e B é bastante reduzida. Em contrapartida, o que existe é uma elevada probabilidade das matérias-primas com maior taxa de utilização presentes na constituição das de classe A e B fazerem também parte da constituição das misturas de classe C. De facto, e apesar dessas matérias-primas das misturas de classe C puderem ser utilizadas em várias misturas dessa classe, essas são produzidas apenas pontualmente, pelo que não se justifica a sua introdução no sistema.

Porém, a informação da taxa de utilização de cada matéria-prima não é suficiente pois não garante que todas tenham a dimensão e o peso indicado que permita a sua arrumação na estrutura *Kardex*. Para aferir as matérias-primas mais indicadas, estipulou-se que cada prateleira do sistema *carousel* terá um peso máximo de 25 kilos e definiram-se os seguintes requisitos aos quais as matérias-primas deste sistema tem de obedecer:

- O peso unitário do contentor da matéria-prima tem de ser inferior ou igual a 25 Kg;
- Apenas serão armazenados itens da categoria de artigos FSTD;
- As matérias-primas armazenadas não deverão ser princípios ativos;
- A quantidade máxima utilizada de uma matéria-prima numa mistura tem de ser inferior ao peso unitário do contentor.

Para além disso, foi também fundamental avaliar a dimensão dos contentores que cumpriam as condições referidas, sendo excluídos todos os artigos que não possuíam um tamanho adequado. Como resultado desta análise obteve-se um total de 105 matérias-primas de elevada rotatividade a armazenar no sistema *Kardex*.

---

Dado que os sistemas *carousel* possuem capacidade para armazenar diversas referências, foram adicionados os itens das estantes e foi estudada a rotatividade das matérias-primas que estão à data arrumadas em espaços de divisórias e que respeitam os requisitos acima descritos, que não estejam incluídas nos 105 artigos já definidos. Apesar de se tratar de artigos de menor rotatividade, por não fazerem parte da constituição das misturas de classe A e B, o facto de serem artigos de pequena dimensão irá, por outro lado, permitir fazer um melhor aproveitamento do espaço de armazenagem, quer com a exclusão das estantes quer com a eliminação de uma porção das divisórias criadas, bem como cumprir com as boas práticas de fabrico exigidas na indústria farmacêutica, que são à data cumpridas de forma criativa através da introdução desses compartimentos. Com base na taxa de utilização dos artigos armazenados em H100D e H100D1, realizou-se uma análise ABC a partir da qual se selecionaram os itens de classe A, perfazendo assim um total de 145 referências a alocar sistema *goods-to-picker*.

O aprovisionamento desta estrutura de armazenagem será igualmente realizado com recurso aos contentores dos lotes de menor validade e/ou os lotes mais antigos, permanecendo em prática os critérios FEFO e FIFO. Como referido, este sistema será implementado nas salas de pesagem sendo os colaboradores desse setor responsáveis por realizar o *picking* dessas matérias-primas e o *picker* das matérias-primas do setor de armazenagem responsável pelo seu reabastecimento. Para tal, irá ser criada uma localização AP.001.C01 que significa que se trata da localização da primeira prateleira do *carousel* da Produção. Na realização da atividade de *picking*, esta localização não irá fazer parte da sua rota a menos que exista rotura de *stock* no *carousel*. Caso se trate de contentores com peso unitário igual a 25 kilos, que corresponde à quantidade máxima por prateleira, esta situação irá acontecer: supondo que a localização AP.001.C01 contém apenas 5 kilos de um determinado item e são necessários 8 kilos para uma mistura, quando for processada a ordem que contém essa matéria-prima, os três kilos em falta irão cair na lista de *picking* com uma localização de armazém sendo aviado em conjunto com os restantes itens. Como o contentor da matéria-prima irá ser utilizado no imediato, a sua localização no *carousel* é reabastecida somente após a realização da pesagem pelo colaborador desse setor. Por outro lado, caso se trate de matérias-primas de peso unitário inferior à capacidade máxima da prateleira, que permitam a arrumação de mais do que um contentor por prateleira, cada vez que é consumida a totalidade de um contentor o colaborador do setor de pesagem deverá efetuar um pedido

de reabastecimento, no menu de Reabastecimento do sistema informático *JDE*, que irá notificar o *picker* das matérias-primas para a necessidade de reabastecer aquela localização, reduzindo assim a probabilidade de ocorrência de rotura de *stock* nesta área de *picking*. Uma questão pertinente que se coloca incide na forma como o setor de pesagem tem conhecimento de que existem itens dessa mistura que irá ser produzida, no *carousel*. Finalizada a atividade de *picking*, o *picker* das matérias-primas imprime a ordem do pedido que contém as seguintes informações: código do artigo, descrição, lote interno, quantidade transferida (g) e localização, que após o aviamento é AP.001.001. Esta ordem é fornecida ao setor de pesagem, e caso o item armazenado na localização AP.001.C01 do *carousel* faça parte da mistura que irá ser produzida, a sua localização e restantes informações irão aparecer nessa listagem, tendo assim o colaborador a informação de que existem itens necessários à mistura no *carousel*.

Em relação às quantidades a alocar no sistema, estas foram definidas mediante o peso unitário do contentor de cada matéria-prima e a capacidade máxima da prateleira (Kg) do sistema. Após a implementação desta estrutura, deverá ainda ser criada informaticamente a categoria de artigos do *carousel* que contém estas matérias-primas que devem também por sua vez ser parametrizadas para um novo tipo de localização ou para o tipo EST já existente, desde que as localizações do *carousel* estejam também assim parametrizadas.

No que se refere às restantes matérias-primas das misturas de produto acabado de classe A e B, foi estudada a possibilidade de criação de uma zona de *picking* situada no corredor do armazém geral mais próximo do setor de pesagem, para armazenar esses itens que não cumprem os requisitos de peso unitário e/ou tamanho acima estabelecidos para serem inseridos na estrutura *Kardex*. Com base no consumo desses artigos ao longo de 18 meses calculou-se, a partir das equações (4.1) e (4.2), o seu consumo médio mensal.

$$\begin{aligned} & \text{Consumo mensal (Kg)} \\ & = \frac{\sum(Qtt \text{ MP } p/MF \text{ (Kg)} * \text{total de lotes } p/MF \text{ produzidos em 18 meses)}}{18 \text{ meses}} \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$\text{Total de contentores consumidos/mês} = \frac{\text{Consumo mensal (Kg)}}{\text{Peso unitário (Kg)}} \quad (4.2)$$

A análise aos valores obtidos permitiu constatar que seria apenas necessário um ou dois contentores de cada matéria-prima por mês. Tal levou a concluir que estes artigos seriam

---

alocados em H100D ou H100D1, ou seja, os tipos de localização que se irá procurar reduzir com a introdução do *carousel*, ou numa localização de maior dimensão que iria provocar o desperdício de espaços de armazenagem, visto que iria armazenar um número reduzido de contentores. Um estudo ao histórico de receções de cada item permitiu aferir que a maioria desses era rececionada à palete em enormes quantidades, sendo também itens de grandes dimensões e/ou de difícil manuseamento que não justificam por isso a sua implementação em localizações fixas que carecem de abastecimento. Para além disso, as localizações fixas teriam de se transformar a nível de sistema informático em locais inativos, o que significa que o sistema não poderá sugerir ao operador para arrumar o artigo nessa localização de forma a evitar que um artigo recentemente rececionado fosse aí armazenado ao invés do artigo pré-definido, o que iria conduzir à não utilização da funcionalidade de alocação dinâmica na arrumação das devoluções dessas matérias-primas, por parte do setor de pesagem.

### 4.3. Definição de rotas de *picking* em armazém

A partir da observação do trabalho dos colaboradores responsáveis pela atividade de *picking*, mais concretamente ao nível do *picking* das matérias-primas, constatou-se que a metodologia maioritariamente adotada na realização da rota incorre a enormes distâncias e tempos despendidos.

Atualmente, o *picker* define a sua rota a partir da ordem pela qual surgem as localizações no PDA sendo a sequência destas o resultado de uma primeira ordenação de forma crescente de número de item seguida de uma segunda na qual o sistema informático *JDE* ordena os lotes dos artigos de acordo com os critérios FEFO e FIFO, ou seja, caso exista um artigo que contém dois lotes na lista de *picking*, primeiro surge a localização do lote com menor prazo de validade. Finalmente, e com base nestes dois critérios de ordenação, obtém-se a ordem das localizações que é seguida ao longo da atividade de *picking*. A Tabela 4.4 contém um exemplo de uma sequência de localizações e a Figura 4.12 apresenta o diagrama espaguete que ilustra a rota atual dessa sequência de *picking* praticada na execução da atividade.

Tabela 4.4. Localizações de *picking* – Sequência 1

Local	Item	Lote	Quantidade (g)	Quantidade (BL/CX)
MP.D03.15A	14030020	20030462	2260.000	1
MP.SFR.42	14040009	20010329	1750.000	1
MP.SFR.40	14050007	19100034	100.000	1
MP.C05.27	14050011	20030312	1150.070	1
MP.C01.15	14050014	20040374	1300000.000	1
MP.D01.32	14050014	20040374	702323.000	1
MP.C03.29	14060026	20010181	21600.000	2
MP.D02.24	14900007	20010352	53004.840	3
MP.Q03.19	74010104	20030006	348585.000	14
MP.D02.13	74010104	20040123	525000.000	21
MP.E01.17	74010104	20040123	154815.000	7
MP.C05.33	74900393	20040037	2933.770	1

Esta sequência de *picking* contém doze localizações, e à exceção do percurso realizado às localizações MP.Q03.19 e MP.D02.13, por ter sido utilizada toda a quantidade existente em cada palete, e às localizações MP.SFR.40 e MP.SFR.42, que contém itens de pequena dimensão tendo sido retirados manualmente da estante apenas os volumes necessários, as deslocações a cada localização envolvem em média três viagens. Para além disso, tanto na localização MP.C01.15 como na localização MP.D01.32 foi apenas realizada a transferência informática do artigo para a localização AP.001.001 devido ao facto de serem cubas de grande dimensão que são apenas transportadas para a zona 7 da Figura 3.2 no momento em que é feita a sua pesagem.

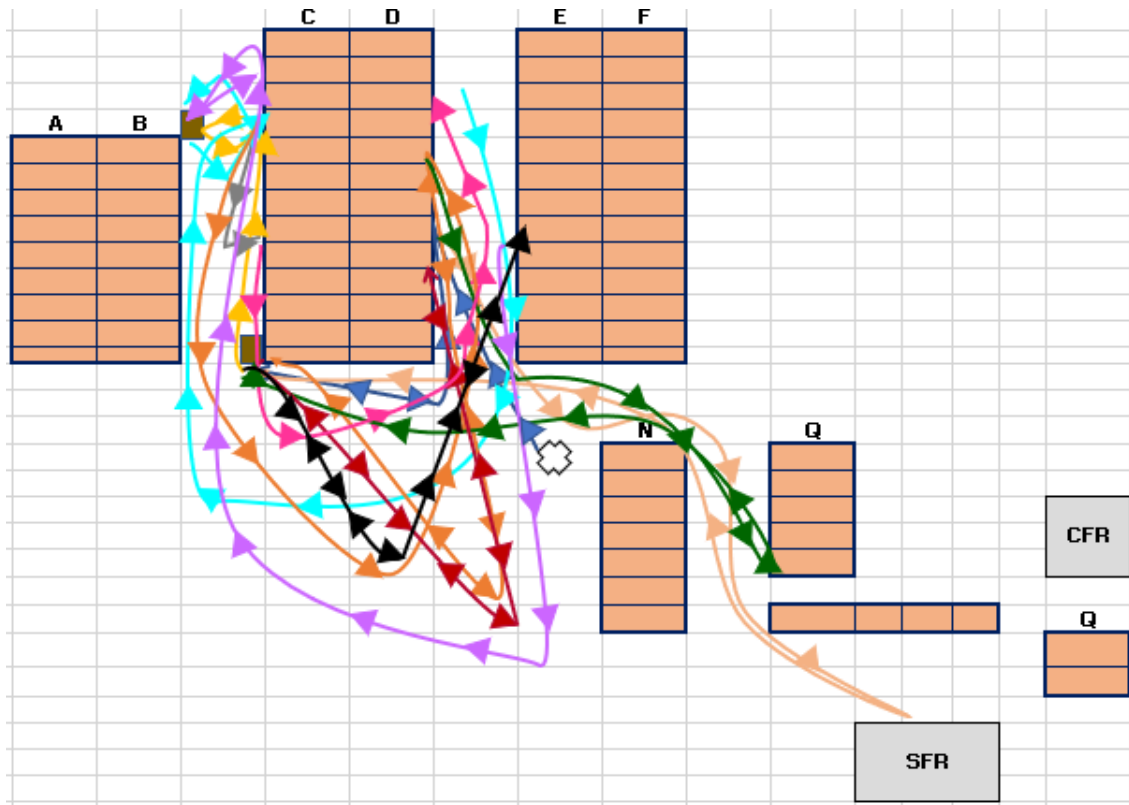




Figura 4.12. Spaghetti Diagram – Rota de picking usual

Tabela 4.5. Sequência de fluxos – Rota de picking usual

Fluxos	Local
	MP.D03.15A
	MP.SFR.40
	MP.SFR.42
	MP.C05.27
	MP.C01.15
	MP.D01.32
	MP.C03.29
	MP.D02.24
	MP.Q03.19
	MP.D02.13



	MP.E01.17
	MP.C05.33

Como se pode comprovar a partir da análise do diagrama, o método de trabalho maioritariamente adotado na realização da operação envolve a movimentação da carga desde a sua localização até ao corredor do armazém geral mais próximo das salas de pesagem, onde se dá a transferência para uma palete de plástico, repondo a quantidade restante na localização inicial. Esta rota usualmente praticada tem, por isso, associada os seguintes constrangimentos:

- Realização de diversas deslocações aos mesmos corredores da zona de armazenagem;
- Repetição de trajetos em resultado da movimentação da palete de madeira até ao corredor do armazém geral mais próximo das salas de pesagem.

Com o intuito de melhorar a eficiência desta atividade, foi idealizada uma nova rota para o processo de *picking* das matérias-primas. Tal como referido na secção 4.2, o *carousel* vertical irá armazenar os lotes de menor validade e/ou os lotes mais antigos das matérias-primas de maior rotatividade o que irá promover desde logo vantagens na realização do *picking* através da redução do número de localizações da sequência de *picking* e da distância a percorrer ao longo da atividade.

A nova rota proposta neste projeto para o processo de *picking* das matérias-primas pressupõe primeiramente que, no processamento da ordem, o sistema informático *JDE* selecione automaticamente as localizações que contém os contentores dos lotes de menor validade e/ou dos lotes mais antigos de cada item seguindo os critérios FEFO e FIFO pré-estabelecidos, de forma a evitar que seja aviado um lote recente ao invés do lote presumível. Tendo as localizações dos lotes pretendidos, esta rota supõe a ordenação da lista de *picking* segundo as condições especiais de armazenamento pela seguinte sequência: FSTD, FSFR, FCFR, FPSI e FINF evitando assim a realização de viagens desnecessárias caso, por exemplo, surjam duas localizações da mesma condição especial no início e no final da sequência. A origem desta sequência advém do facto de a categoria FSTD reter a maior

percentagem das matérias-primas em *stock* e ser a área de armazenagem mais próxima das salas de pesagem. Relativamente à restante ordem definida, como o último corredor da categoria de artigos FSTD é o corredor N, que está situado próximo da sala de frio, torna-se benéfico ser essa a próxima categoria da lista de *picking*. Pela mesma razão, da distância ao ponto mais próximo, foi formada a restante sequência. Com esta ordenação por categoria de artigos, e tendo o sistema informático selecionado previamente os lotes corretos de cada item, sugere-se uma segunda organização que corresponde à ordenação das localizações de forma alfabética e numérica, dentro de cada categoria de artigos. Esta rota irá garantir assim o cumprimento das regras FEFO e FIFO afetas à seleção dos lotes das matérias-primas bem como irá proporcionar a otimização da atividade a partir da redução da distância percorrida.

Caso se realizasse somente a ordenação alfabética por localização esta iria conduzir a erros pois o sistema selecionava a primeira localização de cada item independentemente da validade dos lotes, pelo que seria somente uma solução viável se nunca fosse arrumado um lote recente numa localização anterior à localização do lote de menor validade e/ou mais antigo, o que devido à limitação de espaço, não é possível garantir.

Além da implementação da nova rota de *picking* para as matérias-primas, poderão ser introduzidas na execução da atividade outras propostas de melhoria complementares que visam também a sua otimização. Na execução desta operação, o colaborador deve alterar o seu método de trabalho e percorrer o armazém com a palete de plástico inserida no equipamento de recolha deslocando-se apenas à zona 7 da Figura 3.2 quando a palete que transporta estiver completa e necessitar, portanto, de ser substituída. Esta pequena alteração irá permitir eliminar assim a repetição de trajetos que se verificam à data de hoje que não acrescentam qualquer valor à atividade. A Tabela 4.6 e a Figura 4.13 representam respetivamente a sequência e a rota sugerida na presente dissertação.

Tabela 4.6. Localizações de *picking* – Sequência 2

Local	Item	Lote	Quantidade (g)	Quantidade (BL/CX)
MP.B03.19	74010104	20040123	205680.000	9
MP.C05.27	14050011	20050402	9716.570	1
MP.C03.29	14060026	20010181	15636.800	1
MP.C03.29	14060026	20070230	1643.200	1

MP.C05.33	74900393	20070088	16256.000	1
MP.C02.34	74010171	18070395	617040.000	25
MP.D02.24	14900007	20060063	38510.000	2
MP.Q01.07	14050014	20060336	1300000.000	1
MP.Q01.08	14050014	20060336	661916.000	1
MP.SFR.40	14050007	19100034	80.000	1
MP.SFR.42	14040009	20030132	1400.000	1

Esta sequência de *picking* contém dez localizações e as quantidades existentes nas localizações MP.B03.19 e MP.C02.34 foram transferidas na totalidade para a localização AP.001.001, motivo pelo qual o *picker* se dirigiu por duas vezes ao ponto que contém desenhado uma palete. À semelhança do sucedido na execução da sequência 1, tanto na localização MP.Q01.07 como na localização MP.Q01.08 foi apenas realizada a transferência informática do artigo para a localização AP.001.001 devido ao facto de serem cubas de grande dimensão que apenas são transportadas para a zona 7 da Figura 3.2 no momento em que é feita a sua pesagem.

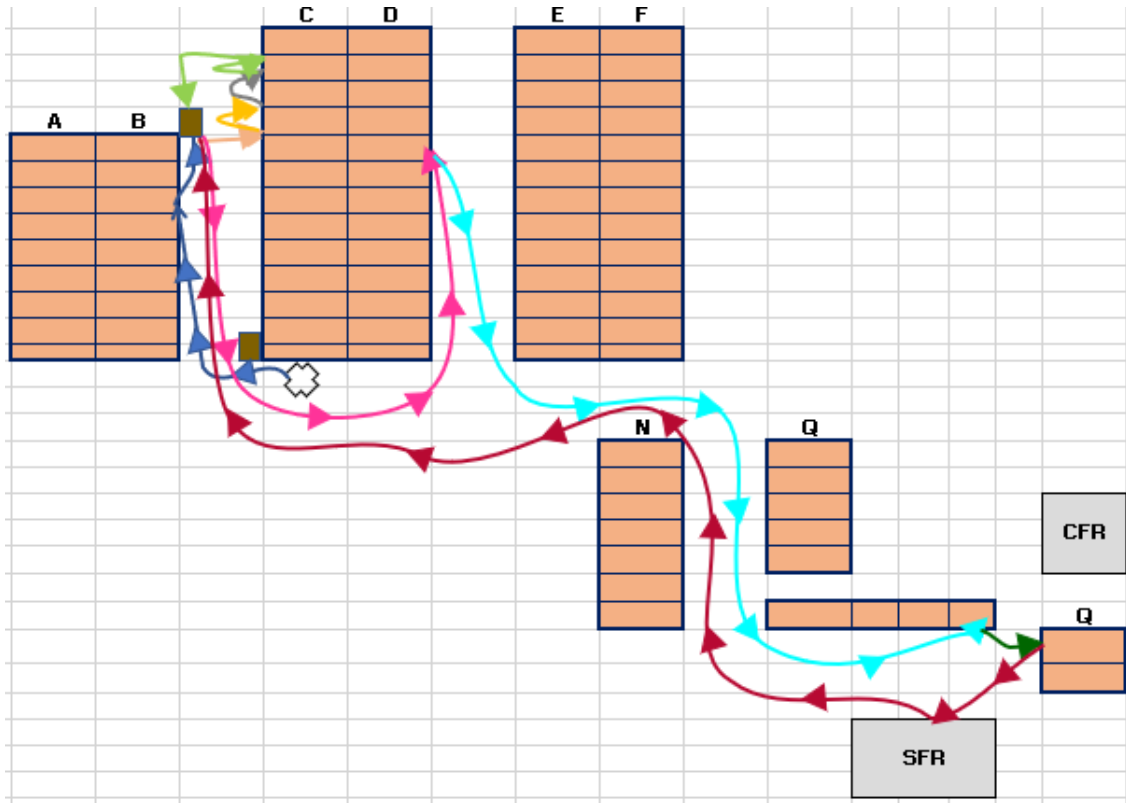












Figura 4.13. Spaghetti Diagram – Rota de picking proposta

Tabela 4.7. Sequência de fluxos – Rota de picking proposta

Fluxos	Local
	MP.B03.19
	MP.C05.27
	MP.C03.29
	MP.C05.33
	MP.C02.34
	MP.D02.24
	MP.Q01.07
	MP.Q01.08
	MP.SFR.40
	MP.SFR.42

As listas de *picking* acima apresentadas contém seis localizações em comum e as mesmas matérias-primas, existindo apenas a diferença de um item (14030020) que já se encontrava no setor de pesagem na execução da segunda sequência, ou seja, na localização AP.001.001, por ter sido necessário para a mistura de outro produto acabado. Na Tabela 4.7 existe um item (74010171) que não consta na Tabela 4.5. Tal deve-se ao facto de existirem misturas de produto acabado que possuem duas estruturas, sendo uma delas alternativa à ausência de *stock* de alguma matéria-prima da primeira. Esta é a razão pela qual existe o item 74010171 na Tabela 4.6, que corresponde à mesma matéria-prima que o item 74010104, mas, como se trata de fornecedores distintos, possuem códigos distintos. Trata-se de artigos com contentores de igual dimensão e volume estando, por isso, parametrizados da mesma forma, o que permite concluir que esta diferença de nomenclatura não condiciona os resultados obtidos na execução da atividade.

A medição de tempo da execução da atividade nos dois percursos foi realizada com recurso ao mesmo cronómetro e a da distância percorrida foi feita de forma manual de acordo com a escala utilizada no desenho do *layout* da unidade fabril (1/300 cm), convertendo-se posteriormente esse valor estimado em metros. A Tabela 4.8 e a Figura 4.14 apresentam os resultados obtidos neste estudo.

Tabela 4.8. Comparação de resultados – Rota usual e rota proposta

	<b>Tempo (min)</b>	<b>Distância percorrida (m)</b>	<b>Nº Contentores (BL)</b>
<b>Rota usual</b>	40	609	54
<b>Rota proposta</b>	25	233.4	44

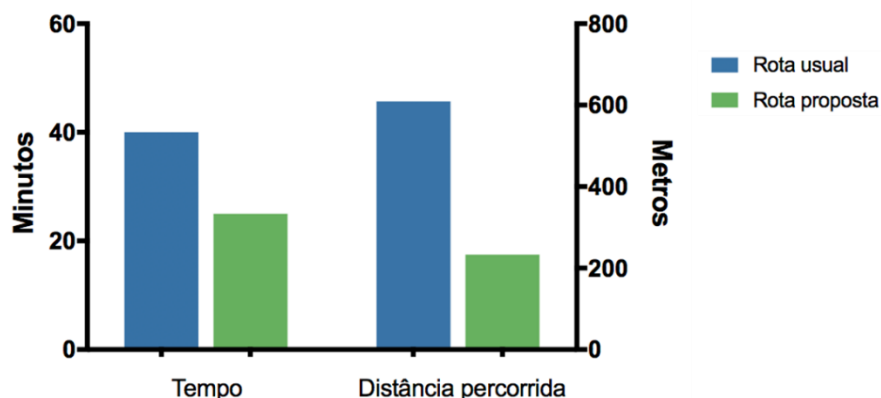


Figura 4.14. Comparação de resultados – Rota usual e rota proposta

Através da comparação dos resultados obtidos com a utilização da rota usual (Figura 4.12) e da rota proposta (Figura 4.13), verifica-se um decréscimo em termos de distância percorrida (61.7%) e do tempo necessário para a execução da atividade (37.5%). Apesar de existir uma diferença de 10 contentores movimentados entre as duas sequências, como as quantidades existentes nas localizações MP.Q03.19 (14 BL) da Tabela 4.4 e MP.B03.19 (9 BL) da Tabela 4.6 já se encontravam em paletes de plástico, a diferença de contentores movimentados é na realidade de 5 BL. Tal reflete-se, em termos de tempo despendido na transferência entre paletes, num valor de baixo impacto que não condiciona o tempo total de execução da atividade. O facto da Tabela 4.4 possuir mais duas localizações do que a Tabela 4.6, é também um fator pouco significativo nos resultados observados uma vez que, caso se realizasse a primeira sequência (Tabela 4.4) de acordo com o algoritmo proposto obtinha-se uma distância percorrida de 320.4 metros, ou seja, uma diferença de 87 metros em relação ao obtido com a segunda sequência. Este valor representa uma redução de 47.4 % em relação ao método usual, o que torna expectável que se verifique também, em termos de tempo de execução, uma decréscimo significativo.

Embora a solução apresentada esteja ainda longe da solução ótima, trata-se de um algoritmo que permitirá aumentar a eficiência da operação. Assim, e apesar das listas de *picking* não serem exatamente as mesmas, pois tal só seria possível se os artigos tomassem localizações fixas e se nunca existissem artigos em AP.001.001, os valores visíveis na Tabela 4.8 permitem concluir que a introdução da proposta de melhoria em paralelo com a alteração do método de trabalho irá conceber benefícios significativos no processo de *picking* das matérias-primas.

A análise aos componentes da mistura de produto acabado em questão, permitiu aferir que cinco artigos correspondem a matérias-primas que serão introduzidas no sistema *goods-to-picker*. De modo a comprovar a redução do número de localizações e do trajeto do *picker* após a introdução desse sistema, realizou-se, com base na Tabela 4.4, a rota de *picking* sem as localizações dessas matérias-primas e de acordo com o algoritmo proposto. A Figura 4.15 e a Tabela 4.9 contempla respectivamente o diagrama espaguete e os fluxos desta rota.

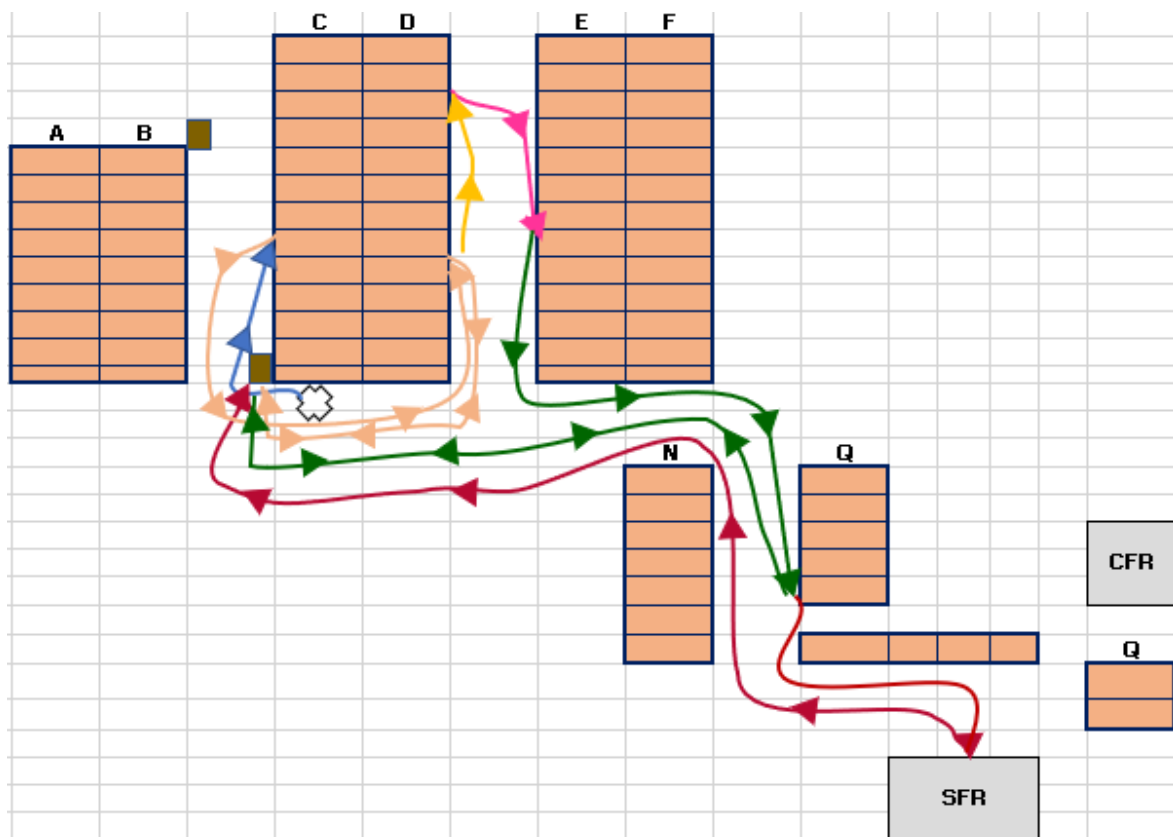







Figura 4.15. *Spaghetti Diagram* – Rota de *picking* proposta sem as matérias-primas do *carousel*

Tabela 4.9. Sequência de fluxos – Rota de *picking* proposta sem as matérias-primas do *carousel*

Fluxos	Local
	MP.C01.15
	MP.D02.13
	MP.D01.32
	MP.E01.17
	MP.Q03.19

	MP.SFR.40
	MP.SFR.42

Conforme demonstrado pela figura acima, a implementação do *carousel* vertical no setor de pesagem irá remover cinco localizações da Tabela 4.4. A Tabela 4.10 e a Figura 4.16 apresentam os valores calculados para a distância percorrida.

Tabela 4.10. Comparação dos valores estimados para a distância percorrida

	<b>Rota usual</b>	<b>Rota proposta</b>	<b>Rota proposta s/ MP <i>carousel</i></b>
<b>Distância percorrida (m)</b>	609	320.4	267.3

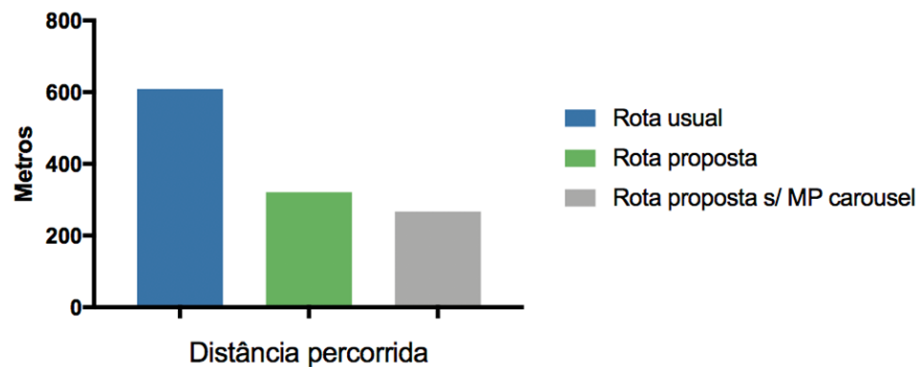


Figura 4.16. Comparação dos valores estimados para a distância percorrida

Atendendo aos valores estimados com a utilização das três rotas, é expectável que exista, em termos de distância percorrida, um decréscimo de 56.1% em relação à rota usual e 16.6% em relação à rota proposta com a implementação do *carousel*. Embora não seja ainda possível quantificar em valor, prevê-se que a introdução deste sistema também contribua para uma poupança de tempo total de execução da atividade uma vez que promove a redução do tempo de viagem e de recolha e a redução do número de contentores movimentados que, por sua vez, conduz a uma redução do tempo despendido na transferência entre paletes.

Outra forma de gerar benefícios em prol da atividade é através da realização do *picking* bilateral. Este conceito traduz-se na realização do *picking* em cada um dos corredores



das *racks* que partilham o mesmo corredor de passagem. Por outras palavras, se na lista de *picking* existirem, por exemplo, as localizações MP.B02.12 e MP.C03.12, é expectável que o colaborador ao recolher a quantidade necessária em cada localização, de forma sequencial, isto é, realizar o *picking* na localização MP.B03.12 seguida da MP.C02.12, obtenha ganhos em termos de distância percorrida e tempo despendido.

## 5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

Este capítulo retrata as principais conclusões obtidas ao longo do trabalho desenvolvido bem como expõe algumas propostas de melhoria a desenvolver futuramente no Departamento de Logística e Armazenagem.

### 5.1. Conclusões

Com a presente dissertação pretendeu-se alcançar os três objetivos propostos ao nível do Departamento de Logística de Armazenagem cuja implementação irá promover a redução de desperdícios e de ações desnecessárias atualmente existentes na execução das atividades de arrumação e *picking*.

Para compreender de que forma se poderiam atingir esses objetivos, foi primeiramente necessário analisar detalhadamente o funcionamento do processo de armazenagem. A partir deste estudo, desenvolveram-se as propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior.

Ao nível da atividade de arrumação, e embora devido à limitação do espaço de armazenagem não seja ainda possível quantificar a poupança obtida em termos de tempo e de custos na sua execução, a redefinição deste processo a partir da utilização da funcionalidade de alocação dinâmica otimizada neste projeto, permitirá também aumentar a produtividade e a qualidade da operação, bem como reduzir a probabilidade de erro humano atualmente evidente e ainda promover um melhor aproveitamento dos recursos humanos.

No que se refere à operação de *picking*, as propostas de melhoria apresentadas repartiram-se em dois objetivos: definição de itens para um sistema *goods-to-picker* e definição de rotas de *picking* em armazém. Para o primeiro tópico, foi desenvolvida uma metodologia para definir os artigos a introduzir neste tipo de sistema. Estabeleceu-se que os mais apropriados são as matérias-primas de elevada rotatividade que são utilizadas nas misturas de produto acabado em pequenas quantidades, pois para um aumento da eficiência da atividade de *picking* é fundamental armazenar os itens frequentemente solicitados na zona de armazenagem mais próxima da área de consumo. Prevê-se que a alocação das matérias-

primas definidas com esta proposta na estrutura *Kardex*, irá proporcionar no futuro benefícios ao nível da atividade de armazenagem, dado que permite um melhor aproveitamento do espaço de armazenagem e um aumento da segurança dos artigos. Ao nível da atividade de *picking* também se perspetivam benefícios, pois irá provocar uma redução do número de localizações da lista de *picking* que conseqüentemente conduzirá a uma redução do tempo de viagem, do tempo de recolha e do tempo despendido na transferência da carga entre paletes, ou seja, a uma redução do tempo total da execução da atividade. Em relação ao último objetivo, as propostas de melhoria formuladas tiveram como intuito a redefinição do processo de *picking* das matérias-primas. A operação de *picking* tem como objetivo abastecer a produção da fábrica através da disponibilização dos artigos necessários ao setor de pesagem. Dado que se trata de uma atividade de extrema importância quer para o bom funcionamento das restantes áreas quer para a satisfação dos clientes a partir do cumprimento da entrega das encomendas nos prazos acordados, a sua otimização é fundamental. Neste sentido, procurou-se encontrar uma solução que rentabilizasse o tempo despendido e aumentasse a produtividade da operação. Dada a complexidade inerente aos algoritmos que permitem encontrar a solução ótima para este tipo de problema, a resolução proposta foi realizada através de um método heurístico que, embora não garanta a solução ótima, permitiu alcançar uma solução plausível. Com a aplicação da rota proposta e a alteração do método de trabalho foi possível reduzir os principais constrangimentos identificados no método de *picking* usual bem como obter uma notória poupança de tempo improdutivo e uma redução da distância total percorrida na realização da atividade.

Em suma, considera-se que os objetivos traçados no início do estágio curricular foram cumpridos e que, após a expansão das instalações fabris, a implementação das propostas de melhoria desenvolvidas irá contribuir para o aumento da eficiência das atividades de *put-away* e *picking* do processo de armazenagem da FARMALABOR.

## 5.2. Propostas futuras

Com vista a um contínuo aumento da eficiência das atividades de arrumação e *picking* do processo de armazenagem, perspetivam-se alguns trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos no setor de armazenagem.

Este projeto permitiu o desenvolvimento de várias propostas de melhoria que poderão ser implementadas na organização. Mais ainda, foi possível verificar outras oportunidades de melhoria que poderão contribuir também para o aumento da produtividade das operações logísticas.

Uma das propostas de trabalho futuro apresenta-se já descrita no final da secção 4.1 – a criação de dois comandos no sistema informático *JDE* para a pesquisa de sugestões de localização por forma a melhorar a disposição dos artigos nas áreas de armazenagem. Esta disposição contribuirá para a diminuição da distância percorrida e do tempo despendido nas deslocações na execução da atividade de *picking* pois sugere a arrumação dos itens devolvidos de AP.001.001, que correspondem aos lotes em utilização, em espaços de armazenagem próximos da área de consumo.

Ainda em relação à funcionalidade de alocação dinâmica, apresenta-se uma sugestão de melhoria no modo de acesso a este menu. Atualmente, para requisitar ao sistema informático uma sugestão de localização o colaborador só o consegue fazer através do computador. Esta é uma limitação da funcionalidade que poderá ser facilmente contornada através da introdução deste menu no PDA que permitirá assim aos colaboradores solicitar uma sugestão de arrumação em qualquer local do armazém geral.

Ao nível da receção, reforçar a colocação das etiquetas de receção FARMALABOR próximo da etiqueta com o peso total do contentor e a sua arrumação com essas informações voltadas para os corredores de passagem, conduzirão também a uma maior facilidade de execução da atividade de *picking*.

Outra proposta de trabalho incide no *picking* das matérias-primas que também foi abordada no final do capítulo 4.3 – a adoção do *picking* bilateral ao longo da atividade. Dado que não houve oportunidade de testar de que forma esta metodologia poderá otimizar a operação, sugere-se a realização de experiências para avaliar o seu impacto em valores de tempo e distância percorrida.

Por fim, propõe-se a melhoria do algoritmo desenvolvido neste projeto de forma a que o sistema informático tenha também em consideração a quantidade existente nas localizações. Por outras palavras, sugere-se que o sistema na seleção prévia das localizações dos lotes segundo os critérios FEFO e FIFO combine esse fator com a quantidade existente, por forma a garantir primeiramente o aviamento da “fração”, que à data é conseguido devido à experiência dos colaboradores.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2017), “Warehouse & Distribution Science”, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA.
- Batista, A. (2018), “Implementação do Sistema de Alocação Dinâmica num Armazém de setor Farmacêutico”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Bezerra, T. (2016), “Novo conceito de logística operacional: o caso da Bosch Car Multimedia Portugal, S.A.”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade do Minho, Braga.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2002), “Supply Chain Logistics Management”, 1ª Ed., McGraw-Hill, New York.
- Braga, J. (2014), “Relatório de Estágio em Indústria Farmacêutica”. Tese de Mestrado em Ciências Farmacêuticas. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Branco, D. (2013), “Análise e melhoria de processos de um armazém: caso de estudo”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Carvalho, J.C., & Encantado, L. (2006), “Logística e Negócio Eletrónico”, Princípios, Porto.
- Carvalho, J.C., & Ramos, T. (2016), “Logística na Saúde”, 3ª Ed, Sílabo, Lisboa.
- Carvalho, J.C., & Vários. (2017), “Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento”, 2ª Ed., Sílabo, Lisboa.
- Christopher, M. (2011), “Logistics & Supply Chain Management”, 4ªEd, Prentice Hall.
- 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.
- Ferreira, L. M. (2017). “Logística: Operações em Armazéns”, Slides da Unidade Curricular “Logística”.
- Grego, A. (2014), “Gestão de Stocks e Armazém de Matérias-Primas”. Tese de Mestrado em Logística. Instituto Politécnico do Porto, Porto.
- Hompel, M., & Schmidt, T. (2007), “Warehouse management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems”, Springer.
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000), “What is ERP?”, *Information Systems Frontiers*, 2(2), pp. 141-162.
- Pereira, A. (2013), “Melhoria dos Processos de Expedição: Operações de Armazém e Processos de Faturação”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade do Minho, Braga.

- Pereira, A. (2015), “Reorganização do armazém e gestão de stocks das matérias-primas”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade do Porto, Porto.
- Pocinho, G. (2013), “Análise e melhoria do processo de order-picking num sistema produtivo: caso de estudo”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Richards, G. (2014), “Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse”, 2ª Ed., Kogan Page.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2010), “The Handbook of Logistics & Distribution Management”, 4ª Ed., Kogan Page.
- Sales, A. (2014), “Relatório de Estágio em Indústria Farmacêutica”. Tese de Mestrado em Ciências Farmacêuticas. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Santos, D. (2015), “Melhoria das Rotas de Picking em Armazém de Operador Logístico”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade do Porto, Porto.
- Teixeira, E. (2018). “Análise e melhoria dos processos de arrumação e picking do armazém exterior de uma empresa do setor da construção civil”. Tese de Mestrado em Engenharia de Sistemas. Universidade do Minho, Braga.

## ANEXO A





EXCIPIENTES

## Registo De Amostragem

de Material de Acondicionamento (ma) / Matérias Primas (mp) /  
Cápsulas (cáp.) ou Produto Intermédio a granel (p. int.)

\* Arquivar este registo ao boletim analítico do produto.

<b>Local de Amostragem</b> <input type="checkbox"/> SA (Sala de Amostragem) <input type="checkbox"/> SPL (Sala Passagem Líquida) <input type="checkbox"/> SPS (Sala Passagem Sólida) <input type="checkbox"/> SI (Sala de Infusão) <input type="checkbox"/> AR (Armazém) <input type="checkbox"/> (Outro)		<b>Controlo de Receção</b> ITEM: 14050002 PRODUTO: ACUCAR GRANULADO ESPECIAL LOTE INTERNO: 20050447 Nº CONTENTORES: 434/434 DATA RECEÇÃO: 25/05/2020  14050002/20050447	
<input type="checkbox"/> Insp externa <input type="checkbox"/> Reanálise <input type="checkbox"/> Análise			
<b>Plano de Amostragem</b>			
Registo			
Nível/Plano de Inspeção:	(C) CONJUNTA - RAMAN		
Nº Contentores Abertos:	rzq+1 (21)		
Quantd. Inspeccionada:	200 g (+micro: 20 - 25 g)		
Ensaio Microbiológico:	Sim		
Ensaio c/ Det. de Metais:	—		
Inspeção com Raman:	Sim		
Agrupador Raman:	 *ACUCAR*		
Observações:		Nome Fornecedor:	Rar-Refinarias Açucar Reunidas
		Qtd. Recebida:	10.850.000,00 GR
		Lote Fornecedor:	L08810
		Fabricante:	Rar Acucar
<b>Embalagem exterior</b>		<b>Rotulagem</b> <i>Reproduzir as informações acerca do produto</i>	
Selagem: <input type="checkbox"/> Selada <input type="checkbox"/> Fechada Aspecto: <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Não conforme	Tipo de embalagem: <input type="checkbox"/> Bidon <input type="checkbox"/> Caixa <input type="checkbox"/> Contentor <input type="checkbox"/> Cuba <input type="checkbox"/> Frasco <input type="checkbox"/> Saco <input type="checkbox"/> _____	Material: <input type="checkbox"/> Cartão <input type="checkbox"/> Papel <input type="checkbox"/> Papel de alumínio <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> _____	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Selagem: <input type="checkbox"/> Selada <input type="checkbox"/> Fechada Aspecto: <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Não conforme	Tipo de embalagem: <input type="checkbox"/> Embalagem <input type="checkbox"/> Frasco <input type="checkbox"/> Saco <input type="checkbox"/> _____	Material: <input type="checkbox"/> Cartão <input type="checkbox"/> Papel de alumínio <input type="checkbox"/> Plástico transparente <input type="checkbox"/> Plástico preto <input type="checkbox"/> _____	
<b>Produto</b>			
Aspeto: _____ Condições de Armazenamento: _____		( Val.: ____/____/____ )	

Observações: \_\_\_\_\_

Amostrador: \_\_\_\_\_

Data da colheita \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

MOD.0226/04