



Diogo Miguel Passão Branco

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Análise e melhoria de processos de um
armazém: caso de estudo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professora Doutora Ana Paula Barroso,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rogério Salema de Araújo Puga Leal

Arguente: Prof. Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado

Vogal: Prof. Doutora Ana Paula Ferreira Barroso



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2013

Análise e melhoria de processos de um armazém: caso de estudo

Copyright © Diogo Miguel Passão Branco, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

À Professora Ana Barroso, orientadora da dissertação, pela disponibilidade e apoio ao longo do desenrolar deste trabalho.

Ao Eng. Luís Pica, pelo apoio e excelente oportunidade de colaborar com uma empresa como a Jerónimo Martins.

À Eng. Joana Barbosa, Eng. Andreia Santos, Sr. Mário Sequeira e Sr. Rui Rua, pela simpatia, disponibilidade, apoio e disponibilização de informação necessária à realização deste trabalho.

Aos Supervisores e Colaboradores do Armazém de Não-Perecíveis da Azambuja, pela simpatia e apoio fundamental prestado ao longo do estágio realizado.

Ao Eng. André Gomes, Eng. Bruno Farola, Eng. Gonçalo Besugo, Eng. Oscar Cordeiro, Eng. Pedro Azevedo, Eng. Tiago Penucho e Sr. Alexandre Ferreira pela disponibilidade e simpatia com que sempre me receberam.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo contributo para o meu crescimento pessoal e académico, bem como todo o apoio e carinho com que sempre me trataram.

Por último, à minha família e namorada, pelo afeto, incentivo e confiança que sempre depositaram em mim.

Resumo

No setor da distribuição é crucial que as empresas se diferenciem de forma a ser possível responder às exigências cada vez maiores dos consumidores. A armazenagem é uma das atividades que acarreta mais custos no setor e quanto maiores são a sua eficiência de funcionamento e flexibilidade, maior é a vantagem competitiva das empresas relativamente aos seus competidores. Esta dissertação visa precisamente analisar e desenvolver propostas de melhoria que permitam aumentar a produtividade de operadores que conduzem os empilhadores no armazém do Grupo Jerónimo Martins, os *Letdown's*.

Tratando-se do primeiro estudo efetuado no âmbito supramencionado, em primeiro lugar, são identificados os principais fatores improdutivos dos *Letdown's*, tendo sido desenvolvidos modelos e algumas análises no que concerne a distância percorrida pelos *Letdown's*; o modo de gestão da atribuição de tarefas; o tempo de viagem consumido de garfos vazios; as diferenças entre o valor do *stock* presente no sistema e o realmente existente; a movimentação de contentores nos diferentes níveis de altura de arrumação; a concentração de operadores nos mesmos locais; o tempo consumido na leitura de código de barras dos contentores e localizações; o tempo consumido a movimentar paletes vazias durante a tarefa de abaixamento; a motivação e produtividade dos operadores; e a escassez de informação relativamente à atividade dos *Letdown's*.

Posteriormente são desenvolvidas três propostas de melhoria que visam mitigar os fatores improdutivos identificados. A proposta 1 pretende alterar o modo como são atribuídas as tarefas aos *Letdown's*, com a introdução de novos critérios, como a seleção da tarefa seguinte mais próxima. A aplicação desta proposta a um caso implica numa redução em 46% da distância percorrida entre tarefas. A proposta 2 propõe que a alocação de contentores tenha em consideração a rotatividade dos artigos e inclui critérios que permitem reduzir a distância a percorrer pelos *Letdown's* nas diferentes tarefas. Nesta proposta, houve uma redução em 24% do tempo necessário para movimentar artigos de classe A, paralelamente ao facto de se ter reduzido em 8% o tempo total necessário para movimentar todos os contentores das diferentes classes. A proposta 3 sugere que se deve executar o contentor completo que se encontrar mais afastado do espaço de *picking*. Os resultados da proposta 3 permitem constatar que a distância média dos contentores para abaixamento ao *picking* iria reduzir consideravelmente em todos os casos analisados, uma vez que serão os contentores mais afastados que são executados como completos.

Por fim, são apresentadas outras propostas de melhoria e sugeridas propostas de trabalho futuro.

Palavras-chave: cadeia de abastecimento, armazenagem, *letdown*, produtividade, eficiência.

Abstract

In the distribution sector is crucial that companies differentiate themselves in order to be able to respond to the increasing demands of costumers. Warehousing is one of the activities that entail more costs in the sector, where the higher the efficiency and flexibility of the operation, the greater the competitive advantage of companies in relation to their competitors. This dissertation aims to precisely analyze and develop proposals for improvements aimed at increasing the productivity of operators who drive forklifts in a warehouse of Jerónimo Martins, the Letdown 's.

Since this is the first study performed under this subject, the starting point was to identify the main unproductive factors inherent to Letdown 's, where models and some analysis have been developed regarding the distance traveled by Letdown 's; assignment task management ; travel time consumed with empty forks; the differences of stock present in the system and stock that really exists; the movement of containers in different height levels of storage; the concentration of operators in the same locations; the time consumed in reading barcode containers and locations; the time consumed to move empty pallets during the task of replenishment; the motivation and productivity of operators; and the dearth of information regarding the Letdown's activities.

Thereafter, there were developed three proposals that aim to mitigate the factors identified as unproductive. The proposal 1 aims to change how tasks are assigned to Letdown's, with the introduction of several new features, such as the selection of the next task nearest. This proposal was able to reduce by 46% the distance between tasks. The proposal 2, proposes that the allocation of containers takes into account the rotation of items and includes others criteria to reduce the distance traveled by Letdown's on different tasks. In this second proposal, the time needed to move articles from the class A, was reduced by 24%. At the same time, the total time required to move all containers of different classes was reduced by 8%. In the proposal 3, it is suggested that the container to execute as complete must be the farthest one from the picking area. The results of the proposal 3 allow to see that the average distance for replenishment containers would considerably reduce in all the analyzed cases, since the containers are farther apart will be executed as complete.

Finally, it is presented other improvement proposals and suggestions for future work.

Keywords: supply chain, warehousing, letdown, productivity, efficiency

Índice

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO..... | 1 |
| CAPÍTULO 2 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO | 3 |
| 2.1 - GRUPO JERÓNIMO MARTINS | 3 |
| 2.1.1 – <i>História</i> | 3 |
| 2.1.2 – <i>Perfil de negócios</i> | 5 |
| 2.1.3 – <i>Logística em Portugal</i> | 8 |
| 2.1.3.1 – Cadeia de abastecimento | 9 |
| 2.1.3.2 – Sistemas de informação..... | 10 |
| 2.1.3.3 – Transportes..... | 11 |
| 2.1.3.4 – Centros de distribuição..... | 12 |
| 2.1.3.5 – Medidas de desempenho dos armazéns | 13 |
| 2.2 – ARMAZÉM DE PRODUTOS NÃO-PERECÍVEIS – AZAMBUJA..... | 15 |
| 2.2.1 – <i>Letdown's</i> | 19 |
| 2.2.2 – <i>Descrição do sistema atual</i> | 21 |
| 2.2.2.1 – Receção | 21 |
| 2.2.2.2 – Arrumação..... | 22 |
| 2.2.2.3 – Abaixamento | 25 |
| 2.2.2.4 – Execução | 26 |
| 2.2.2.5 – Conferência | 27 |
| 2.2.2.6 – Expedição..... | 28 |
| 2.2.2.7 – Planeamento | 28 |
| 2.2.2.8 – Supervisão | 29 |
| 2.2.2.9 – Inventário | 30 |
| CAPÍTULO 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 31 |
| 3.1 – LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO | 31 |
| 3.2 – ARMAZENAGEM | 34 |
| 3.2.1 – <i>Gestão de stocks</i> | 34 |
| 3.2.2 – <i>Análise ABC</i> | 35 |
| 3.2.3 – <i>Operações de armazenagem</i> | 35 |
| 3.2.4 – <i>Sistemas de armazenagem</i> | 39 |
| 3.2.5 – <i>Equipamentos de movimentação de cargas</i> | 41 |
| 3.2.6 – <i>Unidades de carga</i> | 46 |
| 3.2.7 – <i>Tecnologias de captação de dados e comunicação</i> | 47 |
| 3.2.8 – <i>Sistemas de gestão do armazém</i> | 48 |
| 3.2.9 – <i>Armazenagem lean</i> | 50 |
| CAPÍTULO 4 – FATORES IMPRODUTIVOS DOS <i>LETDOWN'S</i>..... | 51 |
| 4.1 – DISTÂNCIA PERCORRIDA | 51 |
| 4.2 – GESTÃO DA ATRIBUIÇÃO DE TAREFAS | 55 |
| 4.3 – TEMPO EM VIAGEM DE GARFOS VAZIOS | 58 |
| 4.4 – VALOR DO <i>STOCK</i> PRESENTE NO SISTEMA E REAL | 59 |
| 4.5 – NÍVEIS DE ALTURA DE ARRUMAÇÃO | 60 |
| 4.6 – CONCENTRAÇÃO DE OPERADORES NOS MESMOS LOCAIS | 62 |
| 4.7 – LEITURA DE CÓDIGOS DE BARRAS..... | 64 |
| 4.8 – MOVIMENTAÇÃO DE PALETES VAZIAS DURANTE A TAREFA DE ABAIXAMENTO..... | 65 |
| 4.9 – OPERADORES..... | 66 |
| 4.10 – ESCASSEZ DE INFORMAÇÃO | 68 |

CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DOS LETDOWN'S . 69

| | |
|--|----|
| 5.1 – MODELO PARA ESTIMATIVA DA DISTÂNCIA A PERCORRER E RESPECTIVO TEMPO..... | 69 |
| 5.1.1 – <i>Pressupostos</i> | 69 |
| 5.1.2 – <i>Modelo para a estimativa da distância a percorrer</i> | 69 |
| 5.1.3 – <i>Exemplo ilustrativo</i> | 70 |
| 5.1.4 – <i>Estimativa do tempo</i> | 70 |
| 5.1.5 – <i>Validação do modelo</i> | 71 |
| 5.2 – PROPOSTAS DE MELHORIA..... | 72 |
| 5.2.1 – <i>Proposta 1: Novo modo de gestão de tarefas dos Letdown's</i> | 72 |
| 5.2.1.1 – Descrição da proposta 1 | 72 |
| 5.2.1.2 – Análise do impacto da proposta 1..... | 75 |
| 5.2.1.3 – Resultados obtidos pela implementação da proposta 1..... | 76 |
| 5.2.1.4 – Conclusões relativas à proposta 1..... | 80 |
| 5.2.2 – <i>Proposta 2: Novas regras de alocação</i> | 80 |
| 5.2.2.1 – Descrição da proposta 2 | 80 |
| 5.2.2.2 – Análise do impacto da proposta 2..... | 84 |
| 5.2.2.3 – Resultados obtidos pela implementação da proposta 2..... | 85 |
| 5.2.2.4 – Conclusões relativas à proposta 2..... | 89 |
| 5.2.3 – <i>Proposta 3: Execução de contentor completo mais distante do picking</i> | 90 |
| 5.2.3.1 – Descrição da proposta 3 | 90 |
| 5.2.3.2 – Análise do impacto da proposta 3..... | 91 |
| 5.2.3.3 – Resultados obtidos pela implementação da proposta 3..... | 91 |
| 5.2.3.4 – Conclusões relativas à proposta 3..... | 92 |
| 5.2.4 – <i>Outras propostas de melhoria</i> | 92 |
| 5.2.4.1 – Aumento da capacidade de armazenagem e picking de alto nível..... | 93 |
| 5.2.4.2 – Stock de contentores completos | 94 |
| 5.2.4.3 – Split sheet pallet | 94 |
| 5.2.4.4 – Letdown's realizam inventário durante a operação | 95 |
| 5.2.4.5 – Tecnologia Voice nos empilhadores..... | 95 |
| 5.2.4.6 – Real time locating system (RTLS) | 96 |
| 5.2.4.7 – Prémio de produtividade | 96 |
| 5.2.4.8 – Câmara montada nos garfos do empilhador | 97 |

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA DESENVOLVIMENTO FUTURO ... 99

BIBLIOGRAFIA 105

Lista de tabelas

| | |
|---|----|
| TABELA 2.1 – PONTOS DE ENTREGA POR INSÍGNIA, ÁREA E REGIÃO | 11 |
| TABELA 2.2 – MEDIDAS DE DESEMPENHO E MÉTRICAS UTILIZADAS NOS ARMAZÉNS | 14 |
| TABELA 2.3 – EVOLUÇÃO DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO DO ARMAZÉM 5401 | 15 |
| TABELA 2.4 – ONDAS DE PEDIDOS DO ARMAZÉM 5401 | 29 |
| TABELA 3.1 – DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE ARMAZENAGEM MANUAIS EXISTENTES I | 40 |
| TABELA 3.2 – DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE ARMAZENAGEM MANUAIS EXISTENTES II | 41 |
| TABELA 4.1 – EXEMPLO DE ATRIBUIÇÃO DE TAREFAS AFASTADAS ENTRE SI | 56 |
| TABELA 5.1 – EXEMPLO DAS TAREFAS EXISTENTES EM ARMAZÉM NUM DETERMINADO MOMENTO DURANTE A OPERAÇÃO | 76 |
| TABELA 5.2 – TAREFAS SELECIONADAS DE ACORDO COM O SISTEMA ATUAL | 77 |
| TABELA 5.3 - TAREFAS QUE SERIAM SELECIONADAS DE ACORDO COM A PROPOSTA 1 | 78 |
| TABELA 5.4 – DISTÂNCIA PERCORRIDA ENTRE TAREFAS NO SISTEMA ATUAL | 79 |
| TABELA 5.5 – DISTÂNCIA PERCORRIDA ENTRE TAREFAS | 79 |
| TABELA 5.6 – TROCAS DE CLASSE REGISTRADAS PELA MUDANÇA DE CRITÉRIO | 82 |
| TABELA 5.7 – RESULTADOS OBTIDOS NA ALOCAÇÃO DE CONTENTORES NO CORREDOR 17 SEGUNDO O SISTEMA ATUAL | 86 |
| TABELA 5.8 – RESULTADOS OBTIDOS NA ALOCAÇÃO DE CONTENTORES SEGUNDO A PROPOSTA 2 | 86 |
| TABELA 5.9 – ANÁLISE COMPARATIVA DA ALOCAÇÃO DE CONTENTORES DO SISTEMA PROPOSTO RELATIVAMENTE AO ATUAL | 87 |
| TABELA 5.10 - COMPARAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE CONTENTORES SEGUNDO O SISTEMA ATUAL E A PROPOSTA DE ALOCAÇÃO NA LOCALIZAÇÃO MAIS PRÓXIMA DO <i>BUFFER</i> DE REFERÊNCIA | 87 |
| TABELA 5.11 - COMPARAÇÃO DA DISTÂNCIA MÉDIA POR CONTENTOR ENTRE OS 5 PRIMEIROS CORREDORES ALTERNATIVOS RELATIVOS AOS CORREDORES 17 E 22, SEGUNDO AS SEQUÊNCIAS ATUAL E PROPOSTA | 88 |
| TABELA 5.12 – COMPARAÇÃO ENTRE AS ALOCAÇÕES REALIZADAS CONSIDERANDO OS SENTIDOS DOS CORREDORES ATUAL E PROPOSTO | 88 |
| TABELA 5.13 - COMPARAÇÃO ENTRE A ALOCAÇÃO DE CONTENTORES SEGUNDO O SISTEMA ATUAL E PROPOSTA DE MELHORIA COM IMPLEMENTAÇÃO DE TODAS AS REGRAS | 89 |
| TABELA 5.14 – ARTIGOS ANALISADOS NA PROPOSTA | 91 |
| TABELA 5.15 – ANÁLISE COMPARATIVA DE DISTÂNCIAS PERCORRIDAS NO ABAIXAMENTO DE CONTENTORES E EXECUÇÃO DE CONTENTORES COMPLETOS, SISTEMAS ATUAL E PROPOSTO | 92 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| FIGURA 2.1 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE LOJAS | 4 |
| FIGURA 2.2 – VOLUME DE VENDAS ANUAL DA JM | 5 |
| FIGURA 2.3 – VENDAS POR ÁREA DE NEGÓCIO EM 2012 | 5 |
| FIGURA 2.4 – ESTRUTURA DE NEGÓCIOS DO GRUPO | 6 |
| FIGURA 2.5 – PILARES DE DIFERENCIAÇÃO PINGO DOCE | 6 |
| FIGURA 2.6 – PILARES DE DIFERENCIAÇÃO RECHEIO | 7 |
| FIGURA 2.7 – CADEIA DE ABASTECIMENTO DA JM | 10 |
| FIGURA 2.8 – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO UTILIZADOS | 10 |
| FIGURA 2.9 – REDE LOGÍSTICA DA JERÓNIMO MARTINS | 12 |
| FIGURA 2.10 – ANÁLISE ABC REFERENTE AO MÊS DE MARÇO DE 2013 | 16 |
| FIGURA 2.11 – SISTEMA DE ARMAZENAGEM DO ARMAZÉM 5401 | 17 |
| FIGURA 2.12 – EXEMPLO DE UMA ETIQUETA DE LOCALIZAÇÃO DE UM ESPAÇO DESTINADO AO <i>PICKING</i> | 17 |
| FIGURA 2.13 – <i>LAYOUT</i> DO ARMAZÉM 5401 | 19 |
| FIGURA 2.14 – EMPILHADOR E EQUIPAMENTOS AUXILIARES DOS <i>LETDOWN'S</i> | 20 |
| FIGURA 2.15 – SEQUÊNCIA DAS PRINCIPAIS OPERAÇÕES QUE OCORREM NO ARMAZÉM | 21 |
| FIGURA 2.16 – SEQUÊNCIA DE ARRUMAÇÃO DOS CONTENTORES NOS <i>RACKS</i> | 23 |
| FIGURA 2.17 - PROCESSO DE ALOCAÇÃO DE UM CONTENTOR A PARTIR DO <i>BUFFER</i> DE REFERÊNCIA, DE ACORDO COM A SEQUÊNCIA DE ARRUMAÇÃO | 24 |
| FIGURA 2.18 – SEQUÊNCIA DE CORREDORES ALTERNATIVOS DO CORREDOR 17 | 24 |
| FIGURA 3.1 – <i>TRADE-OFFS</i> LOGÍSTICA | 31 |
| FIGURA 3.2- CADEIA DE ABASTECIMENTO | 32 |
| FIGURA 3.3 – EXEMPLO DA EVOLUÇÃO DO CUSTO LOGÍSTICO E TOTAL DE UM PRODUTO AO LONGO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO | 33 |
| FIGURA 3.4 – OPERAÇÕES TÍPICAS DE UM ARMAZÉM | 36 |
| FIGURA 3.5 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE ARRUMAÇÃO COM 2 ZONAS E 9 REFERÊNCIAS | 37 |
| FIGURA 3.6 –EXEMPLO ILUSTRATIVO DO <i>PICKING</i> A ALTO NÍVEL | 38 |
| FIGURA 3.7 – PESO DE CADA ATIVIDADE PARA OS CUSTOS TOTAIS DE UM ARMAZÉM | 39 |
| FIGURA 3.8 – EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS | 42 |
| FIGURA 3.9 – ARRUMAÇÃO DE CONTENTORES RECORRENDO A UM EMPILHADOR CONTRABALANÇADO | 43 |
| FIGURA 3.10 – ARRUMAÇÃO DE CONTENTORES RECORRENDO A UM EMPILHADOR RETRÁTIL | 43 |
| FIGURA 3.11 – FORMAS DE MOVIMENTAR CONTENTORES COM EMPILHADORES VNA | 44 |
| FIGURA 3.12- PREPARADOR DE ENCOMENDAS PARA NÍVEIS ELEVADOS | 44 |
| FIGURA 3.13 – EXEMPLOS DE ACESSÓRIOS PARA EMPILHADORES | 45 |
| FIGURA 3.14 – CÂMARA MONTADA NOS GARFOS DO EMPILHADOR | 45 |
| FIGURA 3.15 – COMPARAÇÃO ESPAÇO OCUPADO POR 25 PALETES E 25 <i>SLIP SHEET</i> | 46 |
| FIGURA 3.16 – ACESSÓRIO NECESSÁRIO PARA MOVIMENTAÇÃO DE <i>SLIP SHEETS</i> EM <i>RACKS</i> | 47 |
| FIGURA 4.1 – DISTRIBUIÇÃO DO <i>STOCK</i> DE RESERVA DO ARTIGO 531083 NO DIA EM ANÁLISE | 52 |
| FIGURA 4.2 – EXEMPLO DE ALOCAÇÃO DOS CONTENTORES | 53 |
| FIGURA 4.3 – ALOCAÇÃO DE CONTENTORES A PARTIR DA ZONA MAIS AFASTADA. | 54 |
| FIGURA 4.4 – <i>LETDOWN'S</i> NA EXECUÇÃO DE CONTENTOR COMPLETO PARA A MESMA LINHA. | 57 |
| FIGURA 4.5 - <i>LETDOWN'S</i> A AGUARDAREM PARA REALIZAREM ARRUMAÇÃO DE CONTENTORES DA MESMA LINHA | 58 |
| FIGURA 4.6 – PERCENTAGEM DE TEMPO DESPENDIDO QUANDO SE ENCONTRAM EM VIAGEM DE GARFOS VAZIOS | 58 |
| FIGURA 4.7 – DIFERENÇA ENTRE O VALOR DO <i>STOCK</i> PRESENTE NO SISTEMA E O REAL. | 59 |
| FIGURA 4.8 – EXECUÇÃO DE CAIXAS NAS VÁRIAS FRENTE DOS ARTIGOS | 60 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 4.9 - TEMPO MÉDIO PARA COLOCAR E RETIRAR UM CONTENTOR DOS RACKS, POR NÍVEL DE ALTURA | 61 |
| FIGURA 4.10 – LETDOWN COLOCADO PERPENDICULARMENTE AO CORREDOR PARA ACEDER AOS RACKS | 62 |
| FIGURA 4.11 – CONGESTIONAMENTO DE CORREDORES | 62 |
| FIGURA 4.12 – TEMPOS DE ESPERA DOS LETDOWN'S EM SITUAÇÕES DE CONGESTIONAMENTO DE CORREDORES | 63 |
| FIGURA 4.13 - TEMPO DE ESPERA DOS LETDOWNS EM SITUAÇÕES DE CONGESTIONAMENTO NO CAIS NO MOMENTO DA ARRUMAÇÃO | 63 |
| FIGURA 4.14 - TEMPO DE ESPERA EM SITUAÇÕES DE CONGESTIONAMENTO NO CAIS NO MOMENTO DA EXECUÇÃO DE CONTENTOR COMPLETO | 64 |
| FIGURA 4.15 – TEMPO DESPENDIDO EM CADA AÇÃO DE LEITURA DE ETIQUETAS POR PARTE DOS LETDOWN'S | 65 |
| FIGURA 4.16 - TEMPO UTILIZADO A MANUSEAR PALETES VAZIAS DURANTE O ABAIXAMENTO | 66 |
| FIGURA 4.17 –MÉDIA DIÁRIA DE CONTENTORES MOVIMENTADOS PELOS OPERADORES QUANDO TRABALHAM COMO LETDOWN'S, JANEIRO DE 2013 | 66 |
| FIGURA 5.1 – DISTÂNCIA A PERCORRER ENTRE OS PONTOS 1 E 2 | 70 |
| FIGURA 5.2 – AMOSTRA DE 25 TAREFAS (DURAÇÃO) | 71 |
| FIGURA 5.3 – COMPARAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS UTILIZADOS NA SELEÇÃO DE TAREFAS NO SISTEMA ATUAL E NO PROPOSTO | 73 |
| FIGURA 5.4 – ANÁLISE ABC POR SAÍDA DE PALETE | 82 |
| FIGURA 5.5 – SEQUÊNCIAS DE ARRUMAÇÃO BUFFER A, BUFFER B E BUFFER C | 83 |
| FIGURA 5.6 – PROPOSTA DE NOVA SEQUÊNCIA DE CORREDORES ALTERNATIVOS PARA O CORREDOR 17 SEGUNDO O CRITÉRIO DE DISTÂNCIA DOS PONTOS MÉDIOS DOS CORREDORES | 84 |
| FIGURA 5.7 – OUTRA SOLUÇÃO PARA AUMENTAR A CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM | 94 |
| FIGURA 5.8 – INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA VOICE NOS EMPILHADORES | 95 |

Lista de abreviaturas

1D – 1 Dimensão

2D – 2 Dimensões

BIFO – *Batch In First Out*

FIFE – *First In First Expire*

FIFO – *First In First Out*

GPS – *Global Positioning System*

JIT – *Just In Time*

JM – Jerónimo Martins

JMR – Jerónimo Martins Retalho

LIFO – *Last In First Out*

LMS – *Labor Management System*

RF – Rádio Frequência

RFID - *Radio Frequency Identification*

RTLS – *Real Time Locating System*

VNA – *Very Narrow Aisle*

WMS – *Warehouse Management System*

WPMS – *Warehouse Physical Management System*

Lista de termos

Abaixamento/ Replenishment – Consiste em retirar um contentor arrumado do nível superior dos *racks*, para o nível inferior correspondente à localização fixa do artigo onde ocorre o *picking* desse artigo. Esta tarefa é realizada pelos *Letdown's*.

Alocação de contentores – afetação de contentores a cada espaço nos *racks*.

Backhauling – Consiste no aproveitamento das viaturas na viagem de regresso das lojas. Ao invés das viaturas regressarem vazias ao armazém, carregam mercadoria num fornecedor próximo.

Backpicking – Quando um caixeiro (operador) toma a decisão de relegar a execução do *picking* de um artigo para último lugar. Tal ocorre quando o número de artigos presente na localização fixa do artigo onde ocorre o *picking* não é suficiente para satisfazer o pedido da guia e não existe nenhum *Letdown* próximo para realizar abaixamento.

Bastidor – Cada corredor encontra-se dividido por bastidores que representam um módulo de *racks*. É constituído normalmente por três espaços na horizontal e cinco níveis de altura.

Buffer – Zona de armazenagem de *stock* de reserva. Existe o *buffer* chão e o *buffer racks*.

Buffer de referência - Localização ideal, específica para cada artigo, que serve de referência para a alocação de contentores.

Caixeiro – Operador que realiza a tarefa de *picking*

Centralizar artigo – Introdução de um novo artigo no armazém.

Contentor – Palete com carga.

Execução – Corresponde ao ato de recolha e preparação dos artigos para expedir para as Lojas, quer seja por contentor completo ou através de *picking*. No último caso, são construídos contentores com um *mix* de produtos.

Frentes – Número de espaços fixos que um artigo dispõe no espaço afeto ao *picking*.

Letdown's – Operadores que conduzem os empilhadores no armazém.

Linhas – Fila de contentores

Paletização – Modo como os artigos se encontram arrumados nas paletes.

Racks – Sistema de armazenagem utilizado para a arrumação das paletes.

Rotatividade – Taxa de saída dos artigos.

Slot – Espaço unitário em que cada palete pode ser arrumada nos *racks*.

Unidades de carga – Estruturas que permitem transportar artigos.

Unidades de trabalho – Tarefa criada pelo sistema WPMS que poderá ser aceite pelos trabalhadores.

Capítulo 1 - Introdução

Quando um consumidor se dirige a um hipermercado para adquirir uma peça de fruta, normalmente não reflete sobre a complexidade do processo que permitiu que a mesma pudesse estar naquele local, na condição e custo que permitirá satisfazer as suas necessidades naquele instante (Moura, 2006). A distribuição é o setor da atividade económica que assegura precisamente a intermediação entre produtores e consumidores. Ou seja, através de transações comerciais e operações logísticas, coloca produtos ou presta serviços, acrescentando-lhes valor, nas condições de lugar, tempo e modo mais convenientes para satisfazer as necessidades dos seus clientes (Ferreira *et al.*, 2011).

Com uma economia cada vez mais global e competitiva é crucial que as empresas do setor se diferenciem e que sejam flexíveis o suficiente de forma a conseguirem responder às exigências cada vez maiores do consumidor. Este tende a ser cada vez mais racional, mais informado e preocupado, sendo consequentemente menos leal, em busca constante pela melhor relação qualidade/preço (Dias, 2009).

Por sua vez, a crise económica que Portugal atravessa, tem tido um impacto negativo no volume de vendas da distribuição alimentar, que é bastante sensível à envolvente económica. Tal facto, constitui um outro desafio à eficiência deste tipo de organizações, uma vez que a atual conjuntura impõe um maior dinamismo e competitividade ao setor (Jerónimo Martins, 2013a).

No momento em que o produto é entregue ao consumidor, aproximadamente 55% do custo total do mesmo corresponde a custos logísticos (Rushton, 2010). Deste modo, estando o negócio da distribuição altamente dependente das operações logísticas, uma das formas das organizações se tornarem mais competitivas poderá residir no aumento da eficiência de toda a cadeia de abastecimento. Para isso, é necessário reduzir os custos, mantendo ou melhorando a qualidade do serviço.

Uma das entidades mais importantes e que acarreta mais custos na cadeia de abastecimento é o armazém. Trata-se da interface logística para o consumidor, permitindo que o consumo seja independente do processo de abastecimento, sendo possível responder às variações da oferta e da procura e a obtenção de economias de escala na compra de grandes quantidades. Um armazém que não seja eficiente e fiável, não representará apenas custos acrescidos, mas igualmente uma perda de reputação para a organização junto dos seus clientes, caso não consiga cumprir a sua proposta de valor (Alicke *et al.*, 2008; Carvalho, 2012).

Assim, dada a importância desta entidade e os custos que acarreta, pode-se considerar que a armazenagem constitui igualmente uma excelente oportunidade de melhoria: quanto maior a sua eficiência de funcionamento e a sua flexibilidade, maior será a vantagem competitiva das empresas relativamente aos seus competidores.

Nesse sentido, surgiu interesse por parte do Grupo Jerónimo Martins, empresa de projeção internacional no setor da distribuição, para que fosse realizada a presente dissertação, com o intuito de analisar e apresentar propostas que visem a melhoria de processos num dos seus armazéns. Dada a inexistência de um estudo aprofundado relativamente ao desempenho de um grupo específico de operadores, os *Letdown's*, foi sugerido que este fosse o foco da dissertação.

Os *Letdown's* são os operadores que conduzem empilhadores, sendo responsáveis por movimentar diariamente milhares de contentores nos diversos níveis de altura dos *racks* no armazém. Ou seja, são responsáveis por arrumar os contentores recebidos nos *racks* (Arrumação); retirar os contentores dos *racks* e colocá-los nos espaços de *picking* (Abaixamento); e caso existam pedidos elevados de um só

artigo, movimentar contentores completos dos *racks* para as portas de expedição (Execução de contentor completo). Deste modo, pode-se verificar a importância dos *Letdown's*, cujo trabalho desenvolvido influencia as operações de montante a jusante do armazém. Assim, é verosímil afirmar que um aumento de produtividade deste tipo de operadores possivelmente irá repercutir-se nos restantes, conseguindo-se melhorar o desempenho global do armazém.

O ponto de partida para a realização da dissertação consistiu em acompanhar durante várias semanas a operação e em dialogar com os intervenientes, de modo a compreender todos os processos do armazém e, mais concretamente, dos *Letdown's*. Após esta fase crucial para o estudo, foram identificados vários fatores que prejudicam a produtividade deste tipo de operadores, tendo-se considerado pertinente realizar um levantamento dos mesmos.

Posteriormente, foi criado um modelo para estimativa da distância percorrida e do tempo despendido a percorrê-la, bem como a movimentar os contentores nos diferentes níveis dos *racks*. Este modelo constituiu uma ferramenta importante para o desenvolvimento da dissertação, ao permitir estudar e avaliar o impacto de propostas de melhoria que visam mitigar alguns dos fatores improdutivos identificados. Por último, são apresentadas 8 propostas de melhoria que visam aumentar a produtividade dos *Letdown's*.

Em termos de estrutura da dissertação, esta encontra-se dividida em 6 capítulos.

No segundo capítulo, pretende-se contextualizar o caso de estudo de modo a que seja possível, posteriormente, compreender o trabalho realizado. Para isso, é inicialmente descrita, de forma breve, a história do Grupo e o seu atual perfil de negócios. De seguida, é caracterizada a logística do grupo em Portugal, sendo dada especial ênfase ao armazém de não-perecíveis da Azambuja e às operações que aí decorrem, parte relevante ao estudo.

O terceiro capítulo inclui a revisão bibliográfica dos temas abordados nesta dissertação, nomeadamente a logística e gestão da cadeia de abastecimento e a armazenagem. Na armazenagem, é desenvolvida uma pesquisa mais detalhada, com o intuito de aprofundar conhecimento e de apresentar as tendências nesta área.

No quarto capítulo, são descritos os principais fatores identificados que conduzem ao decréscimo da produtividade dos *Letdown's*.

No quinto capítulo são desenvolvidas e apresentadas propostas de melhoria que visam precisamente mitigar as consequências negativas dos fatores improdutivos identificados. Para isso, tem-se propostas para alteração do modo como a gestão de tarefas de *Letdown's* é atribuída, novas regras de alocação para os contentores, novo modo de seleção de contentores para executar, entre outras propostas de melhoria.

Finalmente, no sexto capítulo, são apresentadas conclusões relativamente ao trabalho realizado, bem como identificadas oportunidades de melhoria que justificam uma análise num trabalho futuro.

Capítulo 2 – Contextualização do caso de estudo

O presente capítulo tem como principal objetivo a apresentação da empresa na qual o caso de estudo foi desenvolvido. Para isso, é em primeiro lugar efetuado um pequeno resumo quer da história quer do atual perfil de negócios do Grupo Jerónimo Martins (JM). Em seguida, é descrita sucintamente a logística do Grupo em Portugal, dando especial ênfase ao armazém de não-perecíveis, localizado na Azambuja.

Desta forma, pretende-se enquadrar o caso de estudo de modo a que seja possível, posteriormente, compreender o trabalho realizado na empresa.

2.1 - Grupo Jerónimo Martins

2.1.1 – História

Há mais de 220 anos, em 1792, um jovem galego de nome Jerónimo Martins abre uma modesta mercearia no Chiado, em Lisboa, nunca imaginando o Grupo que um dia esta se viria a tornar. Com um sortido de grande qualidade e variedade de produtos tanto nacionais como estrangeiros, a mercearia tornou-se um ponto de referência e de prestígio na cidade com o decorrer dos anos.

Apesar do êxito evidente, após a morte do fundador, a mercearia enfrentou várias crises, devido sobretudo à má gestão protagonizada pelos seus sucessores. Tal facto culminou com a venda do estabelecimento a Francisco Manuel dos Santos e aos seus parceiros dos Grandes Armazéns Reunidos, nascendo a empresa “Estabelecimentos Jerónimo Martins & filho”. Com o apoio do Banco Borges & Irmão, foi então feita uma reestruturação e alargamento da rede de lojas retalhistas, dinamizada a armazenagem e suprimidas as atividades relacionadas com produtos não alimentares, numa estratégia que permitiu uma recuperação e posterior crescimento lento mas constante.

Em 1938, surge um momento muito importante na história do Grupo, quando Francisco Manuel dos Santos deixa a liderança para o seu genro, Elísio Alexandre dos Santos. Sob a sua liderança assiste-se a uma viragem estratégica no negócio do Grupo, com a expansão para a indústria. Esta decisão deveu-se sobretudo ao fato de existir uma elevada escassez de diversos tipos de produtos alimentares, como a margarina por exemplo, durante a 2ª Guerra mundial. O primeiro investimento traduziu-se então na construção de uma fábrica de margarina e óleos alimentares, FIMA, sendo em 1949 consolidada numa *Joint-Venture*, com a Unilever, que perdura até aos dias de hoje também noutras marcas, como a Olá, Iglo ou a Lever.

Em 1968, Alexandre Soares dos Santos assume a liderança da JM numa época em que os resultados do Grupo provinham quase exclusivamente da área industrial. No entanto, tal como aconteceu na anterior sucessão, o novo líder trouxe consigo uma nova estratégia, sendo que neste caso o gestor defendia que o futuro da JM deveria passar pela construção de uma aposta e presença forte na distribuição moderna. Assim, cerca de uma década depois, em 1980, este pensamento foi materializado com a constituição da companhia de retalho Pingo Doce. Desta forma, nos anos seguintes, multiplicaram-se a um ritmo alucinante o número de lojas do Grupo, as parcerias com empresas do setor alimentar, bem como a entrada do Grupo no mercado grossista através da marca Recheio. A década de 80 do século passado fica então necessariamente marcada pelo enorme crescimento e expansão da JM na distribuição.

Na década seguinte (1990), o Grupo continuou com uma aposta forte de crescimento em Portugal com a abertura de novas lojas, introdução do conceito de marcas próprias e expansão para novas áreas de negócio quer na indústria quer nos serviços. No entanto, nos anos seguintes, gerou-se uma certa apreensão relativamente à evolução do setor da distribuição em Portugal, tendo a empresa repensado

as suas prioridades e modificou a sua estratégia. Assim, de 1995 a 2001, o Grupo JM faz uma forte aposta na sua internacionalização, começando por entrar no mercado grossista Polaco com a insígnia Eurocash. Partiu de seguida, para Inglaterra, onde adquiriu uma das mais prestigiadas cadeias de artigos de desporto do Reino Unido e, finalmente, entrou no mercado retalhista Polaco e Brasileiro. Na Polónia o Grupo adquiriu a cadeia de *hard discount* Biedronka e no Brasil, adquiriu a cadeia de supermercados SÉ, em São Paulo.

Os investimentos foram elevados mas nem todos obtiveram o impacto e retorno esperado, tendo estado o Grupo em sérias dificuldades no início do novo milénio. Os prejuízos surgiram e cresceram, juntamente com a dívida. Assim, em 2001, foi anunciado um plano de reestruturação financeira do Grupo, tendo sido alienados os negócios não rentáveis e fora do *core business* da JM, de forma a reduzir a exposição ao risco e o nível de endividamento.

O Grupo focou-se então apenas na distribuição em Portugal e na Polónia, bem como na continuação e reforço da parceria na indústria com a *Unilever*. A estrutura do Grupo fortaleceu-se e o regresso aos resultados positivos foi possível dois anos e meio após ter tido resultados negativos.

Assim, após um período de consolidação do processo de reestruturação e melhoria das operações, que durou até 2005, o Grupo entra numa nova etapa estratégica de crescimento. Em Portugal, foram consumadas novas parcerias na indústria e deu-se a abertura de dezenas de lojas Pingo Doce. Na Polónia, manteve-se o ritmo de grande expansão, como mostra a figura 2.1, onde é possível verificar um crescimento de 147% do número de lojas Pingo Doce e Biedronka entre 2005 e 2012 (FFMS, 2013; Jerónimo Martins, 2013b).

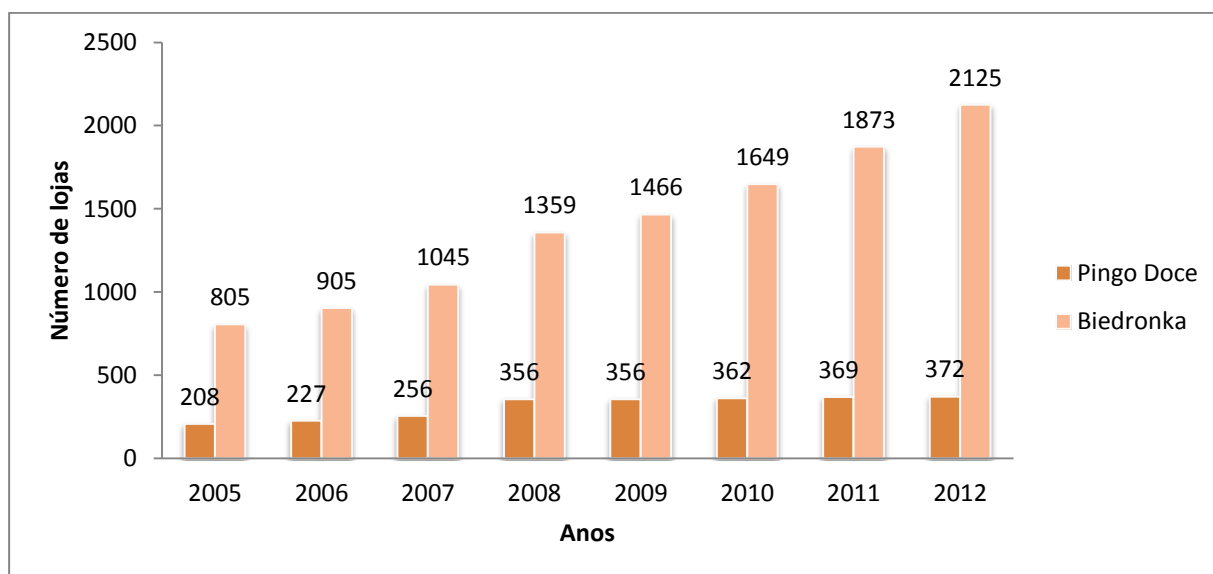


Figura 2.1 - Evolução do número de Lojas

Adaptado de: Jerónimo Martins (2013b) e Jerónimo Martins (2009)

Com uma estratégia bem definida, nomeadamente novas formas de comunicação, aposta na qualidade e constante investimento, o Grupo conseguiu crescer em média 16% ao ano na distribuição. Tal facto, contribuiu para que em 2012 o volume de vendas já ultrapassasse os 10 mil milhões de euros, como mostra a figura 2.2, onde é bem patente o crescimento referido (Jerónimo Martins, 2013b).

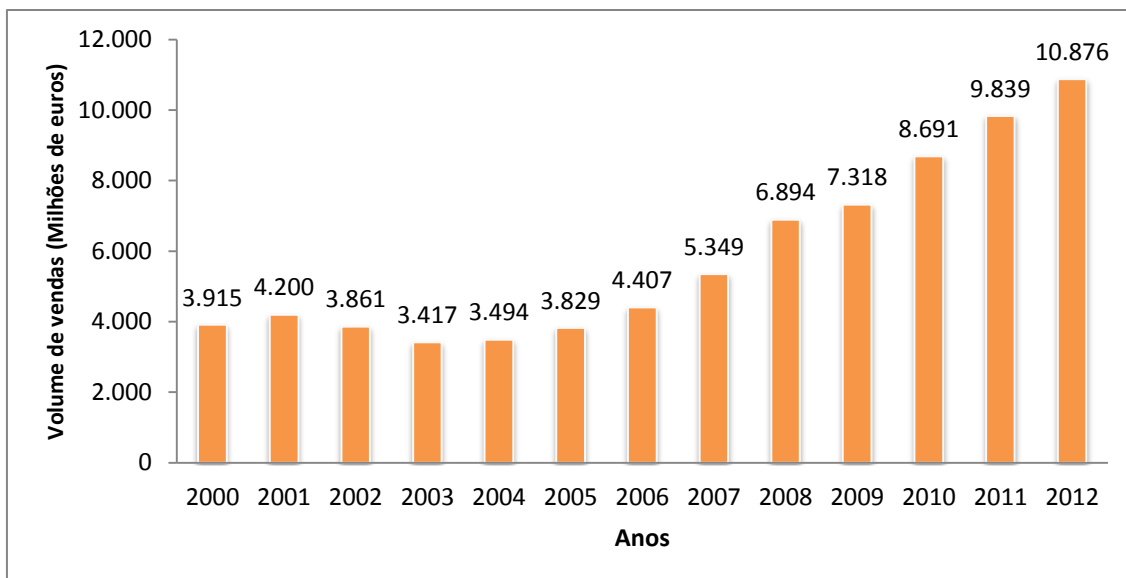


Figura 2.2 – Volume de vendas anual da JM

Adaptado de: Jerónimo Martins (2013b), Jerónimo Martins (2005) e Jerónimo Martins (2006)

Em 2013, com lideranças consolidadas em Portugal e na Polónia, iniciou-se um outro marco importante na história do Grupo, com a sua entrada numa terceira área geográfica: a Colômbia, país selecionado como próximo pilar na estratégia de internacionalização da JM na América do Sul (Jerónimo Martins, 2013a). Neste ano, ainda, a JM foi considerada 76ª maior retalhista do mundo num relatório elaborado para o setor pela consultora Deloitte (Deloitte, 2013).

Finalmente, é de salientar ainda como de fato a estrutura de negócios da empresa se modificou sob a liderança e estratégia de Alexandre Soares dos Santos uma vez que ao iniciar funções, praticamente todos os lucros provinham da Indústria que atualmente apenas representa 2,7% das receitas do Grupo, como mostra a figura 2.3 (Jerónimo Martins, 2013b).

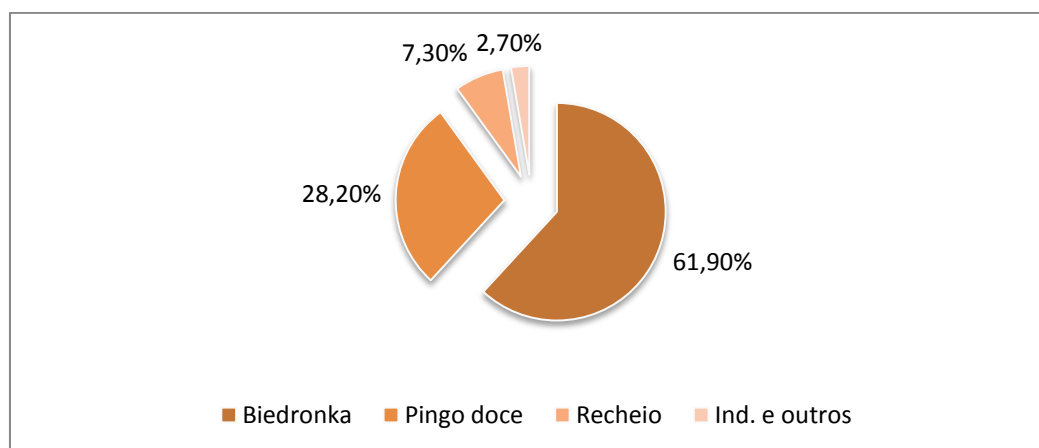


Figura 2.3 – Vendas por área de negócio em 2012

Adaptado de: Jerónimo Martins (2013b)

2.1.2 – Perfil de negócios

Atualmente o Grupo JM opera em Portugal, na Polónia e Colômbia, nos setores da Distribuição, Indústria e Serviços, tal como apresenta a figura 2.4.



Figura 2.4 – Estrutura de negócios do Grupo

Adaptado de: Jerónimo Martins (2013b)

Em Portugal, a JM é líder na distribuição alimentar, quer em volume de negócios, quer em área de venda nos formatos supermercado e *Cash & Carries*, tendo atingido em 2012 uma faturação de 3.875 milhões de euros sob as insígnias Pingo Doce e Recheio (Jerónimo Martins, 2013b).

O Pingo Doce é formado por uma cadeia de 363 supermercados em Portugal Continental e 13 nas ilhas que se assume como uma referência de qualidade e inovação na distribuição moderna. Uma das maiores apostas de diferenciação nos últimos anos (figura 2.5) tem sido a marca própria, não só na vertente óbvia do preço, mas também na qualidade dos produtos. O *feedback* do consumidor tem sido bem esclarecedor, uma vez que em 2012, a marca própria possuiu um peso de 42% nas vendas do Pingo Doce (Jerónimo Martins, 2013b). Outros pilares de diferenciação têm sido nomeadamente i) a proximidade das lojas ii) o aumento da qualidade dos perecíveis iii) produtos *meal solutions* iv) políticas de preço adaptadas às necessidades dos consumidores e v) promessa de uma experiência de compra e ambiente de loja únicos, com mais de 5 500 referências de produtos (Jerónimo Martins, 2012).



Figura 2.5 – Pilares de diferenciação Pingo Doce

Fonte: Jerónimo Martins (2012)

Por sua vez, sob a insígnia Recheio, o Grupo JM possui 36 *cash & carries* com mais de 16 000 referências, sendo o operador com maior cobertura geográfica nacional. Neste segmento, pretende-se contribuir para o reforço da competitividade e rentabilidade dos negócios dos clientes do retalho tradicional e do canal HoReCa (Hotéis, Restaurantes e Cafés) (Jerónimo Martins, 2013b). Assim, também no Recheio, os pilares de diferenciação assentam no preço, nos frescos, nas marcas próprias de qualidade e na relação de confiança com os clientes (figura 2.6) (Jerónimo Martins, 2012).



Figura 2.6 – Pilares de diferenciação Recheio

Fonte: Jerónimo Martins (2012)

Ainda em Portugal, o Grupo tem desenvolvido novos projetos complementares ao Retalho Alimentar, nomeadamente, as “Refeições no Sítio do Costume”, áreas de restauração e *Take Away* e rede de postos de abastecimento de combustível. Também em Lojas Bem-estar, foi realizado um investimento em lojas de vestuário para adulto e criança sob a insígnia *New Code*, e de sapatos e acessórios, sob a insígnia *spot* (Jerónimo Martins, 2013b).

Na indústria, a JM é o maior Grupo industrial de bens de grande consumo em Portugal, através das suas participações na Unilever Jerónimo Martins (45%) e Gallo Worldwide (45%). A primeira está presente nas áreas alimentar, de cuidado pessoal, higiene doméstica e de consumo fora de casa, mantendo as posições de liderança nos mercados de margarinas, chá frio, gelados e detergentes para roupa, entre muitos outros. A segunda, a operar o negócio de azeites e óleos vegetais, vendeu em 2012 para 30 países, incluindo Portugal, tornando-se a 3ª maior marca de azeite do mundo (Jerónimo Martins, 2013b).

A nível de serviços, o Grupo possui vários negócios. A Jerónimo Martins Distribuição (JMD) representa marcas internacionais de produtos alimentares, através da *Caterplus* e de cosmética, através da parceria com o Grupo *Puig*. Existe também uma cadeia de retalho especializada na comercialização de chocolates e confeitaria, com 25 lojas no final de 2012. Finalmente existe a Jerónimo Martins Restauração e Serviços (JMRS) que se dedica ao desenvolvimento de projetos no setor da restauração. Inclui a cadeia de quiosques e cafetarias Jeronymo, com 17 pontos de venda, cadeia de geladarias Olá, com 34 lojas e o restaurante *Jeronymo Food with Friends*, conceito renovado em 2012 (Jerónimo Martins, 2013b).

Na Polónia, a Biedronka é a maior cadeia de supermercados com liderança destacada, contando com 2125 lojas em todo o país. Em 2012, a Biedronka foi responsável por um volume de vendas de 6.731

milhões de euros, em cerca de 1,1 mil milhões de atos de compra registados. O posicionamento da Biedronka alia a qualidade do sortido, à proximidade e o bom ambiente de loja com a prática de preço *everyday low price* e pequeno sortido de artigos, com apenas 900 referências (Jerónimo Martins, 2013b).

Também na Polónia, o Grupo opera uma rede de farmácias, a Apteka Na Zdrowie desde Dezembro de 2011, contando no final de 2012 já com 36 lojas localizadas na proximidade de lojas Biedronka. Em Maio de 2011, iniciou-se um novo projeto no setor das *drugstores*, sob a insígnia Hebe, que conta já com 32 lojas (Jerónimo Martins, 2013b)

Na Colômbia, a JM tem um investimento previsto de 100 milhões de euros, para 2013, com o objetivo de inaugurar 40 lojas sob a nova insígnia Ara até final do ano. O compromisso da Ara é o de oferecer aos consumidores produtos de qualidade, incluindo uma gama de artigos de marca própria, a preços estáveis e muito competitivos (Jerónimo Martins, 2013a).

2.1.3 – Logística em Portugal

A logística representa um pilar crucial para a JM, uma vez que corresponde à principal atividade no negócio da distribuição. Assim, pode-se depreender que uma gestão eficiente da cadeia de abastecimento e de todos os processos logísticos a si inerentes são determinantes para que a empresa possa ser competitiva no seu negócio.

Para a coordenação da Logística da empresa foi criada a Jerónimo Martins Retalho (JMR), responsável pela área de gestão que visa garantir que os pedidos efetuados pelas lojas aos armazéns são entregues na loja certa, com os artigos certos, nas quantidades certas, nas condições certas e no horizonte temporal estabelecido. Assim, a JMR é responsável por inúmeras atividades que vão desde a negociação com fornecedores, à gestão de armazenagem e de transportes. No entanto, apesar da importância da Logística na criação de valor em termos de tempo e lugar, todas as atividades a si inerentes não acrescentam diretamente valor aos artigos, podendo pelo contrário, retirar-lhes. Com isto, é crucial que a Logística possa ser rápida e ágil o suficiente de modo a que possa responder às exigências cada vez maiores que lhe são colocadas, procurando simultaneamente garantir o melhor nível de serviço ao menor custo total possível, contribuindo assim para o aumento da competitividade da empresa.

Desta forma, a JMR definiu como sua missão os seguintes pontos (Jerónimo Martins, 2013e):

- Ser um elo de ligação eficiente entre os fornecedores e os clientes, gerindo os *trade-offs* tempo, custo e qualidade.
- Satisfazer os níveis de serviço acordados com as lojas de forma económica, sustentando assim as estratégias de inovação do negócio.
- Contribuir para a criação de vantagens competitivas fornecendo um serviço baseado na flexibilidade, agilidade, adaptabilidade e melhoria contínua.
- Gerar o retorno correto das atividades logísticas, contribuindo positivamente para a criação de valor

Tal como referido anteriormente, nos últimos anos existiu um grande crescimento no número de lojas e no volume de vendas da empresa na distribuição em Portugal. Tal facto, repercutiu-se inevitavelmente no aumento do volume de trabalho para a logística, tendo-se verificado um crescimento de mais de 45% dos volumes ou caixas preparadas entre 2008 e 2012. Além disso, a recente alteração da estratégia de preços da insígnia Pingo Doce de *every day low price* para a

introdução de variadíssimas campanhas de promoções, veio dificultar o trabalho da logística, uma vez que não existe a mesma estabilidade nos pedidos que são efetuados aos armazéns.

De modo a responder às exigências que são cada vez maiores têm sido melhorados e reestruturados diversos processos logísticos, de montante a jusante, da cadeia de abastecimento. Os armazéns, como atores da cadeia de abastecimento, têm um papel preponderante na gestão económica da cadeia de abastecimento e, por conseguinte, nas organizações/empresas que a constituem. Neste âmbito, pode-se verificar que a produtividade nos mesmos aumentou 34% no período entre 2008 e 2012, o que espelha o retorno positivo da reestruturação dos processos logísticos. A métrica utilizada para quantificar a produtividade, consiste no quociente entre o número de caixas executadas e o número de horas trabalhadas por todos os operadores de armazém e estrutura administrativa (sendo denominada por produtividade *All in*). Será apresentada com maior detalhe na secção 2.1.3.5.

Desta forma, foi possível à JMR aumentar a sua capacidade de resposta, conseguindo prestar um melhor nível de serviço às lojas, sendo expectável que a produtividade nos armazéns continue a aumentar nos próximos anos, dada a constante procura pela melhoria e inovação dos processos logísticos.

2.1.3.1 – Cadeia de abastecimento

A entidade que desencadeia todas as atividades logísticas na cadeia de abastecimento da JM é o consumidor final que, ao adquirir os produtos nas lojas Pingo Doce ou Recheio, faz com que as mesmas desencadeiem encomendas aos armazéns e estes, por sua vez, aos seus fornecedores. Assim, uma vez que as vendas nas lojas puxam toda a distribuição, pode-se referir que a gestão da cadeia de abastecimento é feita com base no sistema *pull*. No entanto, é de notar que em alguns tipos de artigos, onde o fornecedor, por exemplo, possui limitações no abastecimento, é necessário que seja antecipada a procura e que sejam constituídos *stocks* em armazém para que a capacidade de resposta às lojas não seja comprometida. Além disso, são constituídos *stocks* no armazém quando se pretende obter economias de escala na compra, adquirindo-se elevadas quantidades do artigo.

Assim, com base nas vendas e respetivas previsões, as lojas colocam encomendas aos armazéns sendo normalmente correspondidas com um prazo de entrega (*lead time*) não superior a 24 horas. Desta forma, é possível responder rapidamente a flutuações da procura, não sendo necessário que as lojas constituam grandes quantidades de *stock*. Por sua vez, com base na previsão das encomendas das lojas e nos *stocks* existentes, são colocadas encomendas aos fornecedores com vista a satisfazer, desta vez, as necessidades dos armazéns. Pode-se depreender então que o consumidor final, as lojas, os centros de distribuição e os fornecedores são as entidades que constituem a cadeia de abastecimento.

A gestão das relações entre as diversas entidades referidas é da responsabilidade do departamento do *Supply Chain*. Ao se integrar esta responsabilidade num só departamento, é possível gerir a cadeia de abastecimento como um todo, em vez de um conjunto de entidades distintas, permitindo um aumento da visibilidade da cadeia de abastecimento de montante a jusante, o que permite uma gestão muito mais eficaz e eficiente. Deste modo, as principais tarefas do *Supply Chain* são sobretudo a recolha e análise de informação referente às lojas e armazéns e a gestão de fornecedores. Ou seja, consoante a informação recolhida das lojas e armazéns, o *Supply chain* cria as especificidades que o fornecedor necessita de cumprir, coloca-lhe encomendas e monitoriza o cumprimento dos parâmetros pré-estabelecidos. Por sua vez, é o departamento comercial ou *sourcing* que, consoante as especificações criadas, negocia com os fornecedores.

A figura 2.7, apresenta esquematicamente a cadeia de abastecimento genérica da JM, bem como os fluxos de informação e de material envolvidos.



Figura 2.7 – Cadeia de abastecimento da JM

2.1.3.2 – Sistemas de informação

Os sistemas de informação utilizados pela JM são cruciais para que na gestão da cadeia de abastecimento possa existir um fluxo de informação dentro e entre as diversas entidades que a constituem. Assim, será possível responder de uma forma ágil, rápida e coordenada às necessidades que toda a operação exige. Nos últimos anos, tem sido uma área bastante desenvolvida, sendo que os sistemas presentes na figura 2.8, são os atualmente utilizados pela empresa.

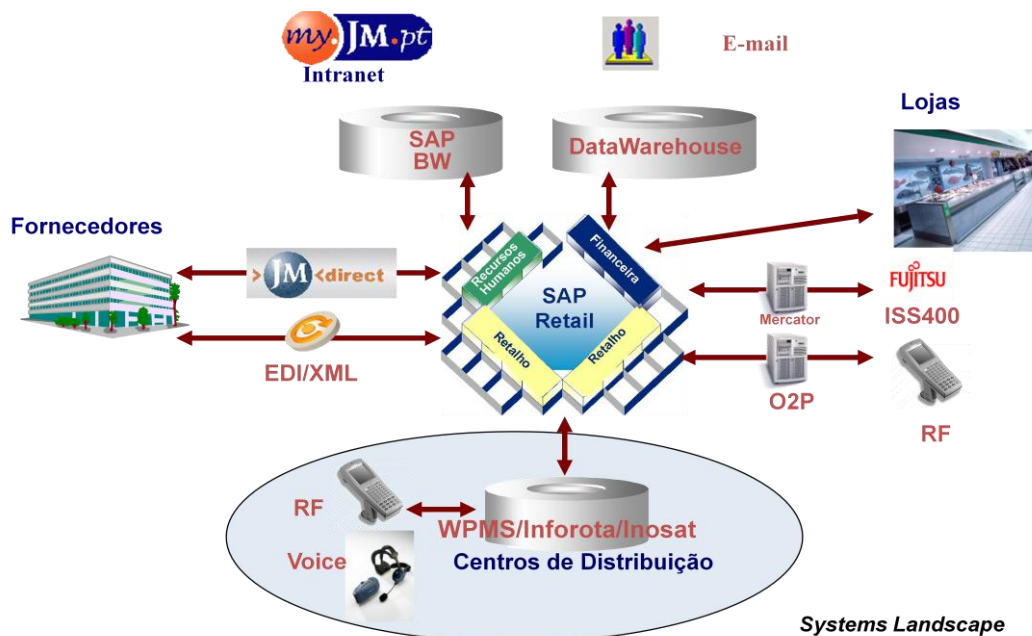


Figura 2.8 – Sistemas de informação utilizados

Fonte: Jerónimo Martins (2013c)

O SAP Retail assume-se como uma ferramenta crucial, uma vez que é responsável por suportar e interligar toda a atividade de distribuição. Nas lojas, a gestão é feita utilizando o software Fujitsu ISS400. O JM direct é numa plataforma que permite a comunicação com o fornecedor pois facultar-lhe em tempo real informação comercial, financeira e logística. Com esta plataforma é possível ao fornecedor ter acesso aos stocks e vendas dos seus produtos em cada loja do Grupo. Os sistemas Inforota e no Inosat são utilizados pelo departamento de transportes, pois dão apoio a toda a operação

de transporte, desde o planeamento de rotas à monitorização de toda a atividade de transporte. Existem também diversas plataformas que permitem a comunicação entre os diversos intervenientes dentro da empresa, como é o caso do Portal *MyJM*.

Nos armazéns é utilizado o *software* WPMS (*Warehouse Physical Management System*) que apoia praticamente a totalidade das tarefas que aí decorrem, tendo sido o sistema de informação com que se teve maior contacto ao longo do trabalho realizado.

Uma das principais atividades proporcionadas pelo sistema é a transferência dos pedidos das lojas que se encontram acumulados em SAP para o sistema WPMS (tipicamente intitulado de gerar a onda). Já no sistema WPMS, os pedidos são separados por diversas unidades de trabalho de execução, tendo em conta diversos critérios, e são criadas as unidades de trabalho necessárias para se poder dar resposta aos pedidos.

O sistema WPMS é também responsável pela gestão das tarefas dos operadores, atribuindo cada tarefa de acordo com a função de cada operador e a prioridade de cada tarefa na operação. Além disso, é uma ferramenta crucial no auxílio e suporte na realização das tarefas dos operadores ao permitir guiá-los nas suas tarefas, realizar consultas de informação, entre outros. Existem dois tipos de tecnologias nos armazéns que permitem interagir com o sistema WPMS: a rádio frequência (RF), através do *Pocket PC*, e a tecnologia *Voice*. Na RF, os operadores transportam consigo um *Pocket PC* que permite proceder à leitura do código de barras de uma etiqueta relativa a um contentor ou a uma localização, necessária à realização de diversas tarefas. Na tecnologia *Voice*, todas as instruções são fornecidas e recebidas por voz. Esta tecnologia não é, no entanto, tão abrangente quanto a RF uma vez que apenas está associada ao *picking*.

Outra importante função do sistema WPMS a salientar é o de permitir o rastreamento dos artigos em armazém, através do registo e gestão dos *inputs* dados pelos operadores nas diversas atividades. Assim, sempre que é recebida mercadoria, são movimentados contentores, é efetuado o *picking*, é expedida mercadoria, entre outros, são transmitidas informações ao sistema, permitindo uma monitorização em tempo real de toda a atividade no armazém, bem como ganhos de eficiência decorrentes da prevenção de erros e da melhoria das diferentes tarefas a realizar.

2.1.3.3 – Transportes

O departamento de transportes é responsável pela movimentação das encomendas preparadas nos centros de distribuição até aos 418 pontos de entrega existentes. Na tabela 2.1, é possível verificar os diversos pontos de entrega por insígnia e por área geográfica, sendo a insígnia Pingo Doce responsável pela maioria.

Tabela 2.1 – Pontos de entrega por insígnia, área e região

| Insígnia/Área | Região Norte | Região Sul | Total |
|-------------------|--------------|------------|-------|
| Pingo Doce | 142 | 221 | 363 |
| Recheio | 15 | 24 | 39 |
| Madeira | 0 | 13 | 13 |
| Cozinha | 2 | 1 | 3 |
| Total: | 159 | 259 | 418 |

Adaptado de: Jerónimo Martins (2013c)

Nos transportes, através de um planeamento adequado e de uma colaboração estreita entre as entidades armazém e loja, pretende-se colocar os produtos no seu destino na condição e *time-table* planeados.

Desta forma, é uma das áreas mais importantes na logística e cadeia de abastecimento do Grupo, na medida em que as suas atividades influenciam significativamente as operações tanto nas lojas como nos próprios centros de distribuição. Dado que se trata de uma atividade que acarreta enormes custos para o Grupo, deve ser gerida da forma eficiente de modo a minimizar o seu impacto nos resultados financeiros da logística.

As viaturas responsáveis pelo transporte são ainda utilizadas na logística inversa entre armazéns e pontos de entrega, isto é, no retorno das unidades de carga das lojas e nas devoluções para os fornecedores. Além disso, é ainda utilizada a prática do *backhauling* em que as viaturas, ao invés de regressarem vazias das lojas, quando fazem as entregas às lojas, carregam a mercadoria de uma encomenda colocada a um fornecedor rentabilizando-se, desta forma, a viagem efetuada.

Em Portugal, os modos de transportes utilizados são o marítimo e o rodoviário, sendo o marítimo utilizado no transporte de mercadorias do centro de distribuição para as lojas da ilha da Madeira. O transporte para as restantes lojas é realizado por modo rodoviário. No transporte rodoviário, a JM colabora com várias transportadoras (em regime de subcontratação), de forma a diversificar o seu leque de soluções de transporte. No entanto, a JM também possui frota própria, tendo sido criada a ZÁS em parceria com a TFS, que é responsável por grande parte do serviço de transportes. Assim, tem-se um maior conhecimento associado à atividade do transporte, o que permitirá um maior controlo e melhoria das operações.

2.1.3.4 – Centros de distribuição

A JM definiu uma estratégia de centralização dos centros de distribuição dividida em duas zonas: Zona Norte e Zona Sul. Desta forma, o abastecimento das lojas é feito consoante a zona geográfica a que pertencem, estando a fronteira entre ambas representada na figura 2.9. Para Norte dos distritos de Coimbra, Viseu e Guarda inclusive, o abastecimento das lojas é da responsabilidade de três centros de distribuição localizados na Zona Norte, nomeadamente, os centros de distribuição de Guardedeiras, Vila do Conde e Laúndos. O abastecimento das lojas localizadas tanto a sul da fronteira como na ilha da Madeira é da responsabilidade de três centros de distribuição localizados na Zona Sul, nomeadamente, os centros de distribuição de Azambuja, Vila Nova da Rainha, Alcochete e MARL.



Figura 2.9 – Rede Logística da Jerónimo Martins

Adaptado de: Jerónimo Martins (2013c)

Os centros de distribuição são constituídos por um ou mais armazéns que possuem características específicas a nível de instalações, política de gestão de *stocks* e processamento de pedidos, dependendo essencialmente do tipo de artigos a que se destinam e do nível de serviço do fornecedor.

Para os produtos perecíveis, que se caracterizam pela sua rápida deterioração, são necessárias condições específicas de climatização de forma a conservar os produtos durante o período de tempo em que se encontram no armazém. Desta forma, artigos perecíveis com características de conservação semelhantes foram agrupados em diferentes armazéns: a) Congelados, b) Frutas e Legumes, c) Frescos e d) Peixe. Nestes armazéns, é aplicada a filosofia *Just in time* (JIT), com base no sistema *pull*, que se caracteriza pela inexistência de *stock*, dado que a mercadoria recebida num dia, é expedida na totalidade nesse mesmo dia. Para que este sistema funcione adequadamente é crucial uma parceria com os fornecedores que diariamente providenciam os produtos nas quantidades estritamente necessárias para satisfazer as encomendas efetuadas pelas lojas. Para este tipo de artigos, o *lead time* entre os fornecedores e o consumidor final é muito curto para poder garantir a máxima qualidade e frescura, reduzindo-se simultaneamente as quebras que poderão decorrer. A preparação dos pedidos das lojas é efetuada conforme os fornecedores vão entregando a mercadoria, sendo que a sua ordem de chegada, previamente estabelecida, visa a obtenção de uma boa paletização. Isto é, os fornecedores com artigos mais pesados são os primeiros a entregar, para os seus artigos estarem na base da construção da unidade de carga que será enviada às lojas, e os fornecedores com artigos mais leves são os últimos a entregar. Os artigos, ao serem recebidos, são imediatamente distribuídos pelas localizações específicas no *layout* do armazém (*Picking by line*) relativas a cada loja.

Com vista a reduzir a quantidade de *stocks* e a aumentar a eficiência da cadeia de abastecimento, foi também implementado o sistema JIT aos artigos não-perecíveis em armazéns somente para esse efeito. Nestes armazéns é também comum a prática de *Cross-docking*, que consiste na preparação das encomendas de cada loja logo no fornecedor, não necessitando o artigo de ser executado. Assim, é simplificado o conjunto de tarefas da responsabilidade do armazém que, neste caso, necessita apenas de receber a mercadoria, conferi-la e consolidá-la no transporte respetivo.

No entanto, existem situações em que é vantajoso para a empresa constituir *stocks* de artigos não-perecíveis, como por exemplo, nos casos em que os fornecedores não possuem condições para cumprir o nível de serviço definido e que é imprescindível numa filosofia JIT ou quando se pretende obter economias de escala na compra de grandes quantidades.

De salientar ainda que, dadas as restrições quer da capacidade quer da localização geográfica dos diferentes centros de distribuição, existem trocas de mercadoria entre os armazéns da JM (*transshipment*). Por exemplo, o armazém Ambiente *Stock* da Azambuja funciona como fornecedor de artigos de baixa rotatividade (*slow-movers*) do armazém JIT de Laúndos e como fornecedor do mesmo tipo de artigos do armazém Ambiente de *Stock* de Alcochete em sistema *Cross-docking*. A figura 2.9, permite uma visão geográfica dos centros de distribuição e a respetiva tipologia dos armazéns que os constituem.

2.1.3.5 – Medidas de desempenho dos armazéns

Para monitorizar e avaliar o desempenho dos armazéns da JM, são utilizadas algumas medidas de desempenho (KPI's - *Key Performance Indicators*). As medidas de desempenho utilizadas permitem transmitir à operação dos armazéns os objetivos definidos pela gestão, permitindo orientar as ações que devem ser tomadas para que seja possível alcançá-los.

O KPI de referência para os armazéns da logística é o Produtividade *All in*, que avalia a quantidade de trabalho realizado por unidade de tempo, isto é, o rácio entre o *output* do armazém ou caixas

executadas, e os respetivos *input* ou total de horas trabalhadas. Nas horas trabalhadas são consideradas as horas trabalhadas pelos caixeiros, operadores, supervisores e restante equipa administrativa.

Uma outra medida de desempenho é o número de caixas expedidas por palete. Este KPI permite à gestão analisar o quanto a carga que segue para as lojas está otimizada. Quanto maior for o número de caixas expedidas por palete, mais otimizada é a carga.

Como se pretende minimizar o custo logístico total, as medidas de desempenho associadas ao custo revelam-se bastante importantes. Para isso, são também utilizadas métricas que permitem analisar o impacto unitário, em média, do custo logístico inerente à movimentação de cada caixa ou palete movimentada.

Existem ainda medidas de desempenho que permitem avaliar a qualidade das operações realizadas no armazém, nomeadamente, a percentagem de reclamações feitas pelas lojas (quantas mais reclamações existirem, pior será o serviço prestado pelo armazém e vice-versa) e a percentagem de mercadoria conferida (que permite avaliar a qualidade do serviço do armazém, uma vez que quantas mais encomendas forem conferidas, maior número de erros poderão ser detetados). Dentro das conferências que são realizadas, a percentagem de erros que é identificada constitui também uma medida de desempenho. Por último, é também contabilizado o valor monetário das quebras ocorridas no armazém, sendo que quanto menor este valor, melhor será o desempenho do armazém.

A tabela 2.2 apresenta algumas das medidas de desempenho utilizadas e as respetivas métricas.

Tabela 2.2 – Medidas de desempenho e métricas utilizadas nos armazéns

| Medidas de desempenho | Métrica utilizada |
|--|---|
| Produtividade <i>All in</i> por caixa | $\frac{\text{Número total de caixas executadas}}{\text{Número total horas trabalhadas}}$ |
| Produtividade <i>All in</i> por palete | $\frac{\text{Número total paletes executadas}}{\text{Número total horas trabalhadas}}$ |
| Caixas expedidas por palete | $\frac{\text{Número de caixas expedidas}}{\text{Número de paletes expedidas}}$ |
| Custo por caixa movimentada | $\frac{\text{Custo total}}{\text{Número de caixas expedidas}}$ |
| Custo por caixa movimentada sem custo de transporte | $\frac{\text{Custo total sem transportes}}{\text{Número de caixas expedidas}}$ |
| Custo por palete movimentada | $\frac{\text{Custo total}}{\text{Número de paletes movimentadas}}$ |
| % de Reclamações por caixa | $\frac{\text{Número de reclamações recebidas}}{\text{Número de caixas expedidas}} \times 100$ |
| % de mercadoria conferida | $\frac{\text{Número de caixas conferidas}}{\text{Número de caixas expedidas}} \times 100$ |
| % de erros cometidos identificados | $\frac{\text{Número de erros identificados na conferência}}{\text{Número de caixas conferidas}} \times 100$ |
| Quebra | <i>Valor monetário de artigos danificados que não podem ser entregues</i> |

Existem, também, medidas de desempenho individuais inerentes a cada tipo de operador, existindo basicamente dois métodos de avaliação nestes casos, nomeadamente, o trabalho executado por hora trabalhada ou simplesmente uma meta diária a atingir. No primeiro caso, o prémio é definido de acordo com o escalão de produtividade em que o operador se encontra, no segundo caso, os operadores são compensados com o rácio entre o número de dias em que a meta foi atingida com o número de dias trabalhados.

Neste seção foi apresentado o Grupo JM, nomeadamente a sua história, perfil de negócios e logística em Portugal. Por sua vez, no ponto 2.2 pretende-se apresentar o armazém de produtos não-perecíveis da Azambuja e as operações que aí decorrem.

2.2 – Armazém de produtos não-perecíveis – Azambuja

O Armazém 5401, pertencente ao centro de distribuição da Azambuja, também denominado de não-perecíveis ou ambiente *stock*, funciona 24h por dia, empregando atualmente sensivelmente 180 pessoas responsáveis por preparar diariamente, em média, 75.000 caixas que são enviadas para as lojas Pingo Doce localizadas no sul do país e na ilha da Madeira.

O armazém 5401 é o maior armazém da JM em Portugal, com uma área de 24 000 m², que alberga artigos que apresentam longos prazos de validade. Tem como principal objetivo a constituição de *stocks* e a preparação de encomendas para as lojas. É pois, uma entidade da cadeia que fica num nível intermédio entre os fornecedores e as lojas, sendo que ao constituir *stock*, torna-se independente o abastecimento das lojas da entrega do fornecedor.

Em termos de *KPI's* de 2012 relativamente a 2011, verifica-se que a generalidade das métricas melhorou significativamente, sendo apenas de salientar duas métricas que registaram piores resultados, nomeadamente a percentagem de mercadoria conferida e a percentagem de reclamações por caixa, como mostra a tabela 2.3. A redução de 2% de mercadoria conferida indica uma redução na qualidade do serviço prestado às lojas, que de certa forma se reflete no aumento das reclamações efetuadas pelas mesmas em 16%.

Tabela 2.3 – Evolução das medidas de desempenho do Armazém 5401

| Medidas de desempenho | Diferença 2011-2012 (%) |
|--|--------------------------------|
| Produtividade <i>All in</i> por caixa | 6% |
| Caixas expedidas por palete | 2% |
| Custo por caixa movimentada | -2% |
| Custo por caixa movimentada sem custo de transporte | -4% |
| % de Reclamações por caixa | 16% |
| % de mercadoria conferida | - 2% |
| % de erros cometidos identificados | -54% |
| Quebra | -62% |

O armazém alberga em média 2500 referências de artigos não-perecíveis de mercearia, bebidas, detergentes, produtos de higiene e bazar. A maioria das referências corresponde a artigos de marca própria. Neste caso, sendo crucial a compra em grandes quantidades, de forma a obter economias de

escala, são constituídos *stocks*. Além disso, o fornecedor deste tipo de artigos e mesmo de artigos de marca de indústria por vezes não possui capacidade para cumprir o nível de serviço exigente que está associado à filosofia JIT, havendo necessidade de possuir *stock*. Neste armazém existe um elevado número de artigos *slow-movers* (artigos que possuem uma taxa de saída bastante reduzida), alguns dos quais existentes apenas neste armazém. Para estes artigos em concreto o armazém 5401 é o fornecedor de outros armazéns do Grupo (*transshipment*).

Para conhecer melhor o comportamento dos artigos que se encontram em armazém, é realizada uma análise ABC mensal. A análise é realizada com base na taxa de saída de caixas dos artigos, sendo que os mesmos são divididos nas diferentes classes de acordo com a interceção entre a curva da percentagem acumulada de saída de artigos com a reta de regressão da mesma. A figura 2.10 apresenta a análise realizada com base no mês de Março de 2013. Pode-se constatar que 15% dos artigos são classificados de A, correspondentes a 353 artigos, também denominados por *fast-movers*, sendo responsáveis por 68% do volume de caixas que saíram do armazém. Cerca de 59%, correspondentes a 1361 artigos, são classificados de B, representando uma percentagem de saídas na ordem dos 31%. Finalmente, os artigos de classe C, também denominados por *slow-movers*, correspondem a 598 artigos, cerca de 26% do total, representando apenas 1% das saídas do armazém 5401.

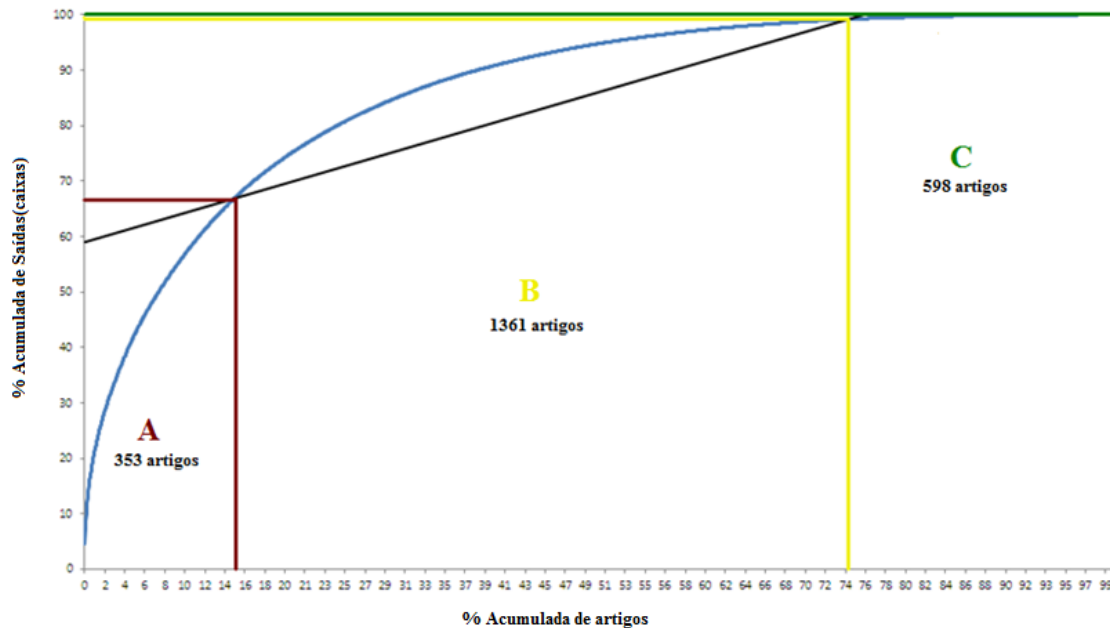


Figura 2.10 – Análise ABC referente ao mês de Março de 2013

Assim, a gestão dispõe de uma ferramenta que permite classificar os diferentes artigos em termos de rotatividade, servindo de suporte para a tomada de diversas decisões na gestão do armazém, nomeadamente a localização e a definição do número de frentes de cada artigo.

No sistema de armazenagem é utilizado o *rack* convencional (figura 2.11) que permite o acesso direto e unitário a cada *slot* (localização) onde são arrumados os produtos paletizados até 2 metros de altura, normalmente em cinco níveis diferentes. Os *racks* estão colocados perpendicularmente ao cais, estando divididos por corredores paralelos entre si, cada um dos quais constituído por um conjunto de bastidores com capacidade para 3 *slots* em cada nível. Cada corredor possui um sentido de circulação que os caixeiros devem respeitar, ao contrário dos *Letdown's*, que podem circular livremente.



Figura 2.11 – Sistema de armazenagem do Armazém 5401

Cada *slot* do armazém, onde é alocada mercadoria, possui um código único de localização. Deste modo, sempre que um contentor é alocado a um espaço é-lhe associado o respetivo código, permitindo desta forma que o sistema rastreie toda a mercadoria dentro do armazém. O código de localização é constituído por 7 dígitos, que refletem a localização pretendida. Os primeiros dois dígitos correspondem ao número do corredor da localização, que no caso do armazém 5401, poderá ir do 01 ao 60. Os três dígitos seguintes correspondem à localização do bastidor no corredor, sendo que normalmente os número pares encontram-se do lado direito do corredor e os ímpares no lado esquerdo do corredor. Neste caso, os três dígitos encontram-se entre o 011 e o 063, seguindo por ordem crescente segundo o sentido do corredor. O penúltimo dígito corresponde ao espaço do contentor dentro do bastidor, correspondendo o número 1 ao primeiro *slot* no sentido do corredor, o número 2 ao que está a meio e o último ao número 3. Finalmente, o último dígito do código corresponde ao nível de altura em que se localiza o *slot*. Neste caso, o número 1 corresponde à altura de *picking*, e de seguida existem os níveis A, B, C e D, por ordem crescente de altura, destinados ao *stock* de reserva.

Na figura 2.12, apresenta-se um exemplo de uma etiqueta de um espaço de *picking*, com o respetivo código de localização. O *picking* do artigo 629663 localiza-se no corredor 17, no bastidor 12, no *slot* mais distante do bastidor no sentido do corredor (3), na altura de *picking* (1). Além disso, existem outras informações relativamente ao artigo como o código de barras, o código breve da localização, a descrição do artigo e a respetiva paletização. O código breve consiste num código que apenas é utilizado no *picking* pela tecnologia *Voice* de modo a que seja mais curta a comunicação de voz entre o operador e o sistema. A paletização indica qual o número de artigos por cada nível (*lastro*), o número de níveis de altura, e o número de artigos em cada caixa.



Figura 2.12 – Exemplo de uma etiqueta de localização de um espaço destinado ao *picking*

No armazém 5401 é de referir que as localizações dos artigos no *picking* são fixas, servindo ainda como localização de referência para a arrumação do *stock* de reserva dos respetivos artigos, que é dinâmica nos níveis superiores.

A gestão das localizações destinadas ao *picking* revela-se extremamente importante para a gestão, uma vez que se encontra correlacionada com a eficiência e eficácia do *picking*, na medida em que uma gestão dos espaços de *picking* está correlacionada com uma redução das distâncias a percorrer pelos caixeiros. Para isso, é necessário avaliar diversas características, sendo a mais importante a taxa de rotatividade dos artigos, devendo os de maior rotatividade terem uma localização mais próxima da zona de expedição. A taxa de rotatividade também é importante na gestão do número de frentes de cada artigo, sendo que quanto maior for a rotatividade, maior deve ser o número de frentes do artigo de modo a reduzir a frequência com que é necessário realizar abaixamento e o número de ocorrências de zeros (casos em que o caixeiro não dispõe do número de caixas necessárias no *picking* para satisfazer o pedido de um artigo), aumentando-se assim a eficiência do *picking*. Em termos de eficácia, pretende-se obter uma boa paletização no momento do *picking*, isto é, que as paletes construídas sejam estáveis com os artigos mais pesados na base e os mais leves em cima. Para isso, é necessário que no início de cada área e corredor estejam os artigos mais pesados e suscetíveis de formar uma boa base na paleta e só depois os artigos mais leves. Por outro lado, artigos com caixas semelhantes não devem ser colocados muito próximos para evitar a ocorrência de erros por parte dos caixeiros.

Por razões de segurança alimentar, não é permitido fazer a armazenagem de determinados produtos na mesma zona, como por exemplo, detergentes e leite. Desta forma, o *layout* do armazém encontra-se dividido em duas áreas, zona alimentar e zona não alimentar, realizando-se o *picking* por zona, ou seja, a preparação de encomendas nestas áreas ocorre separadamente.

Em cada uma das duas zonas existem outras áreas específicas, nomeadamente:

- Os corredores 1, 2, 4 e 6 constituem uma zona em que apenas se realiza *picking* nas campanhas sazonais, como a Páscoa ou o Natal, o que facilita a organização, arrumação e *picking* desse tipo de produtos.
- Nos corredores 8 e 10, estão os artigos que são apenas executados para as lojas classificadas de grandes superfícies.
- Por sua vez, nos corredores 24, 26 e 50, está parte dos *slow-movers* do armazém, onde o *picking* é realizado a dois níveis, permitindo assim reduzir a distância percorrida pelos caixeiros.
- Finalmente, numa parte do corredor 29 encontra-se o *stock* de artigos com valor unitário elevado.

De salientar ainda que, apesar da existência das zonas referidas, a arrumação do *stock* de reserva é dinâmica quer na zona alimentar, quer na zona não-alimentar.

Alguns artigos, devido à sua elevada taxa de rotação, são enviados para as lojas apenas em paleta completa ou meia, em vez de serem enviados por caixas juntamente com outros artigos em paletes mistas, preparadas pelos caixeiros. Este tipo de artigos é arrumado entre as zonas alimentar e não-alimentar. As paletes completas são arrumadas no chão (*buffer* chão), não existindo *racks* nesta localização, e as meias paletes são arrumadas em *racks*, em localização contígua, nos corredores 28, 31, 37, 38, 39 e 40.

Mais próximo do cais existe a zona de *vita-filmagem*, onde os caixeiros das zonas alimentar e não-alimentar deixam a unidade de carga para que possa ser filmada pela equipa de expedição. Ainda nesta

zona junto aos corredores 43, 45, 47 e 49, existem algumas portas de expedição que são fictícias e que são utilizadas como armazenamento temporário de mercadoria já preparada e pronta a expedir.

Relativamente ao cais, as portas de receção e expedição encontram-se todas no mesmo lado do armazém, pelo que o fluxo de armazenagem é quebrado. Existem 42 portas, sendo a receção efetuada preferencialmente das portas 8 à 16 e 38 à 42, sendo a expedição efetuada nas restantes. No entanto, esta estrutura é flexível, permitindo que as portas possam ser utilizadas na função complementar, nos dias em que a operação assim o exija. Em frente a cada uma das portas existe uma zona que permite o armazenamento temporário de mercadoria recebida ou a expedir, que é definida por quatro linhas de arrumação no chão, com uma capacidade aproximada para 15 paletes.

Numa zona central do armazém, tem-se a equipa de supervisão, que tem como principais objetivos a gestão dos recursos existentes e a resolução de problemas diários no armazém, servindo como elo de ligação entre o armazém e a gestão.

Na figura 2.13 é apresentado o *layout* do armazém 5401 e algumas características mencionadas.

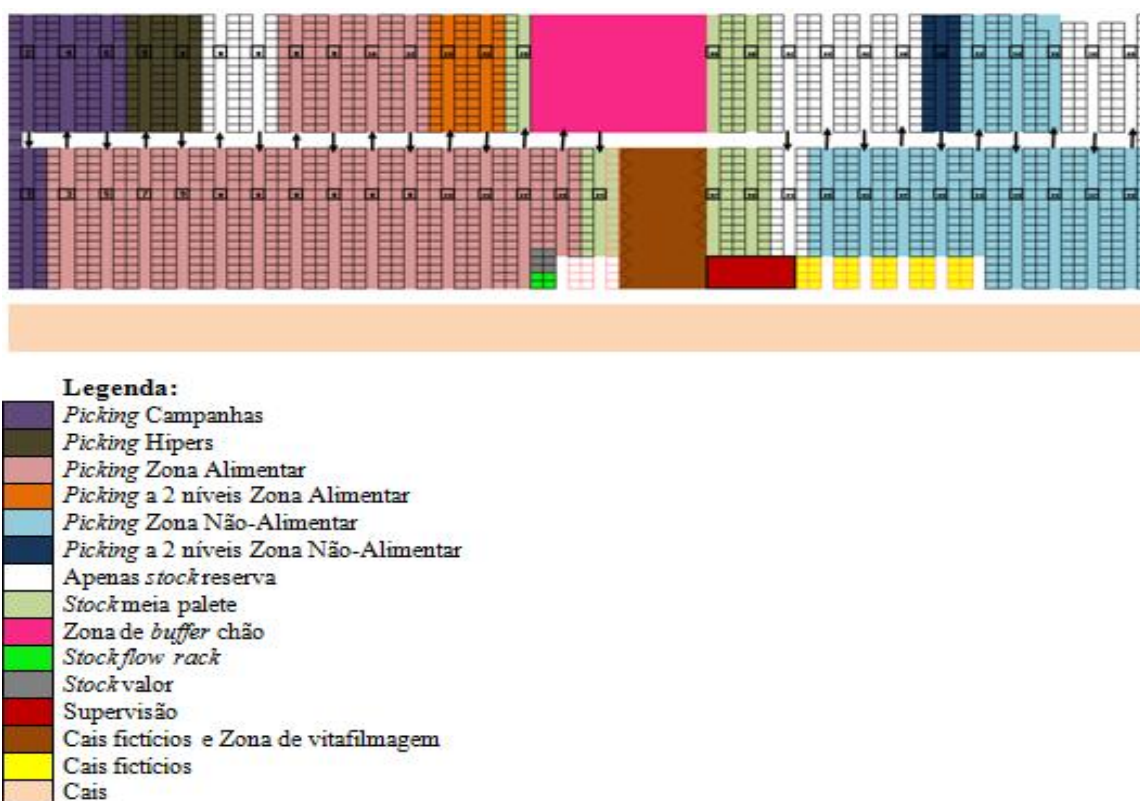


Figura 2.13 – *Layout* do Armazém 5401

2.2.1 – *Letdown*'s

No âmbito da dissertação é de elevada relevância a equipa de *Letdown*'s, grupo de operadores do armazém de não-perecíveis, que são responsáveis por movimentar os contentores nos diversos níveis de altura dos *racks*, nomeadamente nas seguintes tarefas ou unidades de trabalho:

- Arrumação,
- Abaixamento normal,
- Execução de contentores meios ou completos e

- Abaixamento pedido/função de impecável. Ambas as tarefas serão concretamente apresentadas no ponto 2.2.2.3.

Para o efeito, dispõem de um empilhador (figura 2.14) que permite uma elevação até 12 metros de altura e velocidade máxima de deslocação de 11km/h. Para interagirem com o sistema, os *Letdown's* possuem, ainda, um terminal de rádio frequência no empilhador, bem como um leitor de código de barras (figura 2.14).



Figura 2.14 – Empilhador e equipamentos auxiliares dos *Letdown's*

Usando o terminal é possível ao operador interagir com o sistema WPMS, podendo aceitar o trabalho lançado pelo sistema, solicitar abaixamento ou suspender uma tarefa indicando o motivo. Um operador poderá aceitar até três tarefas distintas (arrumação, abaixamento e execução de contentor completo) que serão intercaladas pelo sistema de acordo com a sua prioridade para a operação. A prioridade é imputada automaticamente pelo próprio sistema ou pela supervisão do armazém.

Assim, quando o operador aceita trabalho, o sistema seleciona a tarefa existente com maior prioridade. Nos casos em que várias unidades de trabalho possuem a mesma prioridade, o sistema segue uma sequência de prioridades entre tarefas existente no sistema. Normalmente está determinado que o abaixamento deve ser o mais prioritário, de seguida os contentores completos e apenas no final a arrumação. Se dentro de uma destas unidades de trabalho existirem ainda tarefas com a mesma prioridade o sistema limita-se a atribuir a que foi criada primeiramente.

A supervisão do armazém poderá ainda atribuir a cada operador as tarefas específicas que entender, como por exemplo, apenas arrumação, ou abaixamentos ou contentores completos e arrumação, de acordo com o que for mais adequado para a operação. Além disso, poderá ainda dividir os *Letdown's* pelas áreas do armazém, de modo a reduzir a distância a percorrer.

Finalmente é de salientar que quer a execução de contentores de meias paletes quer a função de impecável não se encontram dentro do ciclo de trabalho atribuído pelo sistema, havendo necessidade de serem destacados operadores para o efeito.

O sistema ao atribuir as unidades de trabalho indica as instruções necessárias para a sua realização, como por exemplo, identifica as localizações de onde deve retirar e depois colocar um contentor. Além disso, o *Letdown* tem de confirmar cada contentor movimentado e respetivas localizações, recorrendo

ao leitor de código de barras, permitindo desta forma que o sistema seja capaz de rastrear o posicionamento de todos os contentores.

A equipa é constituída por 43 operadores distribuídos por três turnos: 21 elementos no turno das 6h-15h, 14 elementos das 15h-24h e 8 elementos das 21h-6h. Os *Letdown's* possuem um prémio de produtividade que é determinado com base no rácio entre o número de dias em que os operadores atingem a meta estipulada de contentores movimentados e o número de dias trabalhados. A meta para a maioria dos operadores é de 160 contentores por turno, mas para o turno das 6h-15h, é de 170 contentores. Consequentemente, se um operador trabalhar 15 dias, tendo atingido a meta em 10 dias, receberá 66% do prémio máximo.

Na função de impecável é o supervisor que tem a responsabilidade de avaliar o trabalho do *Letdown* no final do dia, determinando se recebe ou não o prémio. Mas, se o *Letdown* realizar *picking* durante o dia de trabalho, apenas receberá prémio de produtividade se atingir o escalão 3 referente à produtividade dos caixeiros. Além disso, é de referir que existe também uma compensação financeira mensal para todos os operadores, caso o armazém aumente a sua produtividade na métrica produtividade *All in*.

Sendo o armazém em estudo de ambiente *stock*, diariamente são movimentados milhares de contentores, nos diferentes níveis de altura dos *rack*, sendo de grande importância este tipo de operadores na gestão do armazém.

2.2.2 – Descrição do sistema atual

O armazém 5401 ou não-percíveis *stock* tem como objetivo servir de intermediário entre os fornecedores e as lojas do Grupo, ou seja, recebe e constitui *stock* de artigos dos fornecedores para que no momento em que as lojas fizerem um pedido este possa ser satisfeito.

A sequência das principais operações é apresentada na figura 2.15. Em primeiro lugar, a mercadoria é rececionada e arrumada no *buffer* chão ou nos *racks*. Posteriormente, consoante os pedidos, é necessário colocar os artigos no espaço de *picking* (abaixamento) e processar os pedidos das lojas (*picking* e execução de contentores). Por último é realizada a conferência seguida da expedição de produtos.

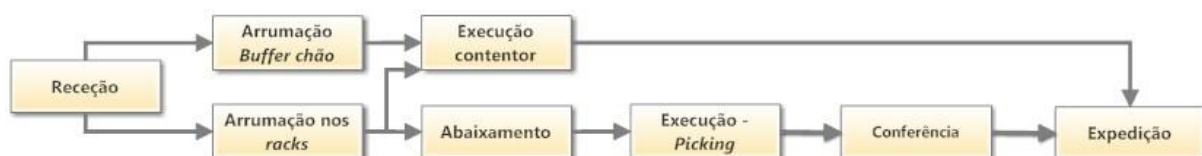


Figura 2.15 – Sequência das principais operações que ocorrem no armazém

Simultaneamente, existem diversas atividades que servem de apoio a estas atividades, como o planeamento, a supervisão e os inventários ao *stock*.

2.2.2.1 – Receção

A receção da mercadoria vinda do fornecedor inicia-se na portaria do centro de distribuição da Azambuja, onde o segurança faz o registo de chegada, verifica a existência da ordem de compra para o dia e atribui o número de reserva da entrega no sistema WPMS, ao registar o número da ordem de compra da mercadoria do fornecedor, sendo, portanto, nesta fase, que se procede à conversão de SAP para WPMS.

Posteriormente, o motorista da viatura entrega os documentos de transporte ao operador de recepção, sendo de seguida encaminhado para o cais que o rececionista ou a equipa de supervisão decida como o mais apropriado. A mercadoria deve ficar o mais próximo possível da sua zona de alocação no armazém, de forma a reduzir-se a distância percorrida aquando da arrumação dos contentores, o que nem sempre é possível em dias de elevado volume de recepção. Ao encostar ao cais, o motorista inicia a descarga da mercadoria, enquanto o operador de recepção procede à recepção administrativa.

O rececionista entra no número de reserva da entrega que foi atribuído na portaria pelo segurança. Se tal não tiver ocorrido, terá que ser o próprio operador a verificar a existência da ordem de compra e a criar o número de reserva. De seguida, em WPMS, o rececionista aceita o transportador e abre a porta ao mesmo, ficando registado no sistema que a mercadoria deu entrada no armazém. O rececionista começa então por introduzir três informações no sistema: o tipo de documento utilizado no transporte (Guia de Remessa, Ficha de Transporte ou Fatura), o número do documento e a data de entrega. Posteriormente é feita a comparação dos artigos e das quantidades encomendas que se encontram no WPMS, com os indicados no documento de transporte para, se possível, proceder à correção das discrepâncias que possam existir. O sistema WPMS faz, então, a proposta de alocação da mercadoria em armazém. Finalmente, para concluir o processo administrativo, o rececionista apenas tem de atribuir a unidade de trabalho de recepção física ou conferência a um operador, que normalmente é o mesmo que efetuou a recepção administrativa.

Após a conclusão do processo administrativo, é iniciada a recepção física. Nesta fase convém que a mercadoria já esteja descarregada no cais, facilitando o trabalho de conferência pelo rececionista. Trata-se de um processo simples em que o operador, usando um terminal de RF, faz a leitura do código de barras de cada uma das paletes do fornecedor (no armazém 5401 só é aceite um artigo por paleta). O operador verifica a mercadoria que está a rececionar em termos de artigo, quantidade, data de validade, qualidade e paletização. Estando a paleta verificada e todas as inconformidades corrigidas, o sistema solicita a leitura do código de barras de uma nova etiqueta que será colocada pelo rececionista na paleta verificada, conseguindo-se desta forma identificar o contentor.

Se no final da recepção física existirem inconformidades que a recepção não tenha autonomia para resolver, como a existência de artigos não pedidos, quantidades de artigos em excesso ou data de validade perto de expirar, por exemplo, o rececionista terá que entrar em contacto com as equipas do *supply chain* ou do departamento comercial que, consoante cada caso, decidirá se aprova ou não a entrada dos artigos em causa em Armazém. Caso as inconformidades sejam corrigidas na recepção (por exemplo, a falta de algumas quantidades ou prazo de validade maior que o normal), o operador apenas modifica essas diferenças no terminal de RF. A verificação da paletização é muito importante na medida em que pode condicionar a posterior arrumação por parte dos *Letdown's* e aumentar a possibilidade de ocorrência de quebras e de improdutividade nas diferentes tarefas (por exemplo, se a altura da paleta ultrapassar a altura normal ou se existir uma má paletização).

Concluída a recepção da mercadoria, é atualizado o *stock* e sai automaticamente um comprovativo dos artigos efetivamente recebidos que é assinado pelo motorista do fornecedor.

Pode assim concluir-se que a recepção constitui uma das operações mais importantes do armazém uma vez que qualquer erro protagonizado nesta fase pode ter um impacto negativo nas restantes operações.

2.2.2.2 – Arrumação

Após ter sido rececionada a mercadoria do fornecedor, cada paleta etiquetada surge como uma nova unidade de trabalho de arrumação no sistema WPMS. Grande parte dos artigos será arrumada nos

racks, sendo os de alta rotatividade arrumados no *buffer* chão pela própria equipa de receção. Como foi referido anteriormente, a tarefa de arrumação nos *racks* é da responsabilidade dos *Letdown's*.

Ao aceitar trabalho, o sistema não discrimina o contentor a arrumar, sendo normalmente o próprio operador a escolher o contentor ou a equipa de receção ou supervisão que solicita verbalmente os contentores que desejam ver arrumados, de forma a gerirem da melhor forma o cais. Assim, ao aceitarem a tarefa de arrumação, os *Letdown's* dirigem-se ao cais, aproximam-se do contentor a arrumar e fazem a leitura do código de barras. Ao confirmar o contentor, o sistema informa o operador da localização onde o deve arrumar, concluindo-se a tarefa quando for realizada a leitura do código de barras da localização onde foi arrumado o contentor.

A alocação dos contentores nos *racks* é realizada automaticamente pelo sistema WPMS após a receção administrativa, segundo os três critérios seguintes:

- Sequência de arrumação
- *Buffer* de referência
- Sequência de corredores alternativos

Em primeiro lugar, é considerada a sequência de arrumação, correspondente à ordem pela qual o sistema arruma os contentores nos *racks*. A sequência segue o sentido do corredor e arruma coluna a coluna, do nível mais baixo para o mais elevado. Além disso, normalmente são preenchidos dois bastidores de um lado do corredor, passando-se de seguida para o lado complementar para alocar mais dois bastidores. Na figura 2.16, que ilustra este processo, estão *racks* nos lados esquerdo e direito de um corredor e a ordem pela qual se procede à arrumação dos contentores a partir do bastidor 20 até ao bastidor 27.

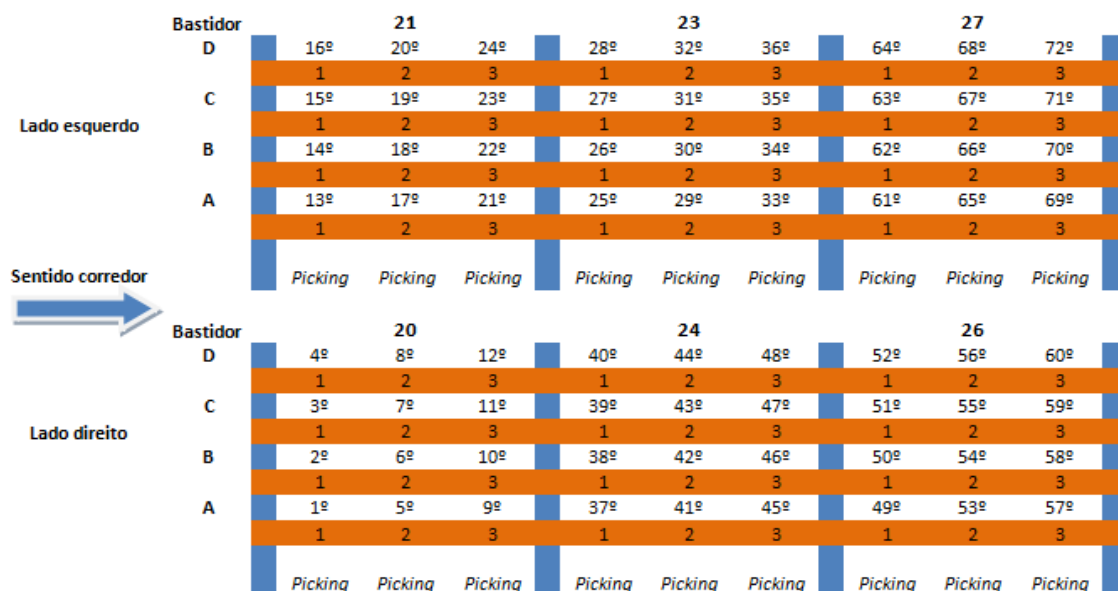


Figura 2.16 – Sequência de arrumação dos contentores nos racks

Posteriormente, tem-se o *buffer* de referência que diz respeito à localização ideal de cada artigo (atribuída no momento da sua centralização no armazém), correspondendo normalmente ao *buffer* imediatamente acima do *picking* do artigo. Esta referência tem como objetivo informar o sistema da localização a partir da qual deve iniciar a procura de uma localização livre para alocar o contentor. Assim, nesta localização a sequência é separada em dois grupos, o grupo 1 e o grupo 2, que consiste respetivamente na sequência superior e inferior à localização de referência. Deste modo, quando se

pretende alocar um contentor, o sistema irá procurar primeiramente as localizações livres pertencentes ao grupo 1. Caso não exista, procura no Grupo 2, partindo da referência segundo a ordem inversa da sequência de arrumação. A figura 2.17 ilustra este processo, onde está representado um corredor e a ordem pela qual o sistema alocará os contentores a partir do *buffer* de referência.

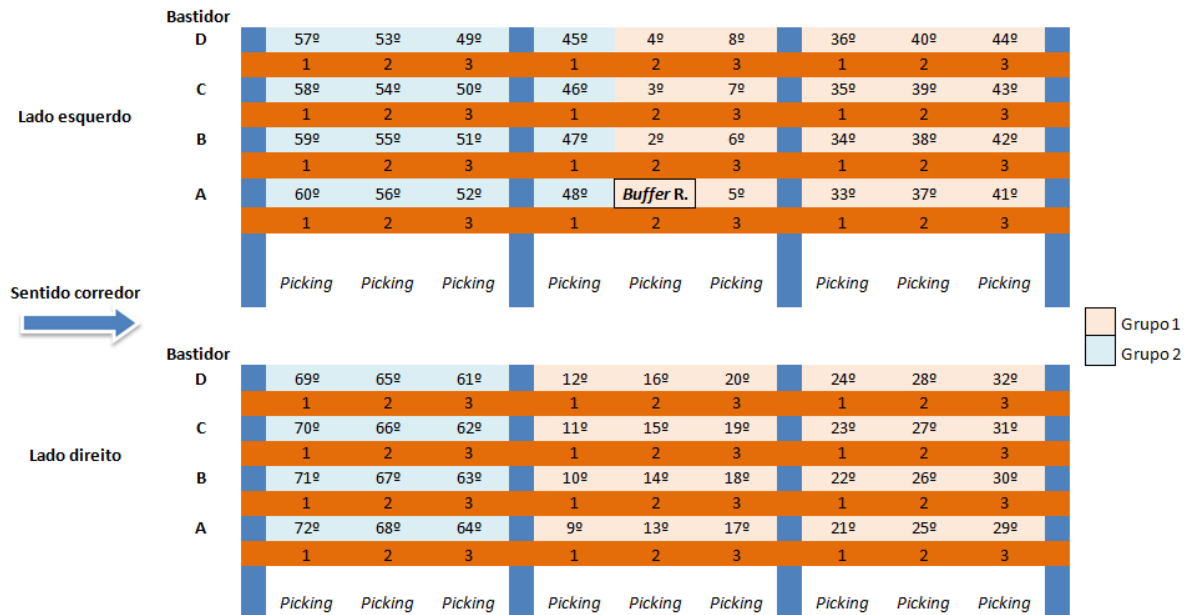


Figura 2.17 - Processo de alocação de um contentor a partir do *buffer* de referência, de acordo com a sequência de arrumação

No entanto, esta metodologia é utilizada apenas no corredor onde se encontra o *buffer* de referência. A partir do momento em que não existem mais *slots* vazios no corredor onde se encontra a referência, o sistema troca para um corredor seguinte e, neste caso, limita-se a alocar os contentores de forma ascendente segundo a sequência normal de arrumação apresentada na figura 2.16.

O modo como o sistema troca para outro corredor é assegurado por uma outra sequência, a sequência de corredores alternativos, que cada corredor dispõe e que indica a ordem dos corredores seguintes onde alocar os contentores. Na figura 2.18, se não existirem espaços vazios no corredor 17, está determinado que o sistema irá procurar primeiro no corredor 19, se estiver também sem espaço livre, irá tentar alocar no corredor 21 e assim sucessivamente.

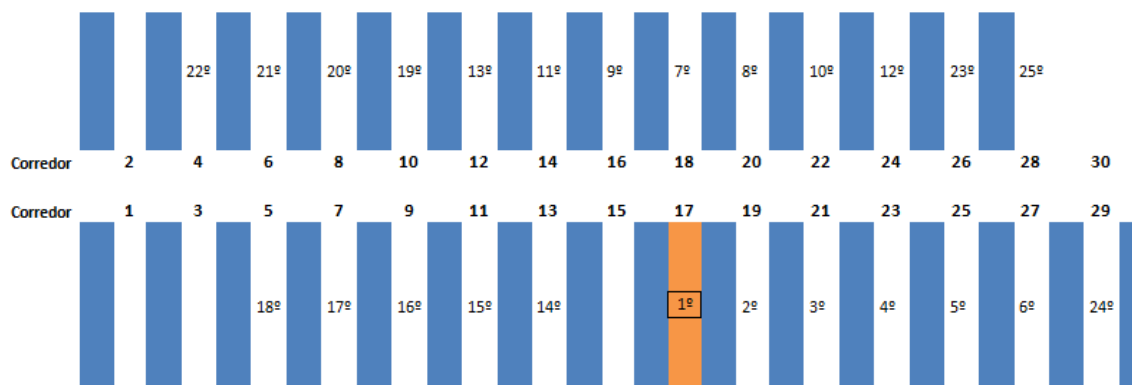


Figura 2.18 – Sequência de corredores alternativos do corredor 17

2.2.2.3 – Abaixamento

Na sequência de operações dos produtos de *stock* do armazém, a operação de abaixamento constitui uma das tarefas mais difíceis de gerir. Além disso, se não for realizada antes do caixeiro chegar à localização, irá ter um impacto negativo na produtividade, pois não terá caixas para recolher. A tarefa de abaixamento pode ser realizada de duas formas: como abaixamento normal ou como abaixamento pedido.

O abaixamento normal é uma tarefa criada pelo próprio sistema WPMS, após ser gerada a onda, recolha dos pedidos das lojas, e “lançados” os mesmos para execução. Assim, de acordo com as quantidades de cada artigo existentes no *picking* e as que serão necessárias para satisfazer os pedidos das lojas, o sistema cria o abaixamento. Inicialmente é apenas considerado como tarefa não urgente, não entrando nesta fase no ciclo de trabalho dos *Letdown's*. Apenas quando os caixeiros aceitam a unidade de trabalho, onde o sistema já tinha identificado que iriam existir necessidades de maior quantidade de produto para satisfazer os pedidos, é que a tarefa de abaixamento passa de não urgente a normal, podendo já ser aceite pelos *Letdown's*. Inicialmente, a prioridade desse abaixamento é moderada, aumentando conforme o caixeiro se aproxima da localização onde necessitará dos artigos que ainda se encontram por realizar abaixamento. Ou seja, existe uma metodologia de *just in time replenishment*, sendo apenas colocado no *picking* os artigos necessários para satisfazer os pedidos das lojas poucos momentos antes do caixeiro os recolher.

Ao *Letdown*, quando este aceita trabalho, aparece no terminal de RF a tarefa de abaixamento e a localização no *buffer* do contentor a movimentar. Para realizar a tarefa o operador terá que fazer a leitura da etiqueta da paleta, colocada na receção, de modo a confirmar se está a ser retirado o contentor correto. Assim, consegue-se prevenir potenciais erros que possam ter ocorrido durante a arrumação ou, mesmo, durante a retirada do artigo do *buffer*. Após a confirmação de que é o contentor correto, o terminal RF indicará a localização do *picking* a abastecer. Nessa localização o operador tem de retirar a paleta vazia, retirar a película do novo contentor, colocar o contentor no *picking* e, ainda, confirmar a localização através da leitura do código de barras da localização. Mais uma vez, se a localização cujo código de barras lido não for a correta, o sistema de imediato transmitirá essa informação ao *Letdown*. Por último, o operador é ainda responsável por transportar a paleta vazia, os plásticos e os cartões retirados do contentor, para os locais respetivos que se encontram normalmente nos topos dos corredores. A tarefa de abaixamento normal também pode ser criada de uma outra forma, ao ser solicitado pelos próprios caixeiros que ao chegarem ao local do *picking* verificam que este se encontra vazio ou não possui a quantidade suficiente para satisfazer o pedido da guia que está a ser executada. Ao ser pedido o abaixamento, é-lhe atribuída prioridade máxima na lista de tarefas a executar pelos *Letdown's*, de forma a ser uma das próximas tarefas a ser efetuada quando o *Letdown* aceitar trabalho no seu terminal RF. Se o abaixamento que é solicitado já tiver sido criado, o sistema apenas aumenta a prioridade desta tarefa.

Finalmente existe outra forma de abaixamento, o abaixamento pedido, que se verifica quando o próprio *Letdown* toma a iniciativa de realizar a tarefa, forçando o abaixamento. Tal facto acontece quando um *Letdown* está perto de uma situação em que o caixeiro necessita de um abaixamento e lhe pede verbalmente para o efetuar, quando não existe trabalho para o *Letdown* aceitar ou ainda quando este está na função de impecável. Esta função caracteriza-se em fazer o enchimento do máximo de espaços de *picking*, bem como a limpeza e organização dos corredores. Para forçar o abaixamento, basta o *Letdown* selecionar a respetiva opção no menu inicial do terminal de RF, tendo posteriormente de fazer a leitura do código de barras da localização onde pretende realizar o abaixamento. De seguida, o procedimento será idêntico ao abaixamento normal. Tal como no caso anterior, se o abaixamento

que é realizado já estiver criado no sistema, o sistema automaticamente utilizará essa unidade de trabalho já criada.

2.2.2.4 – Execução

Uma das principais atividades no armazém consiste na preparação das encomendas pedidas pelas lojas, podendo ser executadas em paletes com um *mix* de produtos, constituídas através do *picking*, ou em paletes completas ou meias paletes de um só artigo, retiradas do *buffer stock* ou do *buffer* chão.

O sistema utilizado é o *picking* por zona, uma vez que o caixeiro ao aceitar uma unidade de trabalho percorre apenas uma zona específica recolhendo os artigos solicitados pelas lojas. Posteriormente, esta unidade de trabalho será consolidada com outras preparadas por outros colegas, na mesma zona ou outra zona, de modo a responder ao mesmo pedido.

Até há relativamente pouco tempo o *picking* dos produtos era efetuado recorrendo a terminais de RF, que transmitiam numa consola as instruções do sistema WPMS relativamente à loja a executar, localização dos produtos a retirar do *picking*, sequência a realizar, quantidades a retirar, bem como a confirmação das ações do caixeiro ao longo da execução. No entanto, recentemente foi introduzida uma nova tecnologia no *picking* de artigos, o *Voice Picking*, que tem como objetivo transmitir por voz as instruções dos terminais RF, e permitir a interação sistema-operador ao longo da execução, o que tem possibilitado o aumento da produtividade dos caixeiros. Atualmente, esta tecnologia já está praticamente implementada em todo o armazém, excetuando a execução multi-loja, que continua em RF, uma vez que neste tipo de execução existem características específicas que ainda não estão programadas na tecnologia *Voice*.

Desta forma, tem-se os seguintes tipos de unidades de trabalho a realizar pelos caixeiros: *voice* paleta alimentar, *voice* paleta não Alimentar, *voice skate* alimentar, *voice skate* não alimentar, *voice slow-movers*, multi-loja alimentar e multi-loja não alimentar. As diferenças residem no tipo de tecnologia a utilizar, *Voice* ou RF, sendo que apenas a multi-loja utiliza RF. Posteriormente as diferenças residem no tipo de unidade de carga a utilizar, paleta, meia paleta ou *skate*, e no tipo de artigos a recolher, que poderão ser da zona alimentar, não-alimentar ou *slow-movers*.

Assim, o processo de *picking* para as unidades de trabalho *Voice* iniciam-se quando o caixeiro aceita a unidade de trabalho, recebendo instruções para recolher as etiquetas a executar e o tipo e quantidade de unidades de carga respetivas. Após a recolha das unidades de carga, o caixeiro recebe a instrução do corredor onde se localiza o primeiro *picking*, sendo que ao confirmar, receberá a localização específica do espaço a que se deve dirigir. Ao chegar ao local, o operador apenas terá que soletrar os dois números correspondentes ao código breve da localização para que o sistema confirme que se encontra no espaço correto. Após essa confirmação, o sistema solicita o número da etiqueta da unidade de carga onde vai colocar os produtos e indica a quantidade a recolher pelo caixeiro que, ao fazê-lo, terá de confirmar o número de artigos que colocou na unidade de carga. Neste momento, as caixas retiradas são abatidas ao *stock* e introduzidas na etiqueta do contentor que posteriormente poderá ser consultada.

A paletização da unidade de carga constitui um outro aspeto importante no *picking*, na medida em que o operador deve ter a sensibilidade para não colocar artigos mais frágeis em baixo de artigos mais pesados, uma vez que apesar do próprio *layout* ter esse aspeto em consideração, nem sempre é possível gerir essa situação. Deste modo, a própria estrutura da paleta deve ser construída de forma sólida e robusta para conseguir prosseguir até ao seu destino final sem qualquer tipo de quebra ou improdutividade dos operadores seguintes.

Se tudo estiver conforme, o sistema ditará a próxima localização e todo o processo se repetirá, à exceção que não voltará a pedir o número da etiqueta onde o caixeiro vai colocar o artigo, simplesmente continuará a colocar onde o fez anteriormente. Se o operador pretender saber em que unidade de carga o sistema está a colocar os artigos, basta pronunciar “paleta”, após ter soletrado o código breve da localização. Se pretender trocar de unidade de carga, basta utilizar a palavra “trocar” e soletrar o número da nova unidade de destino dos artigos.

Outros comandos de voz importantes são “repetir” e “localização”, onde o caixeiro poderá novamente constatar qual a localização a que se deve dirigir. O comando “contentor cheio” permite que o operador informe o sistema que terá de dar por finalizada aquela unidade de trabalho antes de estarem concluídos todos os *pickings* previstos, uma vez que não existe a possibilidade de acomodar mais artigos na unidade de carga. Tal situação decorre do facto de ao efetuar os cálculos do volume da paletização da unidade de trabalho, o sistema não ter em conta os espaços vazios entre os artigos, espaços que variam de caixeiro para caixeiro, conforme a sua experiência na arrumação da unidade de carga.

Nos casos em que o operador não tem quantidade de artigos suficientes no *picking* para satisfazer o que lhe é pedido, poderá pronunciar um outro comando, “abaixamento”, que irá, como foi referido no ponto anterior, solicitar a tarefa de abaixamento com prioridade máxima para os *Letdown's*. Nestas situações, se não pretender aguardar, o caixeiro poderá ainda utilizar o comando “*backpicking*”, que permite deixar para o final da execução da guia o *picking* do artigo que deveria ser reabastecido entretanto.

Finalmente, ao concluir a unidade de trabalho, o sistema informa o caixeiro do cais de expedição, tendo este de o registar na etiqueta que deverá colocar em cada uma das unidades de carga e transportá-las até à área específica para vitafilmagem, a partir do qual passará a ser da responsabilidade da equipa de expedição.

A execução multi-loja, é só possível recorrendo à RF. Como o próprio nome indica, consiste no *picking* para várias lojas com o objetivo de reduzir as distâncias percorridas. O sistema após criar as unidades de trabalho verifica que existem guias de execução com poucas quantidades e cujas localizações se encontram próximas, pelo que agrega a execução de várias lojas.

Relativamente a contentores executados pelos *Letdown's*, apenas os contentores completos de *stock* é que surgem no ciclo normal de trabalho dos *Letdown's*. As meias paleta *stock* apenas são executadas quando a equipa de supervisão dá indicação.

Ao aceitar o trabalho de execução destes contentores de *stock*, é enviado pelo terminal de RF a localização de cada um dos contentores a retirar, bem como a porta do cais para onde se pretende executar o mesmo. Uma vez mais, como forma de prevenção de erros, o operador tem de fazer a leitura do código de barras do contentor e ao colocá-lo na porta respetiva, terá que fazer a leitura do código de barras de um contentor já presente no cais. Por sua vez, os contentores completos de chão, são executados e etiquetados pela própria equipa de expedição.

2.2.2.5 – Conferência

Dado o elevado volume de caixas movimentadas diariamente pelo armazém, seria improdutivo realizar a conferência de toda a mercadoria preparada através de *picking*. Assim, mensalmente devem ser conferidas pelo menos 500 caixas de cada caixeiro, através de dois métodos.

O primeiro método consiste na conferência através de rádio frequência, devendo o operador fazer a leitura do código de barras de todos os artigos presentes na unidade de carga. Desta forma, consegue-se comparar com grande fiabilidade os artigos presentes na unidade de carga com o que está inserido no sistema. No entanto, é uma tarefa demorada, uma vez que obriga a desfazer e refazer a palete.

O segundo método é mais eficiente mas não tão eficaz como o anterior. Consiste na contagem do número de caixas presentes na unidade de carga, de modo a compará-lo com o número de caixas existente no sistema. Se não existir nenhuma diferença, assume-se que a guia foi executada corretamente e dá-se por concluída a conferência. Se por outro lado, existirem discrepâncias no número de artigos, será feita uma nova conferência pelo primeiro método de modo a apurar-se concretamente qual o erro que existiu na execução da guia.

O custo benefício de utilizar o segundo método é bastante positivo, uma vez que o segundo método é bastante mais rápido que o primeiro e consegue identificar grande parte dos erros. Estipulou-se que apenas 30% das conferências devem ser realizadas pelo primeiro método e as restantes pelo outro método.

2.2.2.6 – Expedição

Tal como foi referido anteriormente, a partir do momento em que a mercadoria é executada e colocada na área de vitafilmagem, inicia-se o trabalho de expedição. Assim, após vitafilmar as unidades de trabalho executadas, são movimentadas para o cais atribuído inicialmente pelo planeamento do armazém.

Já na zona de expedição, o operador faz o acompanhamento da preparação das lojas através do sistema WPMS. Desta forma, consegue-se gerir as expectativas dos motoristas, conforme estes vão chegando ao armazém para carregar. Seguindo o planeamento efetuado pelos transportes e a partir do momento em que os pedidos das lojas estão prontos, o operador dá autorização aos motoristas para iniciarem a carga. Assim, começa-se por comparar as quantidades e tipos de unidades de carga presentes no cais com os que existem no sistema, de forma a ser possível detetar algum erro. Caso exista alguma diferença, será feita uma recontagem e apuramento do erro, caso contrário, será atribuído um terminal de RF ao próprio motorista que deverá confirmar as etiquetas conforme vai carregando cada uma das unidades de carga. Assim, se essa confirmação for corretamente executada pelos motoristas, consegue-se controlar toda a mercadoria que efetivamente sai do Armazém.

Após a carga de toda a mercadoria, o motorista dirige-se ao balcão de expedição, para recolha das guias de remessa da mercadoria e preenchimento do protocolo de viagem. Finalmente, o processo de expedição termina quando o motorista sela a viatura de forma a garantir a segurança da mercadoria durante a viagem até às Lojas.

2.2.2.7 – Planeamento

O planeamento é o ponto de partida para a execução no armazém, uma vez que é nesta secção que se geram as ondas dos pedidos das lojas. Num determinado momento, o responsável pelo planeamento faz a recolha dos diferentes pedidos efetuados ao armazém e lança-os no sistema para que possam ser executados. Existem cinco diferentes ondas, como mostra a tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Ondas de pedidos do armazém 5401

| Ondas | Hora | Dias da semana | Finalidade |
|---------------|-------|------------------|--|
| Onda 1 | 11:00 | Todos os dias | Pedidos Lojas para o dia seguinte |
| Onda 2 | 10:30 | Todos os dias | Pedidos Lojas do dia |
| Onda 3 | - | Terças e Quintas | Pedidos das ilhas |
| Onda 5 | 15:00 | Todos os dias | Pedidos Lojas a executar entre onda 2 e onda 1 |
| Onda 7 | 13:45 | Todos os dias | Transferências para Norte e Alcochete |

Lançar uma loja corresponde, em termos de sistema, em atribuir uma porta de expedição a uma Loja. Para isso, será primeiramente necessário realizar uma simulação do número expectável de contentores que serão expedidos para cada loja, tendo-se assim uma estimativa do espaço necessário nas portas de expedição. Quando o número de portas não é suficiente, recorre-se a portas fictícias existentes no armazém, como forma de armazenamento temporário da mercadoria preparada até ser possível expedir. Além disso, é também tido em consideração o planeamento dos transportes no que diz respeito a rotas, de modo a que lojas expedidas na mesma viatura estejam em portas próximas, de forma a facilitar o carregamento das viaturas.

Ao serem lançados os pedidos das lojas no sistema, o WPMS automaticamente calcula as diferentes unidades de trabalho necessárias para satisfazer os pedidos, tanto para os caixeiros como para os *Letdown's*. Para os primeiros, os pedidos são divididos em diversas unidades de trabalho de acordo com as localizações dos artigos, medidas das caixas, zona e tecnologia a utilizar. Além disso, o responsável pelo planeamento terá que gerir as prioridades de cada uma das lojas a executar de acordo com o planeamento dos transportes, atribuindo maior prioridade às primeiras a serem expedidas. Terá igualmente de ter em atenção ao facto de que lojas que seguem na mesma viatura, devem ter a mesma prioridade, de modo a serem concluídas na mesma altura.

Para os *Letdown's*, ao ser gerada a onda, o sistema automaticamente cria as necessidades de abaixamento necessárias para responder aos pedidos das lojas, tal como foi explicitado na secção 2.2.2.3. Relativamente ao contentor completo ou meio contentor, a gestão protagonizada pelo planeamento é semelhante ao *picking*, sendo responsável por gerir as prioridades dos contentores que pretende que sejam executados.

Por vezes, surgem situações especiais que têm de ser resolvidas, como pedidos atrasados ou expositores a distribuir, tendo o planeamento que de juntar nas rotas e unidades de trabalho restantes ou criar novas.

2.2.2.8 – Supervisão

A equipa de supervisão assume uma grande importância no armazém, uma vez que se trata do elo de ligação entre a operação e a gestão do armazém. São responsáveis por inúmeras tarefas, sendo as principais a gestão de pessoas, consoante o trabalho a realizar, e a resolução de problemas que possam ocorrer no dia-a-dia da operação.

Na gestão de pessoas, sempre que a onda é gerada, é possível obter uma estimativa do número total de caixas a executar, a partir da qual os supervisores preveem o número de pessoas que necessita para responder atempadamente aos pedidos (com base na média de caixas normalmente executadas por hora). Se o número existente de pessoas for em excesso, poderão ser atribuídas folgas ou empréstimos de colaboradores a outros armazéns, por exemplo. Se, por outro lado, o número de operadores for insuficiente, os supervisores tentarão recorrer a horas extra, a operadores de folga ou a operadores que estejam noutras funções específicas, como *Letdown's* ou membros da equipa de receção/expedição.

No monitor AL055 do WPMS, os supervisores poderão acompanhar e monitorizar toda a operação do armazém em tempo real, podendo proceder às alterações que considerem convenientes para a melhoria do trabalho a realizar. Por exemplo, independentemente do tipo de tarefas, os supervisores podem gerir as prioridades das tarefas, conforme a operação o exija. A título de exemplo, se existirem muitas tarefas de arrumação, a sua prioridade poderá ser alterada de modo a que sejam sempre das primeiras a atribuir pelo sistema. Além disso, também podem ser geridos os tipos de atividades de cada um dos operadores em armazém, sendo possível fazer com que alguns caixeiros apenas aceitem um determinado tipo de unidades de trabalho ou que alguns *Letdown's* apenas façam uma determinada tarefa ou apenas aceitem trabalho numa determinada área.

2.2.2.9 – Inventário

Uma vez que são constituídos *stocks* no armazém 5401, é essencial a realização de inventários, de forma a verificar se o *stock* teórico no sistema corresponde ao *stock* que efetivamente está no armazém. Assim, dado o elevado número de referências de artigos, é utilizado o *cycle counting*, sendo regularmente efetuadas contagens, que normalmente são realizadas por corredores, sendo garantido que cada artigo é verificado no mínimo duas vezes por ano.

Trata-se de uma tarefa bastante importante para a operação no armazém uma vez que se as quantidades existentes fisicamente não corresponderem às que se encontram no sistema, este não conseguirá fazer uma gestão eficiente.

Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica

3.1 – Logística e gestão da cadeia de abastecimento

Quando um consumidor se dirige a um hipermercado para adquirir uma peça de fruta, normalmente não reflete sobre a complexidade do processo que permitiu que a mesma pudesse estar naquele local, na condição e custo que permitirá satisfazer as suas necessidades naquele instante. Desde o momento da sua colheita, a fruta provavelmente já terá percorrido um longo caminho até ao ponto de venda, onde intervieram múltiplas pessoas e organizações, que conjugadamente asseguraram a ligação entre produtores e consumidores, num processo que, em termos gerais, se pode designar por logística (Moura, 2006).

Deste modo, uma das instituições mais prestigiadas no âmbito da Logística, o *Council of Supply Chain Management Professionals*, reconhecida por profissionais e académicos da área, define gestão logística como a área responsável por planear, implementar e controlar eficiente e eficazmente o fluxo direto e inverso, bem como a armazenagem, de bens, serviços e informação relacionada, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, de modo a satisfazer as necessidades dos clientes (CSCMP, 2013).

A definição apresentada no ponto anterior poderá resultar de uma perceção da logística algo confusa, demasiado abrangente e, sobretudo, ausente de ferramentas de decisão, o que se traduz numa ideia não correta. A complexidade existe mas reduz-se substancialmente quando se compreendem os objetivos e as formas de atuação. Considere-se as três dimensões da logística, tempo, custo e qualidade, apresentadas na figura 3.1. Cabe à gestão logística balancear e gerir os *trade-offs* entre as três dimensões. Como cada uma das dimensões influencia as restantes, pode-se ainda assinalar a conjugação duas a duas, desenvolvendo-se alguns argumentos importantes na forma como se pretende posicionar o sistema logístico. Assim, uma boa conjugação entre as dimensões tempo e custo dá origem à *agility* que pode ser definida como a capacidade do sistema logístico ser capaz de responder com rapidez, coordenação e equilíbrio às necessidades dos clientes, a um custo comportável. A combinação das dimensões custo e qualidade do serviço dá origem ao *leanness* que pode ser definida como a capacidade de gestão do sistema logístico sem excedentes, em que se pretende garantir a qualidade do serviço aos clientes ao menor custo possível. Finalmente a boa conjugação entre o tempo e a qualidade do serviço desenvolve a capacidade de resposta do sistema logístico (*responsiveness*) (Carvalho, 2012).

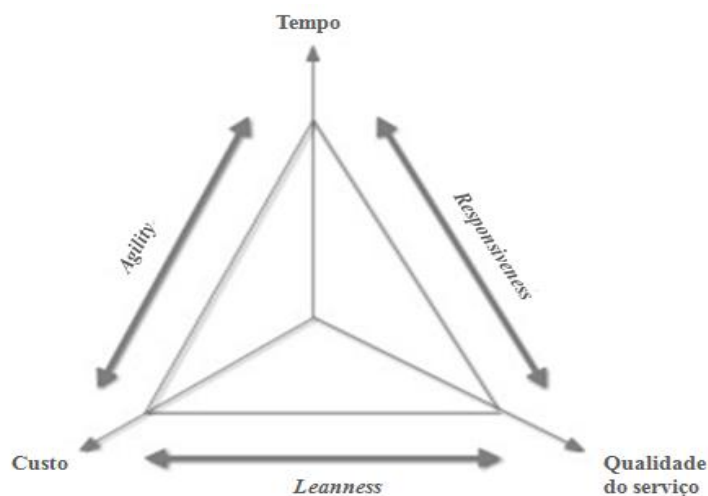


Figura 3.1 – Trade-offs Logística

Adaptado de: Carvalho (2012)

Normalmente, a logística está associada a uma entidade que por sua vez estabelece relações com outras entidades tanto a montante como a jusante, isto é, está integrada numa ou mais cadeias de abastecimento. Consequentemente, cada entidade da cadeia de abastecimento tem de ser gerida em conjunto com as entidades clientes (que criam necessidades) e as entidades abastecedoras (que satisfazem necessidades) para que daí resulte uma gestão eficaz e eficiente. Assim, a gestão da cadeia do abastecimento está altamente relacionada com a logística, distinguindo-se principalmente pela sua maior abrangência (Cardoso, 2012). Enquanto a logística consiste essencialmente na estrutura que visa criar um plano para o fluxo de produtos e informação num negócio, a gestão da cadeia de abastecimento utiliza essa estrutura e visa a integração entre os processos das diferentes entidades na rede logística, isto é, fornecedores, clientes e a própria organização (Cristopher, 2011).

Deste modo, a gestão da cadeia de abastecimento engloba o planeamento e a gestão de todas as atividades de *sourcing* e *procurement*, transformação e todas as atividades logísticas, procurando a coordenação e colaboração entre as entidades da cadeia de abastecimento (CSCMP, 2013). A figura 3.2 mostra uma perspetiva simplista mas importante do que é uma cadeia de abastecimento, ao apresentar exemplos de diversas entidades na sua composição: fornecedores, distribuidores, produtores, grossistas, retalhistas e consumidores, que devem estar coordenados e promover a existência de um fluxo em ambos os sentidos de produtos e/ou serviços, bem como de informação e financeiro (Coyle *et al.*, 2009).

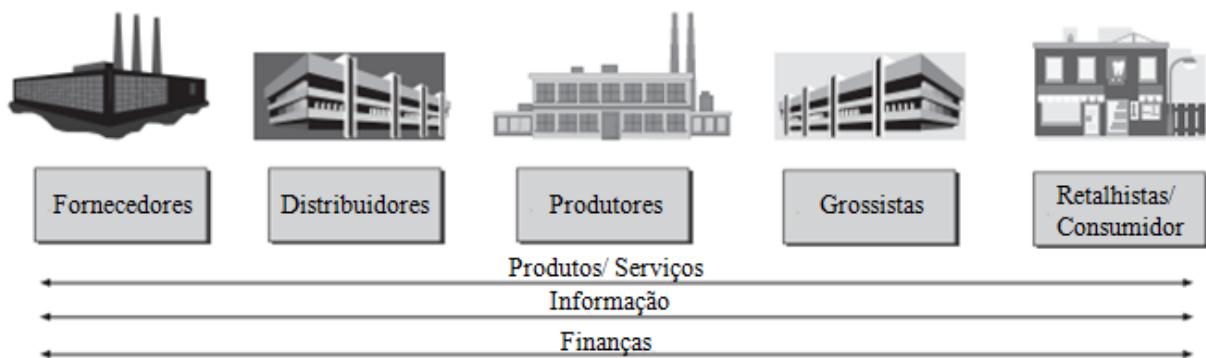


Figura 3.2- Cadeia de abastecimento

Adaptado de: Coyle *et al.* (2009)

Existe um custo bastante significativo inerente à logística, que representa uma parte importante do custo total de um produto ao longo da cadeia de abastecimento, como evidencia a figura 3.3. No momento em que o produto é entregue ao consumidor, aproximadamente 55% do custo total do produto corresponde a custos logísticos. No entanto, nos últimos anos, tem-se verificado uma mudança de mentalidade em que se considera que a logística providencia um acréscimo de valor ao produto ao torná-lo acessível ao cliente, contrariando a ideia de se tratar apenas de um custo adicional inevitável (Rushton *et al.*, 2010).

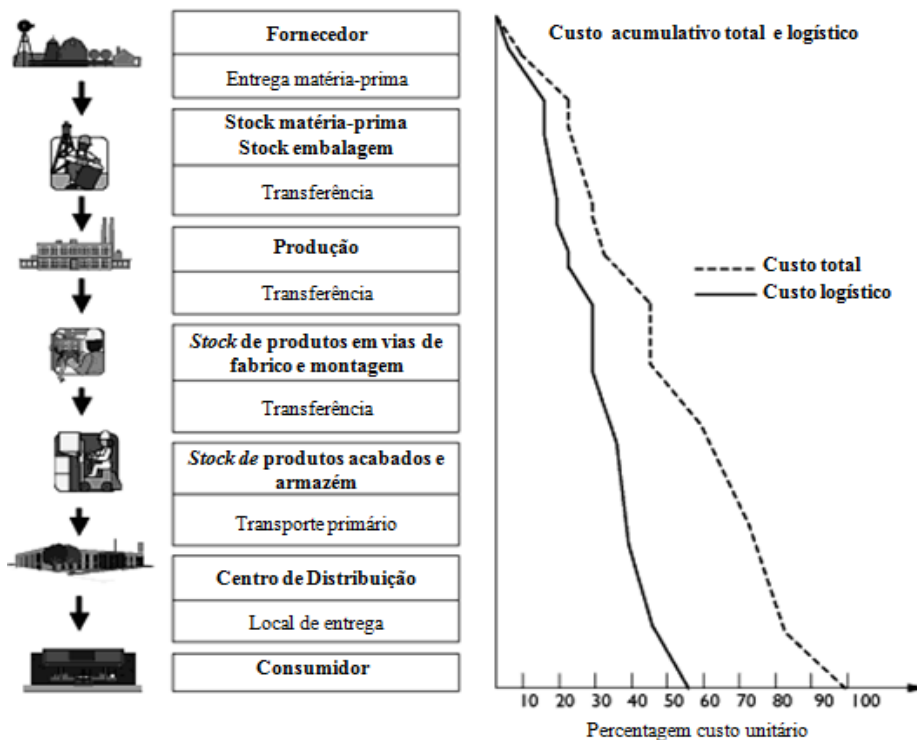


Figura 3.3 – Exemplo da evolução do custo Logístico e total de um produto ao longo da Cadeia de Abastecimento

Adaptado de: Rushton *et al.* (2010)

Dos conceitos e técnicas utilizados na gestão, tanto em vários setores de atividade como nas entidades da cadeia de abastecimento, destacam-se os seguintes: *Vendor Managed Inventory* (VMI), *Continuous Replenishment* (CR), *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR), *Quick Response* (QR), *Efficiente Customer Response* (ECR) e *Just In Time* (JIT). O VMI é um conceito em que a responsabilidade da gestão de *Stocks* é transferida para o fornecedor, ou seja, com base nas informações fornecidas pelo cliente, o fornecedor monitoriza os níveis de *stock* e procede à sua reposição de acordo com os parâmetros acordados entre ambos. A técnica de CR é sobretudo um *upgrade* da técnica VMI, em que existe uma maior sincronização entre as entidades e uma maior frequência de entregas. Relativamente ao CPFR aparece na continuidade das duas técnicas anteriores, com a diferença de permitir a partilha de informação previsional. A técnica QR tem como objetivo interligar as operações dos fornecedores e dos clientes através da partilha de informação entre ambos, para que possa ser obtida a flexibilidade necessária para uma resposta rápida às necessidades dos clientes. A técnica ECR é um processo de trabalho em conjunto entre clientes e fornecedores, de forma a satisfazer melhor, mais rapidamente e a um custo menor os desejos do consumidor. Finalmente, o JIT que surge normalmente associado à produção, atualmente assume-se claramente como um tema de gestão, colaboração e parceria entre entidades na cadeia de abastecimento. O seu principal objetivo é a eliminação total do desperdício, passando pela entrega de produtos nas quantidades estritamente necessárias no momento exato em que são solicitadas (Carvalho, 2012).

Em meados de 2020, estima-se que 80% dos bens de consumo a nível mundial seja produzida num país diferente daquele em que será consumida, contrariamente aos 20% que se verificavam em 2007 (Ballou, 2007). Deste modo, facilmente se conclui que a logística e a gestão da cadeia de abastecimento continuarão a ser cada vez mais importantes para as empresas e para a economia mundial.

3.2 – Armazenagem

Um sistema logístico tem como objetivo a criação de valor para o cliente. Neste sentido, são desempenhadas um conjunto de atividades que visam disponibilizar ao cliente o produto certo, no local certo, no tempo certo, na quantidade certa, ao custo mínimo. Uma dessas atividades é a armazenagem, que possui duas grandes frentes de abrangência: a componente de gestão de *stocks* e a componente de armazenagem propriamente dita (manuseamento de materiais interno às instalações de armazenagem) (Carvalho, 2012).

Trata-se de uma das atividades mais importantes na cadeia de abastecimento das empresas, sendo que a armazenagem corresponde, em média, a 30-50% do custo inerente à cadeia de abastecimento das empresas (Alicke *et al.*, 2008). Deste modo, a gestão tem sido bastante pressionada para aumentar a produtividade nesta área, com vista a reduzir custos e aumentar o nível de serviço aos seus clientes. Assim, pode-se referir que os *trade-offs* da logística apresentados anteriormente afetam consideravelmente as decisões a tomar também na gestão da armazenagem (Richards, 2011).

Atualmente existem diversos paradigmas de gestão a nortear a gestão da cadeia de abastecimento. A filosofia JIT, que está na base do paradigma de gestão *lean*, permite de certa forma alienar a existência de armazenagem. Contudo, a cadeia de abastecimento nunca estará coordenada ao ponto da armazenagem poder ser eliminada (Frazelle, 2002). De facto, teria que existir uma sincronização perfeita entre a produção e o consumo, sem variabilidade, e serem utilizados frequentemente meios de transportes rápidos para transportar pequenas cargas até ao cliente, o que nem sempre é um cenário exequível (Carvalho, 2012).

Assim, o facto de ter de existir um sistema de armazenagem advém da necessidade de constituir *stocks*, que surge quando o abastecimento e o consumo se localizam em pontos diferentes e têm comportamentos distintos. Nestas circunstâncias, a existência de *stocks* possibilita que o processo de consumo seja independente do processo de abastecimento, permitindo ir ao encontro das variações da oferta e da procura, obter descontos de quantidade e a realização de compra económica. Deste modo, embora a armazenagem, por si só, não acrescente qualquer valor ao produto, contribui significativamente para que todo o sistema logístico possa cumprir a sua proposta de valor (Carvalho, 2012).

Nos armazéns de distribuição pretende-se que sejam recebidos e armazenados diferentes artigos para, posteriormente, de acordo com as necessidades dos clientes, se possam realizar as encomendas através da recolha dos produtos que a constituem, agrupando-as e expedindo-as, usando meio de transporte. Os recursos, como o espaço, a mão-de-obra e os equipamentos, são implementados, operados e coordenados de modo a respeitar os requisitos do sistema como a capacidade, o fluxo e o serviço ao mínimo custo (Gu, *et al.*, 2010).

3.2.1 – Gestão de *stocks*

A definição de *stock* é tida por muitos como os produtos existentes em armazém, desde a aquisição até à venda. Normalmente ao *stock* está associada uma conotação negativa, visto que a sua existência pode provocar um aumento dos custos para as organizações, verificando-se que normalmente 50% do capital das organizações encontra-se imobilizado em *stocks*. Apesar da conotação negativa, os *stocks* possuem um papel bastante importante na logística, permitindo criar um *buffer* na cadeia de abastecimento, entre o abastecimento e a procura (Barroso, 2012; Santos, 2009). Deste modo, o grande objetivo da gestão de *stocks* passa por conseguir manter num valor aceitável o nível de serviço para o qual o *stock* considerado existe, ou seja, ter a quantidade certa, do material certo, no momento certo, no local correto, ao menor custo (Courtois *et al.*, 2007).

Tratando-se a gestão de *stocks* de um processo contante em busca do equilíbrio entre a oferta e a procura, o mesmo deve ser constantemente controlado por meio de indicadores de desempenho como a taxa de cobertura de *stocks*, taxa de rotação de *stocks* e o nível de serviço ao cliente. A taxa de cobertura de *stocks* indica o período de tempo em que o *stock* tem capacidade para cobrir as vendas futuras, sem necessidade de novo abastecimento, ou seja, é calculada através do quociente entre o *stock* médio num período com o consumo nesse mesmo período. O facto desta taxa ser calculada, por vezes, apenas com base no histórico, tem tendência a distorcer o seu valor. Deve ser considerada a previsão de vendas, que deverá, caso existam, incluir eventos sazonais e/ou promocionais. Desta forma, quanto menor for o *stock* em relação à projeção de vendas, menor será a taxa de cobertura para o período considerado, correndo-se o risco de rutura quando a taxa é bastante baixa. Pelo contrário, se a taxa de cobertura for muito alta, corre-se o risco de vir a ter produtos obsoletos. Por sua vez, a taxa de rotação de *stocks*, retrata o número de vezes que o capital investido em *stocks* obteve retorno, indicando a eficiência da gestão de *stocks*. Finalmente, o nível de serviço indica o número de oportunidades perdidas pelo facto de não existir mercadoria em *stock*. (Roque, 2009).

3.2.2 – Análise ABC

A gestão e o controlo de *stocks* envolvem, na maioria das vezes, centenas ou mesmo milhares de artigos. Assim, para que os responsáveis pela gestão possam executar com eficácia o seu trabalho, deverão concentrar a sua atenção nos artigos que mais a requerem e utilizar metodologias de controlo menos exigentes para aqueles que são menos importantes (Besugo, 2011). É nessa vertente que se enquadra a Análise ABC ou regra de Pareto, ao permitir agrupar as diferentes referências normalmente em três classes (A, B e C), segundo vários critérios, de acordo com o que a gestão pretende com a análise. São de classe A cerca de 20% dos artigos que representam aproximadamente 80% do critério escolhido; de classe B cerca de 30% dos artigos que representam aproximadamente 15% do critério escolhido; por último, de classe C, os restantes 50% dos artigos que representam apenas aproximadamente 5% do critério escolhido (Carvalho, 2012).

Uma das situações em que é utilizada a Análise ABC nos armazéns é, por exemplo, na armazenagem por classes, cujo critério se baseia na popularidade dos artigos, isto é, no número de saídas. A ideia consiste em agrupar artigos de modo a que a classe A de *fast-movers* contenha apenas 20% dos artigos que representem 80% das saídas do armazém e assim sucessivamente. Posteriormente, cada classe será alocada a uma zona específica no armazém, com o objetivo de se reduzir as distâncias percorridas no mesmo. Normalmente são utilizadas apenas três classes, no entanto, em alguns casos, um maior número de classes poderá significar um aumento adicional de eficiência (Koster *et al.*, 2007).

3.2.3 – Operações de armazenagem

Independentemente da função do armazém, o processo de armazenagem engloba várias atividades comuns desde a entrada de produtos no armazém até à sua saída, nomeadamente: i) receção, ii) arrumação ou *put-away*, iii) armazenagem, iv) abaixamento ou *replenishment*, v) *picking*, vi) ordenação, acumulação e embalagem, vii) expedição e viii) *cross-docking*. As atividades estão relacionadas entre si e têm uma ordem pela qual devem ser realizadas como mostra a figura 3.4 (Gong, 2009).

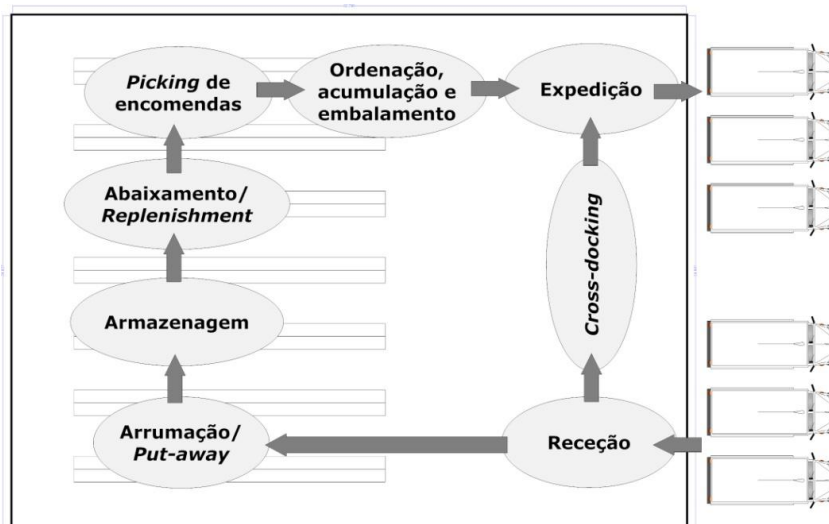


Figura 3.4 – Operações típicas de um Armazém

Adaptado de: Gong (2009) e Delgado (2010)

A atividade de receção consiste na entrada física no sistema de todos os artigos que são recebidos em armazém, cujos tipo, quantidade e qualidade devem ser asseguradas de acordo com as especificações das encomendas realizadas pela empresa aos fornecedores (Gong, 2009).

A atividade de arrumação ou *put-away*, consiste em colocar os artigos nos espaços de armazenagem que estão disponíveis para o efeito, o que inclui para além da movimentação e arrumação dos artigos, também a verificação da respetiva localização (Delgado, 2010). A alocação dos artigos nos espaços tem em consideração a organização dos mesmos no armazém, pretendendo-se que a taxa de utilização do espaço seja a maior possível e que a movimentação de cargas nas diferentes tarefas dentro do armazém seja fácil (Gu *et al.*, 2010). Os métodos de organização da armazenagem dos artigos mais utilizados são os de a) localização fixa, b) localização aleatória e c) localização mista. No método de localização fixa, o produto a armazenar é alocado a um espaço específico. Neste método, os espaços de armazenagem são previamente definidos com base na taxa de rotação do *stock*, número de movimentos de entrada e de saída dos artigos, no volume dos artigos, rácio entre o volume dos artigos e o número de movimentos de entrada e de saída dos artigos, entre outros. Sendo um método estático pelo facto de um produto ter sempre a mesma localização em que é armazenado, podendo considerar-se como uma vantagem, tem como principal desvantagem a eventual subutilização de espaço, uma vez que é necessário dimensionar o espaço de armazenagem de cada artigo com base no *stock* máximo. A utilização do armazém raramente é atingida uma vez que nem todos os produtos, em simultâneo, possuem um nível de *stock* máximo. No método de localização aleatória, os produtos são alocados ao espaço em que vão ser armazenados de forma aleatória, tendo em conta os espaços vazios no momento da receção do produto a alocar. Deste modo, um determinado artigo pode estar armazenado em diferentes locais do armazém, conseguindo-se aumentar a taxa de utilização do espaço de armazenagem. No entanto, a utilização deste método poderá conduzir a um aumento das distâncias percorridas, pois i) poderá alocar um artigo com um elevado número de movimentos numa zona mais afastada do cais e ii) o facto de um mesmo artigo encontrar-se em localizações diferentes no armazém aumenta a distância percorrida no momento do abaixamento. Havendo vantagens e inconvenientes associados aos métodos descritos, estes podem ser combinados de modo a retirar-se as vantagens dos dois. Neste caso, em primeiro lugar, a área de armazenagem é subdividida em zonas, sendo as referências alocadas a uma zona de acordo com um determinado critério pré-definido. Seguidamente, em cada zona, as referências são armazenadas de forma aleatória (Carvalho, 2012). Na figura 3.5 é

apresentado um exemplo de aplicação dos três métodos de arrumação, considerando 2 zonas e 9 referências.

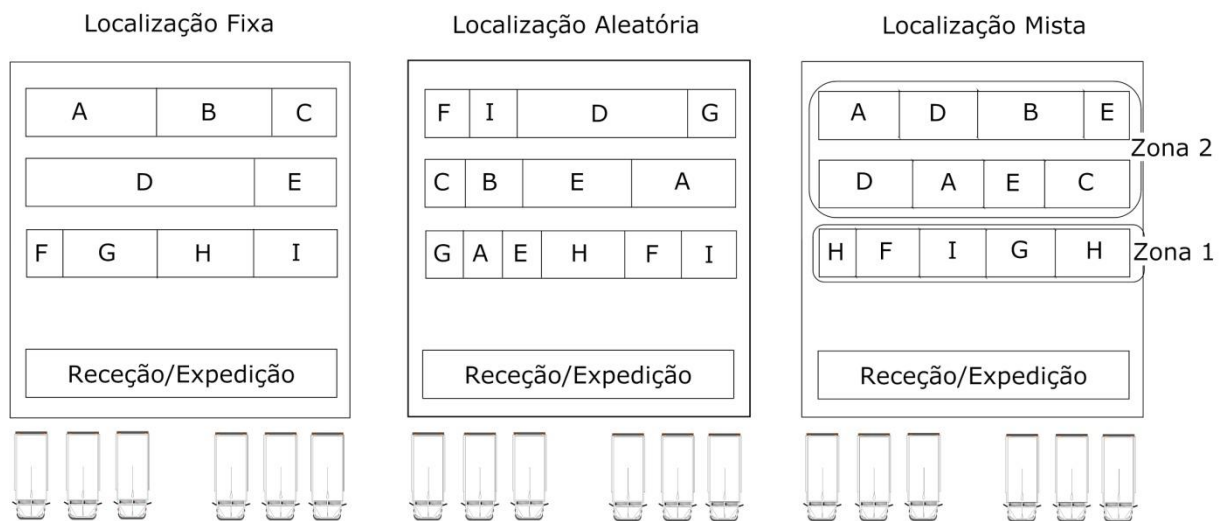


Figura 3.5 – Exemplo de aplicação dos métodos de arrumação com 2 zonas e 9 referências

Adaptado de: Carvalho (2012)

Poder-se-ia, ainda, considerar um outro método de armazenagem dos produtos no armazém que consiste na localização das referências segundo o quociente entre a necessidade de espaço para armazenar o artigo e a sua procura, *cube-per-order index* (COI). Os artigos com um menor COI são armazenados nas localizações mais desejáveis, isto é, nas localizações mais próximas do cais e do *picking* respetivo dos artigos, reduzindo-se a distância que será necessária percorrer (Dukic *et al.*, 2010).

A atividade propriamente dita de armazenagem resume-se à permanência física dos produtos nos sistemas de armazenagem enquanto não são requeridos para expedição (Bello, 2011). A partir do momento em que os artigos armazenados são necessários à operação para responder às necessidades dos clientes, é necessário proceder à atividade de abaixamento/*replenishment* que consiste essencialmente em realocar os artigos armazenados, movimentando-os do *stock* de reserva (níveis superiores das estruturas de armazenagem) para as localizações de *picking* (níveis inferiores) (Gong, 2009).

Caso exista mais do que uma unidade no armazém de determinado artigo, a ordem pela qual são selecionados para abaixamento é definida por regras específicas. As mais utilizadas são: a) *First-in, First-out* (FIFO), b) *Last-in, First-out* (LIFO) e c) *batch first-in, first-out* (BFIFO). Na primeira regra, FIFO, baseia-se no facto dos primeiros produtos a entrarem no armazém serem os primeiros a serem retirados. Na regra LIFO, os últimos artigos a entrarem em armazém são os primeiros a serem retirados. Finalmente, a regra BFIFO considera o lote do artigo, pelo que artigos do mesmo lote estão em igualdade de circunstâncias em termos de utilização; no caso de existirem diferentes lotes, os primeiros lotes a entrarem são os primeiros a serem retirados para abaixamento (Gu *et al.*, 2010).

Após o abaixamento, o produto fica numa localização designada de *picking*. As localizações de *picking* podem ser fixas ou dinâmicas. A primeira tem como objetivo atribuir a cada produto uma localização específica (*slotting*), previamente definida e que é sempre a mesma, visando reduzir o tempo de viagem dos *pickers*, aumentar a precisão do *picking* e aumentar a taxa de utilização tanto do espaço de armazenagem como de mão-de-obra. Geralmente as localizações de *picking* fixas são

atribuídas para um período de tempo longo, com base no histórico de saídas ou nas previsões da procura. Se a gestão não adequar as localizações de *picking* de acordo com a procura do produto prevista, poderá incorrer em elevados prejuízos inerentes à inadequada localização dos artigos. A localização de *picking* dinâmica, *dynamic slotting*, consiste no mesmo processo anterior, com a diferença de ser realizado com muito mais frequência, normalmente, de acordo com as encomendas a preparar. Desta forma, os supervisores têm a possibilidade de modificar constantemente as localizações de *picking* de forma a tornar mais eficiente a recolha dos artigos (Trebilcock, 2011a).

Após o *replenishment* que movimenta o produto para uma localização de *picking*, é realizada a atividade de *picking*, uma das mais importantes em armazém, por ser onde se inicia, de modo palpável, o serviço ao cliente, tendo portanto bastante impacto no trinómio da logística tempo-custo-qualidade (Carvalho, 2012).

A atividade de *picking* é responsável pela preparação de um *mix* de artigos que consta normalmente na encomenda de um cliente. Existem diversos sistemas de *picking*, sendo o sistema *picker-to-parts* o usado na maioria dos armazéns atuais, e que consiste na recolha de todos os produtos de uma ou mais encomendas por um operador, pelo que o operador tem de se movimentar pelas localizações dos produtos encomendados. O operador poderá efetuar o *picking* a baixo nível ou a alto nível. No primeiro caso, a recolha é realizada apenas no nível mais baixo, enquanto no segundo caso os operadores são elevados até ao nível de altura onde recolherá os artigos necessários, como se pode visualizar no exemplo ilustrativo apresentado na figura 3.6 (Dallari *et al.*, 2008)



Figura 3.6 –Exemplo ilustrativo do *Picking* a alto nível

Fonte: Via Prevention (2013)

No sistema *picker-to-parts* podem ser destacados quatro métodos de *picking*: i) *picking by order*, ii) *picking by line*, iii) *zone picking* e iv) *batch picking*. No método *picking by order* o operador é responsável por recolher todos os itens de uma encomenda. No método *picking by line*, o *picker* recolhe em cada localização a quantidade de produto necessária para satisfazer várias encomendas, separando-as posteriormente. No método *zone picking*, a área de *picking* está dividida em zonas, e cada operador é alocado a uma zona e, conseqüentemente, o operador recolhe na zona a que está alocado a quantidade de produto necessária para satisfazer várias encomendas. Posteriormente, os produtos recolhidos em cada zona são consolidados de forma a que as encomendas fiquem completas. Finalmente o método *batch picking* é semelhante ao método *picking by line*, sendo considerado um grupo de encomendas e não a totalidade (Carvalho, 2012).

De seguida, é necessário proceder à atividade de ordenação, acumulação e embalagem dos produtos que consiste na preparação da paleta, isto é, em colocar os produtos da encomenda na paleta respetiva e proceder à filmagem da paleta, para poder seguir para expedição,. Por fim, as paletes são consolidadas no cais, onde se procederá ao carregamento do veículo para expedição da mercadoria (Carvalho, 2012).

Em termos de custos, é de realçar a importância da atividade de *picking* no custo total de um armazém, com um peso que pode ser superior a 50%, como se pode visualizar na figura 3.7 (Gong, 2009).

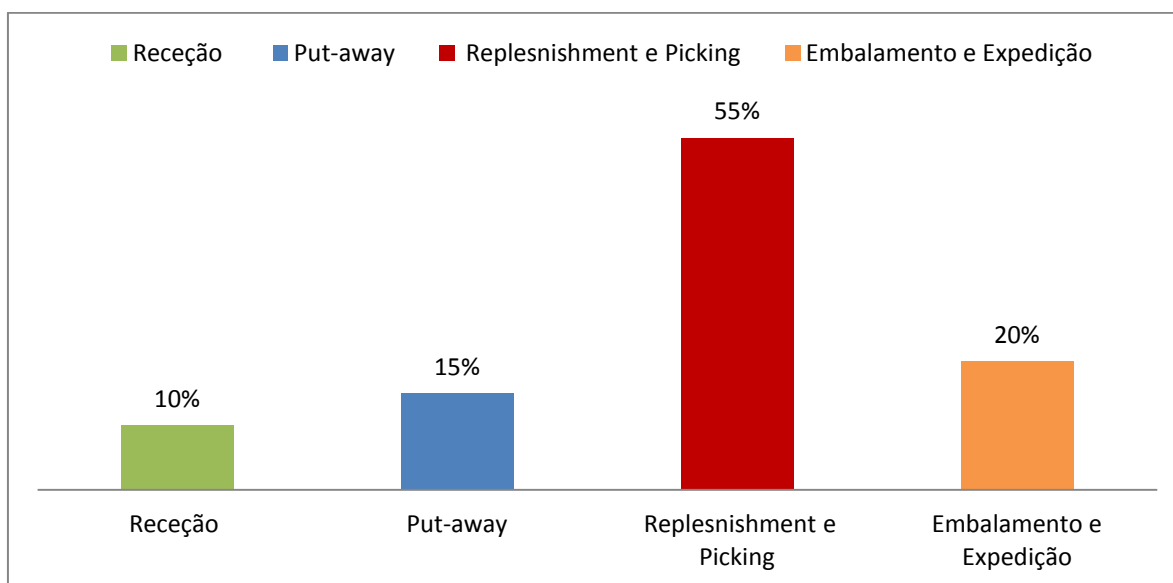


Figura 3.7 – Peso de cada atividade para os custos totais de um armazém

Fonte: Gong (2009)

A atividade de *cross-docking* consiste basicamente em transferir diretamente a mercadoria recebida para a expedição. Deste modo, é possível satisfazer as necessidades dos clientes eliminando-se as várias atividades entre a receção e a expedição (Belle, 2012).

3.2.4 – Sistemas de armazenagem

Os sistemas de armazenagem desempenham um papel importantíssimo em qualquer armazém ou centro de distribuição, maximizando o espaço de armazenagem e tendo um impacto na organização, produtividade e rendimento das instalações do armazém (Rogers, 2011a). Nos armazéns, são utilizados sistemas concebidos com o objetivo de reduzir custos laborais, otimizar espaço e com capacidade para reagir rapidamente a alterações necessárias para satisfazer os pedidos dos clientes. Não existindo um sistema unanimemente melhor, uma vez que os ideais serão os que se adequam da melhor forma às especificidades de cada artigo, um armazém que possua apenas um tipo de sistema de armazenagem ignora as diferenças que existem entre os tipos de artigos que movimenta e o respetivo papel no Armazém, não sendo a armazenagem tão eficiente quanto poderia ser (Bond, 2013a). Nas tabelas 3.1 e 3.2 são apresentados os sistemas de armazenagem atualmente mais utilizados.

Tabela 3.1 – Descrição dos sistemas de armazenagem manuais existentes I







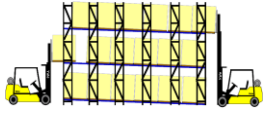






| Sistema de armazenagem | Descrição | Imagem |
|---|--|---|
| Empilhamento em bloco ou Block Staking | As cargas unitárias são empilhadas umas sobre as outras estando a sua base assente no solo. Cada linha de carga pode apresentar de duas a dez unidades de profundidade. A altura depende do peso e da estabilidade do material, assim como dos limites de segurança e altura das instalações do armazém (Bello, 2011). |  Fonte: Bello (2011) |
| Empilhamento em paletes de armação ou Pallet Stacking Frames | As paletes de armação são portáteis e permitem o empilhamento dos produtos, aumentando a mobilidade e a eficiência na utilização do espaço. O sistema poderá consistir numa armação anexa às paletes de madeira ou numa unidade de aço independente (Bello, 2011). |  Fonte: Titan rack(2013) |
| Rack Convencional de profundidade unitária ou Single-deep rack | Armazenagem de produtos paletizados com uma grande variedade de referências. Acesso direto e unitário a todas as referências (Carvalho, 2012). |  Fonte: Link 51 (2013) |
| Very Narrow Aisle Racking (VNA) | Armazenagem idêntica ao rack convencional, existindo apenas diferença na disposição dos racks e corredores mais estreitos, em que se consegue um aumento de capacidade de 40% relativamente à armazenagem convencional (IW Racks, 2013). |  Fonte: IW Racks (2013) |
| Rack de profundidade dupla ou Double-deep Rack | Estante com os mesmos princípios que o rack convencional mas com duas posições de profundidade. Reduz em 50% a perda de espaço dos corredores tornando, no entanto, o acesso às paletes mais restrito, regendo-se cada localização pela regra LIFO (Bello, 2011; Link 51, 2013). |  Fonte: Spaceway (2013) |
| Push back rack | As paletes podem movimentar-se sob uma plataforma de rolos inclinados (Link 51, 2013). Deste modo, quando a carga é alocada, a força do empilhador empurra as paletes já arrumadas para a retaguarda, criando espaço para a que se pretende alocar (Bello 2011). Quando uma paleta é retirada a seguinte desloca-se novamente até à mesma extremidade onde pode ser retirada. Como o acesso às paletes é feito pelo mesmo lado, o sistema rege-se de acordo com a regra LIFO (Link 51,2013). |  Fonte: Toyota (2013b) |
| Flow Rack | As paletes são alocadas de um lado do rack e retiradas no extremo oposto, deslocando-se por gravidade através de uma plataforma de rolos inclinada. Ou seja, quando uma paleta é retirada, a paleta seguinte avança para o seu lugar na extremidade onde pode ser retirada. Este sistema rege-se segundo a regra FIFO (Link 51, 2013). |  Fonte: Yale E&S (2013) |

Tabela 3.2 – Descrição dos sistemas de armazenagem manuais existentes II

| Sistema de armazenagem | Descrição | Imagem |
|---|--|---|
| Drive-In e Drive-Through | Estrutura que permite suportar as paletes nos diferentes níveis, tendo o empilhador de entrar dentro da própria estrutura para realizar a movimentação das cargas. No <i>Drive-In</i> é apenas possível aceder ao sistema por um lado, sendo o sistema regido pela regra LIFO. No <i>Drive-Through</i> é possível aceder de ambos os lados e portanto a regra de gestão é FIFO. Este tipo de sistema permite uma máxima utilização do espaço disponível (Carvalho, 2012; Bello, 2011). |  Fonte: The-Pallets (2013) |
| Mobile Pallet Racking | Estrutura idêntica ao rack convencional, com a diferença de apenas existir um corredor que permite aceder a todas as localizações do sistema. Tal é possível devido ao facto da estrutura estar assente em bases móveis que deslizam lateralmente, que abrem somente quando é necessário. (Link 51, 2013). |  Fonte: Storact (2013) |
| Over-Dock Storage Racks | Rack concebido de tal modo que permite utilizar o espaço por cima das portas dos cais, sem afetar as atividades de receção e expedição, (Cisco Eagle, 2013). |  Fonte: Cisco Eagle (2013) |
| Mezzanine Racking system | Sistema de armazenagem que utiliza o rack convencional, com a diferença de existirem diversos pisos para o mesmo corredor. Desta forma, consegue-se aumentar o número de localizações no armazém onde é possível alcançar os artigos manualmente ao nível do chão (Temesist, 2013). |  Fonte: Solostocks (2013) |
| Carrosséis horizontais e verticais | Sistema automático composto por um conjunto de prateleiras que rodam no sentido horizontal ou vertical, entregando os itens selecionados num ponto de acesso (Carvalho, 2012). Este sistema permite reduzir em 85% o espaço utilizado pelo rack convencional e reduzir a mão-de-obra em 65% (Rogers, 2010). |  Fonte: Dexion (2013) |
| Armazém autoportante | A própria estrutura de armazenagem forma a estrutura de suporte de um edifício compacto, com uma elevada capacidade de armazenagem. Este sistema automático usa transelevadores que realizam de forma automática a armazenagem das paletes, não sendo necessária a intervenção humana (Carvalho, 2012). |  Fonte: Mecalux (2013) |

3.2.5 – Equipamentos de movimentação de cargas

O sucesso na operação de qualquer armazém está também dependente da compatibilidade entre o sistema de armazenagem e os veículos de movimentação de cargas. Uma escolha errada deste tipo de equipamentos poderá traduzir-se num impacto negativo em termos de produtividade e eficiência (Rogers, 2011b) Assim, pretende-se nesta seção identificar e caracterizar os equipamentos mais utilizados na movimentação de cargas em armazéns.

Para proceder à movimentação de paletes na horizontal são normalmente utilizados porta-paletes elétricos, rápidos e poderosos, que permitem transportar até 3 000 quilogramas, com capacidade de elevação para carga e descarga. Por seu lado, para o *picking* em níveis mais baixos são utilizados equipamentos semelhantes aos porta-paletes, designados por preparadores de encomendas, que permitem dar resposta a uma variedade de exigências inerentes à operação de preparação de pedidos (Toyota, 2013c).

Para movimentação de contentores na vertical existem vários tipos de equipamentos que se encontram representados na figura 3.8, nomeadamente, a) Empilhador contrabalançado, b) *Stacker truck*, c) Empilhador retrátil (*reach truck*), d) Empilhador VNA homem em baixo e e) Empilhador VNA homem em cima (Link 51, 2013).

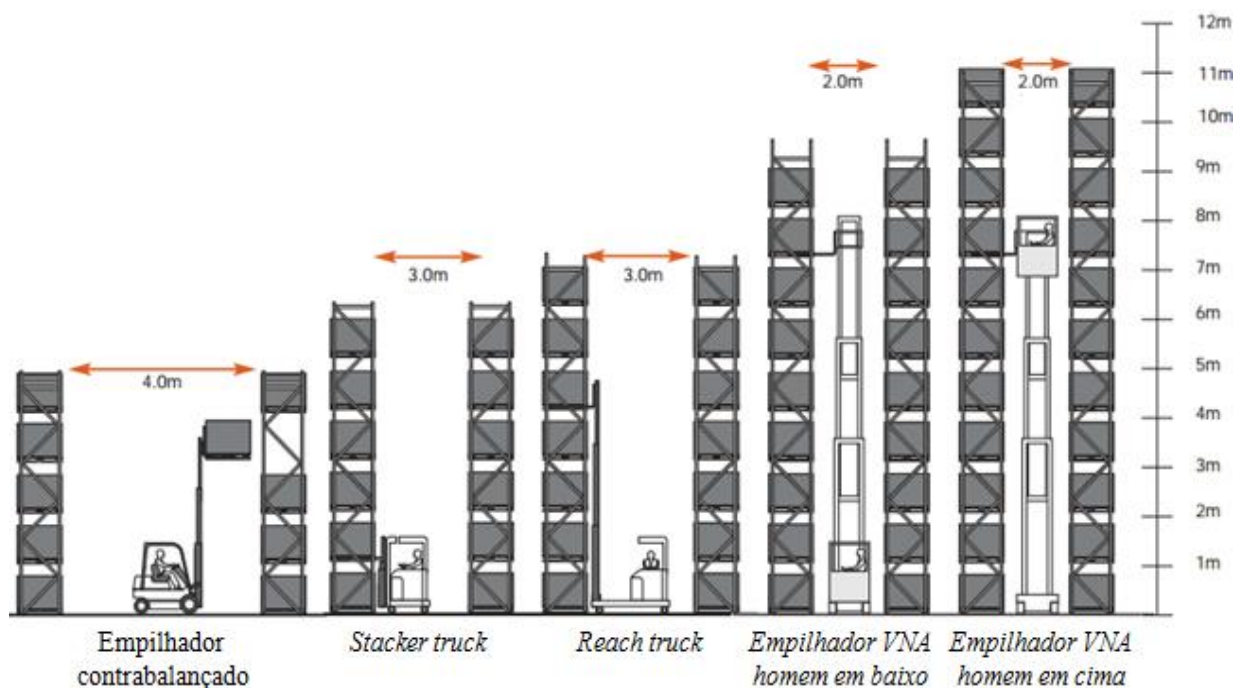


Figura 3.8 – Equipamentos de movimentação de cargas

Adaptado de: Link 51 (2013)

O empilhador contrabalançado é dos mais populares com uma robustez que lhe permite operar tanto em superfícies interiores como exteriores. O nome do empilhador advém do facto da carga, que é carregada de frente, ser contrabalançada com um peso sob as rodas traseiras, impedindo que este se incline para diante. Este empilhador possui, normalmente, capacidade para movimentar uma carga máxima entre 1 800 e 3 000 quilogramas, a uma altura até sensivelmente 5 metros (Rogers,2011b). Como se pode verificar na figura 3.8, para se poder utilizar o empilhador contrabalançado é necessário espaço nos corredores suficiente para efetuar as manobras de carga e descarga, como apresentado na figura 3.9.

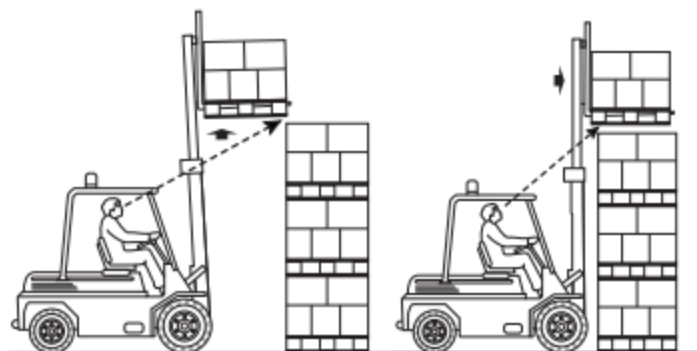


Figura 3.9 – Arrumação de contentores recorrendo a um empilhador contrabalançado

Adaptado de: Link 51 (2013)

Utilizando um *stracker truck*, a movimentação de contentores é idêntica ao empilhador contrabalançado, com a vantagem de não haver necessidade de tanto espaço e do equipamento possuir maior mobilidade e aptidão para aceder a cargas até 6 metros de altura. No entanto, possui uma menor capacidade de carga, carregando entre 800 e 1 600 quilogramas devendo, ainda, ser utilizado apenas em superfícies interiores (Toyota, 2013d).

O empilhador retrátil (*reach truck*) é semelhante ao anterior mas, como o próprio nome indica, tem capacidade de alcançar os *racks*, ao movimentar os garfos do empilhador que são suportados por uma base de rodas que se estendem na frente do empilhador, como mostra a figura 3.10. Esta funcionalidade permite oferecer uma maior estabilidade ao equipamento, permitindo alcançar uma altura máxima entre 7 e 10 metros (Link 51, 2013). Nos últimos anos, este tipo de equipamento tem vindo a substituir o tradicional empilhador contrabalançado no que toca a movimentação de cargas em superfícies interiores.

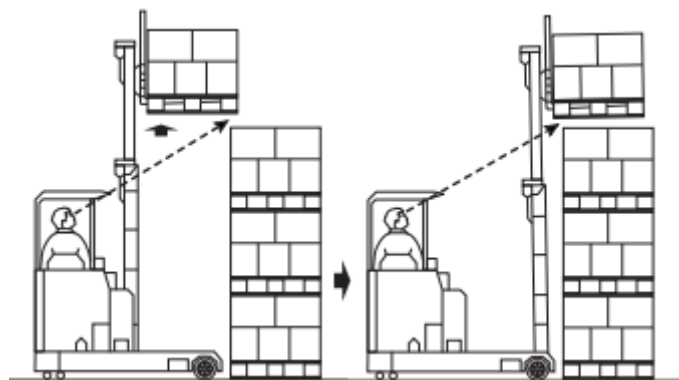


Figura 3.10 – Arrumação de contentores recorrendo a um empilhador retrátil

Adaptado de: Link 51 (2013)

Os empilhadores VNA permitem essencialmente a movimentação de cargas em corredores estreitos. O seu conceito nasce do *reach truck*, uma vez que a base é idêntica, isto é, em vez de utilizar um contra peso é utilizado um conjunto de braços de rodas que permite criar a estabilidade necessária ao empilhador. No entanto, neste caso, o equipamento em vez de aceder perpendicularmente aos *racks*, fá-lo paralelamente, permitindo a movimentação em corredores mais estreitos. Para aceder paralelamente aos *racks*, podem ser utilizadas duas formas diferentes (figura 3.11): a) *L head fork attachment* e b) *Side-loading telescopic forks*. A primeira forma consiste num acessório que é

colocado nos empilhadores e que permite rodar 90° dentro dos próprios corredores, podendo-se aceder a localizações de ambos os lados. Na outra forma são os próprios garfos que se estendem a partir do empilhador, podendo fazê-lo para ambos os lados do corredor. Para este tipo de empilhadores existem ainda duas possibilidades que dependem do tipo de cabine do empilhador (figura 3.11): a) Operador em baixo b) Operador em cima. No primeiro caso, a manobra do empilhador é efetuada mantendo-se a cabine do operador ao nível do chão. No outro caso, a cabine do operador eleva-se em conjunto com a carga, o que permite melhor visibilidade da operação (Rogers, 2011b).

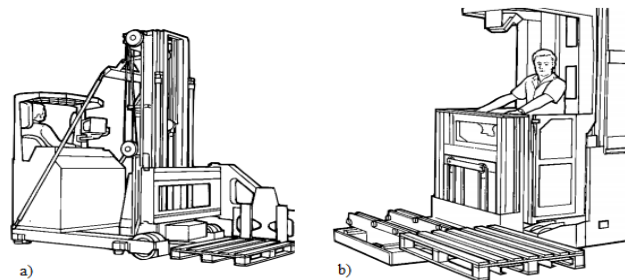


Figura 3.11 – Formas de movimentar contentores com empilhadores VNA

Adaptado de: Link 51 (2013)

Além disso, com o aparelho VNA homem cima, é também possível ao operador retirar artigos dos diferentes níveis dos *racks*, *picking* de alto nível, apesar de existirem equipamentos concebidos especificamente para essa tarefa, nomeadamente, *order pickers* e *stock pickers*. A utilização destes últimos permite um melhor acesso à unidade de carga onde colocar os artigos, que normalmente se encontra na retaguarda, como mostra a figura 3.12 (Rogers,2011b).

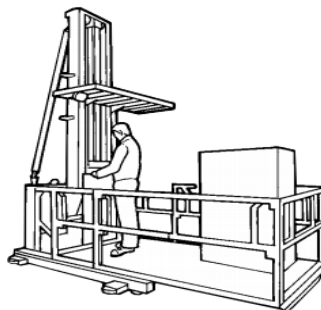


Figura 3.12- Preparador de encomendas para níveis elevados

Fonte: Link 51 (2013)

É de salientar ainda a enorme evolução que os *automatic guided vehicles* (AVGs) têm vindo a protagonizar, sendo cada vez mais utilizados em armazéns. São veículos automáticos que conseguem realizar o mesmo trabalho que um empilhador tradicional, sem qualquer intervenção do homem (Rogers, 2011c). Deste modo, a escolha deste tipo de equipamento deve-se ao facto do custo da mão-de-obra ser elevado. Ao analisar-se, por exemplo, o investimento realizado num empilhador tradicional para um horizonte temporal de 5 anos verifica-se que entre 70 e 75% do mesmo é afetado à mão-de-obra. Assim, facilmente se conclui que este tipo de equipamentos automáticos constitui uma excelente alternativa aos utilizados até aqui (Trebilcock, 2011b). Para o *picking*, existem também veículos semiautomáticos que permitem acompanhar o operador conforme vai retirando os artigos e os coloca na unidade de carga. Desta forma, o operador poderá estar focado apenas na atividade de

picking, conduzindo a um aumento da produtividade e a uma redução dos erros inerentes a esta atividade (Toyota, 2013e).

Nos últimos anos, com a necessidade de fazer mais com menos recursos, têm surgido diversos tipos de acessórios para empilhadores que permitem aumentar a sua capacidade de trabalho, bem como torná-los aptos para outras tarefas, ou seja, torna-los flexíveis (Andel, 2010). A figura 3.13, apresenta três exemplos deste tipo acessórios: a) Extensão dos garfos em comprimento, b) Extensão dos garfos em largura e c) *Roller-forks*. O primeiro exemplo é um acessório que permite aumentar para o dobro a capacidade do empilhador, em comprimento, que se torna imprescindível para os armazéns que utilizam *rack* de profundidade dupla (Star Industries, 2013). No segundo exemplo é apresentado uma extensão que permite triplicar a capacidade de manuseamento de paletes, sendo útil, por exemplo, em situações em que a receção representa um estrangulamento (*bottleneck*) para a operação (Bond, 2013b). O último exemplo consiste num acessório indispensável para movimentar cargas, cuja unidade de carga consiste numa *slip-sheet*, que será apresentada na secção 3.4.9 deste capítulo (Slip-sheets-attachments, 2013).



Figura 3.13 – Exemplos de acessórios para empilhadores

Adaptado de: Star Industries (2013), Bond (2013b) e Slip-sheets-attachments (2013)

Por último, é de notar a crescente preocupação com o aspeto ergonómico neste tipo de equipamentos. No final de um turno de oito horas, os operadores encontram-se doridos, principalmente nas zonas do pescoço e região lombar. De facto, em cerca de 50% do tempo despendido no empilhador, os operadores encontram-se em posições que poderão provocar graves lesões ou mesmo doença. Consequentemente, têm sido desenvolvidas algumas soluções ergonómicas, sendo certo que cada avanço neste sentido contribuirá para o aumento de produtividade deste tipo de operadores. Uma dessas soluções poderá consistir numa câmara montada junto aos garfos do empilhador que permitirá aumentar a visibilidade para o operador de todo o manuseamento de contentores, como mostra a figura 3.14. Desta forma, conseguir-se-á igualmente reduzir o ângulo de extensão do pescoço, uma das zonas mais propícias a lesões neste tipo de operadores. (Bond, 2012).



Figura 3.14 – Câmara montada nos garfos do empilhador

Adaptado de: Bendigomichel (2013)

3.2.6 – Unidades de carga

A unidade de carga universalmente reconhecida e mais utilizada para movimentação de cargas é, sem dúvida, a palete. Consiste numa plataforma portátil para a montagem de produtos, com o objetivo de criar uma unidade de carga para manuseamento com empilhadores ou porta-paletes e para a armazenagem de materiais. O material mais utilizado para a sua construção é a madeira, por ser um material mais barato e reciclável, no entanto, também existem paletes de plástico, de madeira comprimida e inclusive aço e alumínio. A integridade, estabilidade e eficiência de carga de uma paleta depende do padrão pelo qual os objetos estão empilhados, sendo que um padrão eficiente permite armazenar mais material no mesmo espaço (Bello, 2011).

Apesar de existir uma elevada variedade de medidas para as paletes, algumas são mais comuns que outras, sendo que na Europa é utilizada a Europaleta que corresponde às dimensões de 800×1200 milímetros. Recentemente têm sido associadas novas tecnologias às paletes, como a *radio-frequency identification* (RFID) e o *global positioning system* (GPS), que permitem obter mais informação e um melhor rastreamento da paleta e da respetiva mercadoria ao longo da cadeia de abastecimento (LeBlanc, 2013)

Além disso, nos últimos anos tem sido desenvolvida uma folha fina de plástico ou em cartão *kraft*, a *slip sheet*, que permite substituir as paletes no armazenamento e transporte de mercadorias, permitindo obter inúmeras vantagens relativamente à tradicional paleta de madeira nomeadamente (Rollerforks, 2013; Freshpakcorp, 2013):

- Ocupação de menor espaço; 150 *slip sheets* ocupam o mesmo espaço que 1 paleta, como mostra a figura 3.15;



Figura 3.15 – Comparação espaço ocupado por 25 paletes e 25 *slip sheet*

Fonte: Rollerforks (2013)

- 20 vezes mais leve;
- Permite aumentar entre 12 e 15% o volume de artigos por unidade de carga;
- Redução dos custos de transporte em 25%;
- Redução de custos inerentes ao retorno de paletes;
- Redução de custos administrativos;
- Redução do custo de aquisição em 10 vezes;
- Personalização para qualquer medida de carga;
- Reutilizável e fiável;

- Reciclável;
- Sem manutenção e de fácil substituição;
- Não necessita de desinfestação nem certificação;
- Capacidade de carga até 1 500 quilogramas.

Para a utilização desta unidade de carga é necessário utilizar extensões para os empilhadores, como os *roller-forks*, figura 3.13c. O empilhador aproxima-se da carga, coloca os garfos no chão e um conjunto de rolos eleva-se sob os garfos. Ao introduzir os garfos por baixo da mercadoria, os rolos rolam no sentido oposto ao movimento, permitindo que os garfos facilmente entrem por baixo da mercadoria. Ao elevar-se a carga, os rolos descem novamente para um nível abaixo dos garfos, descansando a mercadoria sob os garfos do empilhador (Rollerforks, 2013).

A movimentação deste tipo de unidades de carga nos *racks*, precisa da colocação de um suporte metálico de elevação em cada localização nos *racks*, como mostra a figura 3.16.



Figura 3.16 – Acessório necessário para movimentação de *slip sheets* em *racks*

Adaptado de: Palletless solutions (2013)

3.2.7 – Tecnologias de captação de dados e comunicação

Em qualquer ponto da cadeia de abastecimento, desde que se recebe a matéria-prima no produtor até à colocação dos produtos nas prateleiras das lojas, quanto mais informação se tiver relativamente ao produto e a todo o processo, melhor. É nesta vertente que os equipamentos de identificação de dados desempenham um papel chave no sucesso das operações, uma vez que torna possível a obtenção de dados precisos e em tempo real nos sistema de gestão dos armazéns e centros de distribuição conseguindo-se, desta forma, responder à contínua pressão de aumento de eficiência. Neste tipo de equipamentos, as tecnologias mais utilizadas são o *mobile computing*, RFID, código de barras e Tecnologia *Voice* (Rogers, 2011d).

A tecnologia *mobile computing* permite que os operadores possam receber instruções, recolher e introduzir informação em tempo real onde quer que estes se encontrem no armazém. Existem essencialmente dois tipos de aparelhos de *mobile computing*: a) o *vehicle-mounted computers* e b) o *ruggedized handheld devices*. O primeiro tipo consiste num computador montado em empilhadores ou outros equipamentos de movimentação de cargas em que, geralmente, também tem associado um leitor de código de barras (Rogers, 2011d). A tendência é para integrar com estes sistemas nos empilhadores a tecnologia *Voice*, que permitirá obter ganhos de produtividade para os operadores ao permitir que estes estejam constantemente a receber informações do sistema por voz, conseguindo-se assim extrair o melhor de cada uma das tecnologias (Bond, 2013c). Por sua vez, os *ruggedized handheld devices* são pequenos computadores portáteis que um operador facilmente transporta consigo para realizar diversas

atividades, como o *picking* por exemplo. Estão disponíveis em variadíssimas formas, possuindo ainda a capacidade para fazer a leitura de códigos de barras ou de etiquetas RFID (Rogers, 2011d).

Os códigos de barras são a forma mais comum de recolher dados, existindo diversos tipos de etiquetas e equipamentos de leitura. Em termos de etiquetas, podem-se destacar dois tipos: o código de barras de uma dimensão (1D) e o código de barras de duas dimensões (2D) (Rogers, 2011d). O primeiro é o mais comum, consistindo numa combinação de linhas pretas e brancas que são lidas apenas numa direção. O código de barras 2D, por seu lado, permite transmitir informação tanto na horizontal como na vertical. As principais vantagens da etiqueta 2D relativamente ao tipo 1D é a sua enorme capacidade de armazenamento de informação, podendo armazenar mais de 7 000 dígitos, ao contrário da etiqueta 1D, cujo valor máximo é de 20 dígitos. Além disso, este tipo de etiqueta possui uma enorme redundância, permitindo que a leitura da etiqueta seja feita mesmo se este esteja em muito mau estado, ao contrário dos códigos de barras 1D (Atteberry, 2013).

Em termos de leitores de códigos de barras, os mais comuns para códigos 1D são os leitores lasers, enquanto para 2D é utilizada a *imaging technology* que consiste em capturar a imagem de toda a etiqueta, conseguindo extrair a informação nela contida numa fração de segundo. As etiquetas RFID são etiquetas inteligentes em que não é necessária a intervenção humana para extrair a informação que consta em cada uma. Basta um leitor ou antena relativamente próximos da etiqueta para que, através de ondas de radiofrequência, se possa aceder a toda a informação nela contida. Por fim, a implementação da tecnologia *Voice* permite que os operadores possuam as mãos e os olhos livres para realizar as tarefas, pelo facto das instruções do computador serem traduzidas para instruções de voz e vice-versa (Rogers,2011d).

3.2.8 – Sistemas de gestão do armazém

Atualmente, a eficiência de um armazém constitui um fator crucial de sucesso para gerir eficazmente a cadeia de abastecimento, sendo que a implementação de tecnologias mais recentes pode traduzir-se na otimização das operações e no aumento da produtividade e da satisfação do cliente. Assim, o *Warehouse Management System* (WMS) que representa uma ferramenta crucial num armazém, ao suportar e gerir todo o fluxo de informação inerente ao funcionamento do mesmo, é responsável por registar todos os acontecimentos e ações associadas à receção, expedição, manipulação e armazenamento de artigos no armazém (Gu *et al.*, 2010). O WMS permite ainda otimizar as atividades operacionais ao emitir sugestões e realizar cálculos avançados que permitem, por exemplo, otimizar o espaço de armazenagem ou reduzir distâncias de viagens durante o *picking*. Para além de gerir toda a informação dentro do armazém, o WMS desempenha ainda um papel bastante importante na interligação com as entidades exteriores ao armazém (Pereira *et al.*, 2010).

No entanto, apesar de terem existido bastantes avanços em termos tecnológicos e em regras e lógicas sofisticadas, é considerado que na maior parte dos armazéns não são exploradas mais do que 60 a 65% das potencialidades do sistema WMS. Tal deve-se ao facto de, habitualmente, a gestão usar o sistema apenas como uma ferramenta de execução, ao invés de uma excelente oportunidade de melhoria de produtividade, caso fossem exploradas outras vertentes. Algumas formas de potencializar o sistema WMS, é utilizando alguns métodos e ferramentas adicionais, nomeadamente, *task interleaving*, *slotting feature*, o *real-time locating system* (RTLS) e o *labor management system* (LMS) (Napolitana, 2012a).

O *task interleaving* é uma funcionalidade que pode ser introduzida no WMS, com vista a alterar o modo como este atribui as tarefas aos operadores, consistindo num *mix* de tarefas que permite reduzir o tempo despendido em viagem. Por exemplo, se um empilhador se encontrar no cais e for necessário

realizar um reabastecimento de um *picking*, em vez de seguir vazio para essa localização poderá transportar uma paleta a arrumar numa localização próxima da localização dessa próxima tarefa, sendo este um simples exemplo da modificação introduzida pelo *task interleaving*. Em muitos armazéns, entre 50 e 60% do tempo dos empilhadores é despendido a viajar, sendo que em sensivelmente metade desse tempo fazem-no de garfos vazios, permitindo esta metodologia reduzir esse constrangimento. Existem, por conseguinte, duas finalidades principais neste método (Ackerman, 2001).

- A existência de intercalação de tarefas, isto é, em vez de um operador realizar apenas um tipo de tarefa, realiza várias, de modo a reduzir o tempo total de viagem; este conceito pode ser comparado ao *backhauling* utilizado nos transportes;
- Na atribuição da tarefa seguinte, o sistema não terá só em conta a prioridade da mesma para a operação, mas também a proximidade entre o final de uma tarefa e o início da próxima.

Em armazéns que implementaram o *task interleaving*, foram obtidos ganhos de produtividade entre os 30 e os 50%, o que espelha as potencialidades deste método (Ackerman, 2001).

Relativamente às ferramentas de *slotting*, estas permitem calcular automaticamente, através de algoritmos sofisticados, as localizações mais adequadas no armazém quer para os artigos no *picking*, quer para o próprio *stock* de reserva. Deste modo, é possível aumentar drasticamente a produtividade, pela redução das distâncias percorridas pelos operadores e maximização da taxa de utilização do espaço nos armazéns. Além disso, atualmente, é uma ferramenta fácil de utilizar (SCDigest, 2008).

O sistema RTLS permite rastrear todos os movimentos dos equipamentos de movimentação de cargas no armazém, bem como todas as paletes de mercadoria manuseadas, sem ser necessário fazer a leitura tanto do código de barras como das localizações onde foram colocadas/retiradas. Este facto possibilita aos operadores um aumento de concentração na movimentação das paletes, uma vez que o registo de toda a sua operação será automaticamente obtido pelo RTLS e transmitido ao WMS. Além disso, a precisão do inventário será elevada, pois o operador recebe um alerta se estiver a manusear uma paleta incorreta ou a colocá-la na localização diferente da pretendida. Finalmente, este sistema facultará uma base de dados de todos os passos dados pelos empilhadores em armazém, permitindo conhecer pormenorizadamente todo o processo. Desta forma, será possível à gestão redesenhar práticas operacionais e reduzir tempos de viagem, para além de poder avaliar o desempenho dos operadores. Empresas que implementaram esta ferramenta obtiveram um aumento de produtividade em 47%, o que reflete a vantagem da implementação desta ferramenta. (Trebilcock, 2011c)

Uma enorme preocupação em relação às operações logísticas tem sido a produtividade da mão-de-obra uma vez que, independentemente das características e da tecnologia utilizada, o sistema de armazenagem será tão bom quanto o desempenho dos seus operadores (Bowersox, 2006). Nesse sentido, surge outra ferramenta, o LMS, que visa gerir uma das áreas mais complexas e dispendiosas da cadeia de abastecimento, os recursos humanos, sendo de notar que normalmente os armazéns exploram apenas 60 a 75% das suas capacidades. Esta ferramenta possui como principais funções (Napolitano, 2012b):

- Acesso em tempo real ao desempenho dos operadores, o que permite atuar imediatamente no caso de a operação não estar a correr conforme esperado;
- Identificação dos tempos improdutivos dos operadores, permitindo tomar medidas de modo a reduzir o seu impacto;
- Método de incentivos a partir do qual é atribuído o prémio de produtividade aos operadores, de acordo com os *standards* imputados a cada tarefa;

- Planeamento da mão-de-obra necessária para responder aos diferentes pedidos efetuados ao armazém. Desta forma, é possível, por um lado, eliminar o excesso de mão-de-obra solicitada para responder a um pedido, bem como a falta da mesma, aumentando portanto a produtividade e a qualidade do serviço;
- Apuramento dos custos de mão-de-obra inerentes a cada encomenda;
- Criação de cenários que visam prever o impacto de alterações no armazém. Por exemplo, se fosse introduzida uma nova tecnologia no armazém ou feita uma alteração no *layout*, seria possível estimar o impacto destas alterações na produtividade dos operadores.

Nos armazéns em que o LMS foi implementado verificou-se, em média, um aumento de 20% na produtividade dos recursos humanos aliado, simultaneamente, a um aumento da qualidade e do serviço prestado. Além disso, é de assinalar que o *payback* verificado na implementação deste sistema tem variado entre 9 e 16 meses (Napolitano, 2011).

Desta forma, é de salientar que apesar do WMS constituir o suporte para as operações de armazenagem, caso exista a preocupação por parte da gestão em adaptar o seu sistema à sua atividade em específico, os resultados obtidos poderão ser muito relevantes.

3.2.9 – Armazenagem *lean*

O pensamento *lean*, adotado inicialmente na área de produção, trata-se de uma abordagem inovadora de gestão cujos princípios assentam na redução de desperdícios e na melhoria contínua das organizações, tendo sido criadas para o efeito, diversas ferramentas (Tostar & Karlsson, 2008).

Muitos autores defendem que os termos armazenagem e *lean* são mutuamente exclusivos, uma vez que consideram um desperdício a constituição de *stocks*. Mas, tal como foi descrito anteriormente, os armazéns serão sempre um instrumento necessário às empresas, como forma de lidar com a variação da oferta e da procura (Garcia, 2003). Assim, tem-se assistido a uma mudança na armazenagem, com os gestores a reconhecerem os inúmeros benefícios da implementação dos princípios *lean* nesta área. Empresas que o fizeram, obtiveram uma redução de custos de armazenagem na ordem dos 20% a 40%. Além disso, foi simultaneamente possível aumentar a flexibilidade, a sustentabilidade e o nível de serviço ao cliente. Deste modo, pode verificar-se a enorme potencialidade da aplicação deste pensamento na armazenagem, além de que o investimento monetário necessário para a sua implementação é pouco significativo (Alicke *et al.*, 2008).

Capítulo 4 – Fatores improdutivos dos *Letdown's*

Esta dissertação tem como objetivo analisar e estudar propostas que visem a melhoria do desempenho de um grupo específico de operadores, os *Letdown's*, no armazém de não-precíveis do centro de distribuição da Azambuja. Não existia nenhum estudo neste âmbito, apesar da sua elevada relevância para a operação do armazém, pelo que constituiu uma excelente oportunidade para a realização desta dissertação.

O ponto de partida no caso de estudo consistiu em identificar os principais fatores improdutivos que influenciam negativamente o desempenho dos *Letdown's*. Para isso, foram necessárias várias semanas a acompanhar a operação e a dialogar com os intervenientes, de modo a compreender todo o processo e os seus desperdícios.

Os principais fatores de improdutividade identificados são:

- Distância percorrida;
- Gestão da atribuição de tarefas;
- Tempo em viagem de garfos vazios;
- Discrepâncias entre o valor do *stock* no sistema informático e o que se encontra realmente nos espaços de *picking*;
- Movimentação de contentores nos níveis mais elevados de arrumação;
- Concentração de operadores nos mesmos locais;
- Necessidade de se realizar diariamente centenas de leituras de códigos de barras de etiquetas;
- Movimentação de paletes vazias durante a tarefa de abaixamento;
- Operadores;
- Escassez de informação.

Assim, neste capítulo são descritos os fatores que se consideram mais relevantes, sendo descrito em que medida cada um influencia negativamente a produtividade dos *Letdown's* e desenvolvidas algumas análises que o pretendem demonstrar.

4.1 – Distância percorrida

Ao longo do estágio foi notório que os empilhadores percorrem longas distâncias para execução das tarefas. Apesar do armazém possuir grandes dimensões que podem justificar este facto, existem diversas situações em que as distâncias percorridas derivam sobretudo da ineficiência dos métodos utilizados. Este fator constitui um dos maiores problemas identificados, uma vez que quanto maior for a distância média a percorrer por *Letdown* por tarefa, menor é a quantidade de contentores movimentada. Com isto, foram identificadas situações em que se considera que são percorridas distâncias excessivas.

No abaixamento, as distâncias percorridas entre o *stock* de reserva e o *picking* do artigo são frequentemente elevadas, devido ao facto da arrumação dos contentores os dispersar muitas vezes pelo armazém, como mostra o exemplo da figura 4.1. O artigo 531083, da zona não-alimentar, tem uma elevada taxa de rotação e o *picking* encontra-se na localização 47.057.11, nas três frentes do bastidor. No dia em análise, o artigo possuía um *stock* de 204 contentores, cujas localizações foram extraídas de WPMS e estão assinaladas na figura 4.1. A azul estão representados os *slots* vazios e a verde os *slots* ocupados por um contentor do artigo 531083. Cada bastidor possui quatro unidades no mapa, uma para indicação do número correspondente ao bastidor e as restantes três correspondem aos 3 *slots* horizontais. Além disso, a cada contentor arrumado está associada uma letra, correspondente ao nível de altura em que se encontra arrumado. Ou seja, um contentor com o código 47.059.1B estará

localizado no corredor 47, no bastidor 59, na localização mais próxima no decorrer do sentido do corredor (1), ao nível B, como indicado na figura.

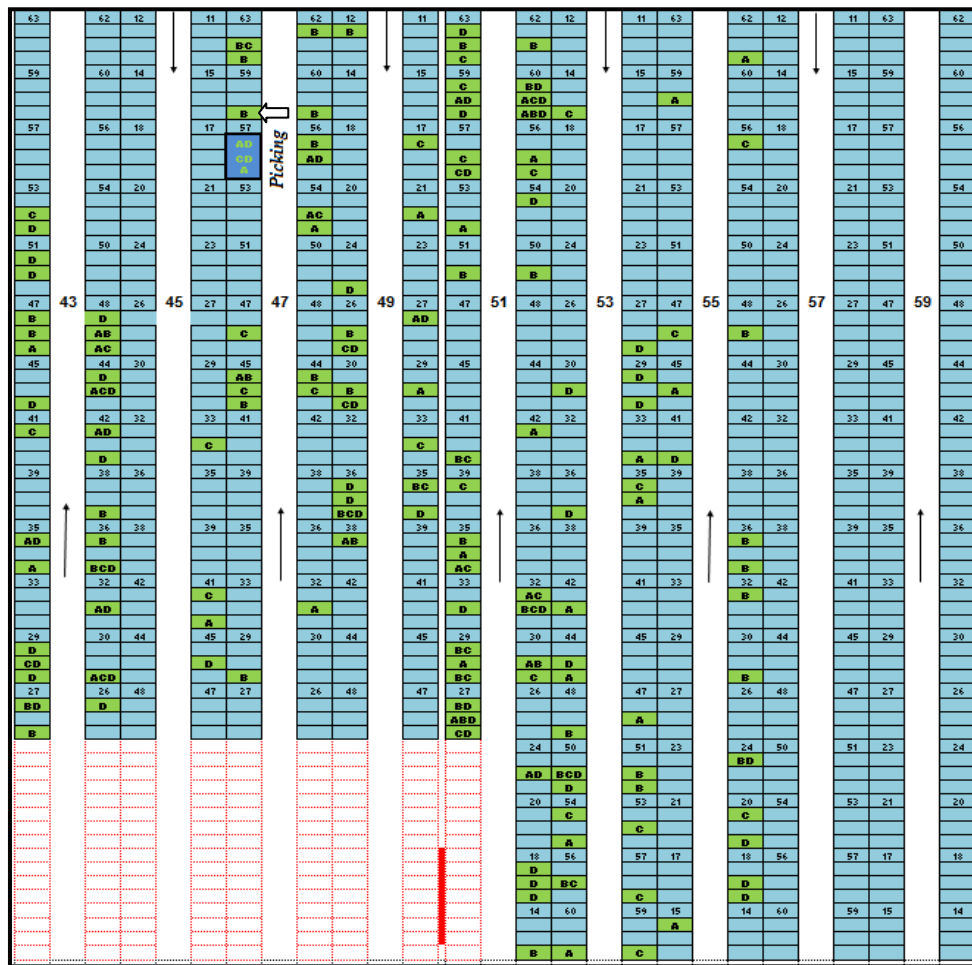


Figura 4.1 – Distribuição do stock de reserva do artigo 531083 no dia em análise

Pode concluir-se que apenas 13% dos contentores estão alocados no corredor onde ocorre o *picking* e apenas 27% da mercadoria está alocada no próprio corredor e nos dois corredores adjacentes (45 e 49). Esta situação é recorrente em artigos que possuem um número considerável de contentores em *stock* de reserva, encontrando-se dispersos por todo o *layout* da sua zona.

Deste modo, ao percorrerem uma maior distância para realizar um abaixamento de um artigo, a produtividade dos *Letdown's* é afetada negativamente. Além disso, uma vez que a tarefa de abaixamento é normalmente realizada poucos momentos antes de ser necessária ao *picking*, pode condicionar o *picking* e, conseqüentemente, a sua produtividade.

As principais causas responsáveis por esta situação são: a) regras de alocação utilizadas; b) nível de enchimento do armazém e c) quantidade de contentores recebidos por artigo em cada entrega do fornecedor.

a) As regras de alocação apresentadas na secção 2.2.2.2 são as regras que o sistema WPMS utiliza quando define a localização dos contentores no momento da arrumação. No entanto, existem algumas regras que se revelam pouco eficientes pois resultam na alocação de mercadoria em locais mais distantes do que seria conveniente, nomeadamente:

- a1) Dentro do corredor do *buffer* de referência, a alocação é realizada em primeiro lugar para todo o lado direito do corredor a partir do mesmo e só depois para o lado esquerdo;
- a2) Quando não existem *slots* disponíveis no corredor onde se encontra o *buffer* de referência, a sequência de arrumação aloca muitas vezes os contentores nos corredores alternativos, do sentido da zona mais afastada do cais para o cais;
- a3) Sequências de corredores alternativos por vezes inadequadas;
- a4) Inexistência de distinção na alocação dos diversos tipos de produtos com diferentes taxas de rotação do *stock*;

a1) O sistema WPMS aloca os contentores no corredor do *picking* do artigo primeiramente nos espaços vazios a partir do *buffer* de referência (lado direito do corredor, grupo 1 da sequência); quando todos esses espaços estão preenchidos é que aloca contentores no lado oposto, igualmente a partir do *buffer* de referência, por ordem inversa da sequência de arrumação (lado esquerdo do corredor, grupo 2 da sequência). Deste modo, surgem situações como a ilustrada na figura 4.2, em que mesmo existindo um espaço livre a 1 metro do *picking*, mas localizado à sua esquerda (espaço A), o sistema atribuirá ao contentor, em primeiro lugar, um espaço livre à direita do *picking* (espaço B), caso exista, mesmo que se encontre a 45 metros do *picking*, por exemplo. Ou seja, o modo como os contentores são alocados dentro do corredor não dá prioridade à localização mais próxima, tornando o sistema ineficiente.



Figura 4.2 – Exemplo de alocação dos contentores

a2) Quando não existem *slots* disponíveis no corredor onde se encontra o *buffer* de referência, o sistema aloca os contentores seguindo estritamente a sequência de arrumação ascendente referida no capítulo 2 e apresentada na figura 2.16. Assim, como a sequência reflete sempre o sentido do *picking*, verificam-se situações em que se está a arrumar mercadoria mais longe do cais do que o necessário (caso de corredores em que o sentido de arrumação é da zona mais afastada para o cais), sem razão aparente. Na figura 4.3 são ilustrados os corredores 2 e 6 onde, neste momento, não existe qualquer atividade de *picking*, sendo utilizados apenas como corredores alternativos para arrumação de *stock* de reserva e *buffer* chão. Tal como se pode verificar pelos placares, o sentido do corredor é da zona mais afastada, para a zona mais próxima do cais, tendo os contentores sido arrumados segundo a mesma lógica. Deste modo, apesar de praticamente todas as localizações mais próximas do cais se encontrarem livres, o sistema WPMS começa por alocar mercadoria a partir da zona mais afastada, percorrendo-se uma distância completamente desnecessária tanto para arrumar os contentores, como provavelmente para os retirar quando forem necessários.



Figura 4.3 – Alocação de contentores a partir da zona mais afastada

a3) Relativamente às sequências de corredores alternativos, existem diversos casos em que a mercadoria é arrumada em primeiro lugar, em corredores mais afastados do que o necessário do *buffer* de referência. Por exemplo, a sequência de corredores alternativos ao corredor 21 é os corredores 23, 25, 27 e 29 (todos os corredores à sua direita), e só depois os corredores à esquerda, incluindo o corredor adjacente, o corredor 19. Esta situação verifica-se para os vários corredores, contribuindo para o aumento das distâncias a percorrer entre o *stock* de reserva e o *picking* dos artigos.

a4) A alocação é feita não tendo em consideração a taxa de rotação dos artigos. Um artigo com uma taxa de saída de paletes superior a 1300 por mês é arrumado com base nos mesmos critérios que um artigo em que apenas se executa um décimo de uma paleta no mesmo período. Este facto constitui uma outra fonte de improdutividade para a operação, uma vez que são os artigos de maior rotatividade que originam um maior número de movimentos de contentores nas diversas tarefas. Deste modo, deveriam possuir o *stock* de reserva nas localizações mais eficientes do armazém, em detrimento dos artigos de baixa rotatividade, onde não é essencial essa proximidade, dada a reduzida frequência em que haverá necessidade de os movimentar.

Ainda relativamente à alocação de mercadoria é de notar que, por vezes, os contentores após terem sido recebidos, permanecem várias horas no cais, até serem arrumados. Registaram-se situações em que os contentores permaneceram nessas condições mais de 14 horas para serem arrumados. Assim, no momento em que os *Letdown's* vão arrumar os contentores, a proposta de alocação, realizada durante a receção da mercadoria, poderá já não ser a mais eficiente pois pode estar desatualizada, uma vez que algumas localizações na proximidade do *picking* desse produto poderão ter sido entretanto libertadas.

b) A taxa de ocupação do armazém é um fator a ter em conta, uma vez que quanto maior é a taxa de ocupação mais complexa é a alocação da mercadoria, uma vez que existirão poucos *slots* disponíveis e poderão não se encontrar na proximidade do *picking* respetivo, tendo a mercadoria recebida de ser dispersa pelos espaços livres. Atualmente o armazém apresenta uma taxa de ocupação elevada, na ordem dos 90%, pelo que é uma das principais causas para a dispersão dos contentores no armazém. A taxa de ocupação dos *racks* também é elevada devido b1) à existência de numerosos artigos com uma taxa de cobertura elevada e b2) o *stock* de contentores executados como completos ser alocado da mesma forma que os contentores executados através do *picking*.

b1) Por exemplo, no final de Março, existiam 199 artigos com uma taxa de cobertura igual ou superior a 2 meses, correspondendo a 1606 contentores, ou seja, 12% da mercadoria alocada no armazém. Com taxa de cobertura igual ou superior a 6 meses existiam 76 artigos, correspondendo a 641 contentores,

ou seja, 5% da mercadoria em armazém. Esta situação condiciona a taxa de ocupação do Armazém e, por isso, a sua eficiência, para além do impacto em termos financeiros.

b2) Os contentores a executar como completos são arrumados da mesma forma que os contentores para abaixamento. Esta situação implica que se esteja a ocupar espaços que seriam mais produtivos se utilizados apenas para abaixamento, uma vez que para a execução de contentor completo a distância ao *picking* não é relevante. Por exemplo, pela análise do histórico das saídas do armazém no mês de março, 67% do volume de saída do artigo 598441, que representou o artigo com maior saída (1381 paletes), foi expedido em contentor completo. Se os contentores deste artigo que foram executados completos não estivessem arrumados nos *racks* dos corredores do *picking*, cerca de 930 localizações que foram ocupadas estariam livres durante o mês de março para alocar outros contentores em que seria necessário realizar o abaixamento.

c) A quantidade de um artigo que é recebida em cada entrega do fornecedor constitui também um fator que influencia a dispersão dos contentores no armazém. O sistema WPMS começa por alocar os contentores o mais próximo possível do *picking*, sendo evidente que quanto maior for a quantidade de contentores a alocar de um só artigo, mais distantes estes terão que ser arrumados. Este facto ocorre em artigos com maior taxa de rotação. Os artigos com baixa taxa de rotação, normalmente são recebidos em pouca quantidade, pelo que possuem o seu *stock* de reserva mais próximo do *picking*.

A distância que é necessária percorrer nas tarefas de arrumação e de execução de contentor completo, também está dependente do modo como os contentores são arrumados. No entanto, existem outras vicissitudes inerentes às próprias tarefas que implicam numa maior distância a percorrer o que influencia a produtividade dos *Letdown's*.

Na tarefa de arrumação a principal razão para que sejam percorridas distâncias excessivas ocorre quando a mercadoria não é rececionada na porta mais próxima onde o artigo se encontra centralizado. Nestas circunstâncias, os empilhadores têm de percorrer adicionalmente uma distância perpendicular aos corredores que, por vezes, é superior à distância que teria de ser percorrida para arrumar a mercadoria, se esta fosse recebida na zona respetiva.

Na execução de contentor completo, o *Letdown* pode ter que percorrer o armazém em toda a sua largura, tendo um impacto na sua produtividade. Por exemplo, na expedição para a ilha da Madeira, que normalmente é realizada nas portas 35, 36 e 37, a maior parte da mercadoria é executada em contentor completo e é da zona alimentar, o que envolve percorrer elevadas distâncias. Outro exemplo são os contentores da zona não-alimentar que são expedidos nas portas 1 a 8, que se encontram na extremidade oposta à zona.

4.2 – Gestão da atribuição de tarefas

Outra situação pouco produtiva ocorre quando os *Letdown's* ao terminarem uma tarefa têm que percorrer uma grande distância até à localização onde se inicia a tarefa seguinte. Por isso, o modo como as tarefas são atribuídas aos *Letdown's* pelo sistema WPMS e em parte pelos supervisores, constitui outro fator que condiciona a produtividade destes operadores.

Considere-se o exemplo apresentado na tabela 4.1, em que é possível analisar uma sequência de operações protagonizada pelo operador 101628 durante o período de meia hora, em que efetuou apenas abaixamentos. Verifica-se que, por diversas ocasiões, a localização onde o operador inicia a tarefa seguinte é distante da localização onde terminou a tarefa anterior. Por exemplo, o *Letdown* ao terminar o abaixamento nº1 na localização 05.014.11, teve que percorrer praticamente todo o Armazém até ao abaixamento seguinte, na localização 56.026.1C. Em apenas meia hora, teve de

efetuar longas distâncias, entre a zona alimentar e não-alimentar, por seis ocasiões. Apesar dos tempos extraídos do sistema WPMS serem pouco precisos, encontrando-se em minutos nota-se, ainda assim, que foi nestas ocasiões que as tarefas, em geral, exigiram um maior dispêndio de tempo por parte dos operadores, como seria de esperar.

Tabela 4.1 – Exemplo de atribuição de tarefas afastadas entre si

| Abaixamento | Hora aceita tarefa | Localização atual | Localização início tarefa | Hora termina tarefa | Localização fim tarefa | Zona |
|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|---------------|
| 1 | 09:28 | - | 07.063.3D | 09:30 | 05.014.11 | Alimentar |
| 2 | 09:30 | 05.014.11 | 56.026.1C | 09:33 | 54.026.11 | Não Alimentar |
| 3 | 09:33 | 54.026.11 | 55.051.3D | 09:36 | 55.039.31 | Não Alimentar |
| 4 | 09:36 | 55.039.31 | 57.014.1A | 09:38 | 47.056.11 | Não Alimentar |
| 5 | 09:38 | 47.056.11 | 10.012.1C | 09:42 | 16.038.11 | Alimentar |
| 6 | 09:44 | 16.038.11 | 47.051.1D | 09:47 | 47.042.11 | Não Alimentar |
| 7 | 09:47 | 47.042.11 | 27.017.3B | 09:50 | 27.045.11 | Alimentar |
| 8 | 09:50 | 27.045.11 | 49.012.3A | 09:53 | 55.042.11 | Não Alimentar |
| 9 | 09:53 | 55.042.11 | 09.053.2C | 09:57 | 09.053.21 | Alimentar |

Esta situação deriva da gestão da atribuição de tarefas protagonizada pelo sistema WPMS, que ao atribuir as tarefas aos *Letdown's*, apenas tem em consideração as prioridades das mesmas, não considerando qualquer critério relativamente à distância que é necessária percorrer entre tarefas consecutivas. Esta situação provoca um aumento da distância a percorrer entre tarefas, que é mais penalizadora pelo fato de ser realizada de garfos vazios.

A distância entre tarefas é ainda mais acentuada quando a supervisão não divide a equipa por áreas do armazém, o que se verifica normalmente quando não existe o número suficiente de *Letdown's* para responder às necessidades da operação. No entanto, a divisão dos *Letdown's* por áreas do armazém também poderá ser contra producente, uma vez que existe uma elevada volatilidade no volume de trabalho nas diversas áreas do armazém, correndo-se o risco de estarem a ser realizadas tarefas pouco urgentes numa zona, em detrimento de tarefas urgentes necessárias noutras zonas do armazém. Além disso, as situações em que a supervisão atribui apenas um tipo de tarefa aos *Letdown's* também se consideram inadequadas, uma vez que não poderá existir uma intercalação de tarefas, estando sempre presente uma componente improdutiva, a da viagem de regresso.

Outro aspeto negativo a salientar é o fato da tarefa de abaixamento normal apenas poder ser aceite pelo *Letdown* após o caixeiro iniciar a unidade de trabalho. Mesmo que grande parte dos espaços de *picking* do armazém estejam vazios e a necessitar que seja realizado o respetivo abaixamento, este apenas poderá ser aceite e realizado por um *Letdown* quando um caixeiro aceitar uma unidade de trabalho que necessite de um desses artigos. Esta especificação/condição torna a operação de reabastecimento do *picking* demasiado irregular. Apesar de ser um modelo que procura realizar um reabastecimento *just in time* dos espaços estritamente necessários no horizonte temporal próximo, pode ser simultaneamente uma metodologia pouco eficiente para a operação. Assim, num determinado momento, tanto pode não haver qualquer tarefa de abaixamento para realizar, como no momento seguinte pode ser necessário realizar dezenas de abaixamentos urgentes, podendo não existir capacidade de resposta.

São recorrentes estas situações em que o abaixamento não é realizado atempadamente, por falta de capacidade, o que tem um impacto enorme na produtividade dos caixeiros, aumenta a probabilidade de ocorrência de congestionamentos de corredores e obriga a que sejam percorridas longas distâncias pelos *Letdown's* para suprimir os pedidos de abaixamento efetuados pelos caixeiros.

Além disso, quando não existem abaixamentos para realizar, os *Letdown's* normalmente fazem abaixamentos sem qualquer critério de seleção. Assim, podem ser baixados artigos que não serão necessários nos próximos dias, em detrimento de outros já identificados pelo sistema e cujo *stock* no *picking* já é nulo. Pode-se concluir que, por um lado, existe um sistema bastante exigente que apenas abastece o que é estritamente necessário para satisfazer as unidades de trabalho aceites pelos caixeiros, mas que em momentos da operação, por não existir trabalho planeado, os *Letdown's* realizam trabalho sem qualquer critério.

Outro aspeto a considerar na atribuição das tarefas prende-se com o facto de, por vezes, o sistema WPMS enviar para localizações próximas um número elevado de *Letdown's*, criando congestionamento na circulação dos empilhadores, e portanto consumo de tempo. Na tarefa de abaixamento, tal como está planeada, este problema é de difícil resolução mas, tanto na execução de contentor completo como na arrumação, a gestão poderia ser mais eficiente. A figura 4.4 ilustra esta situação. O sistema colocou 7 *Letdown's* a executar contentores completos para a mesma porta de expedição, existindo sempre uma fila de espera de vários empilhadores para descarregar o contentor na mesma linha.

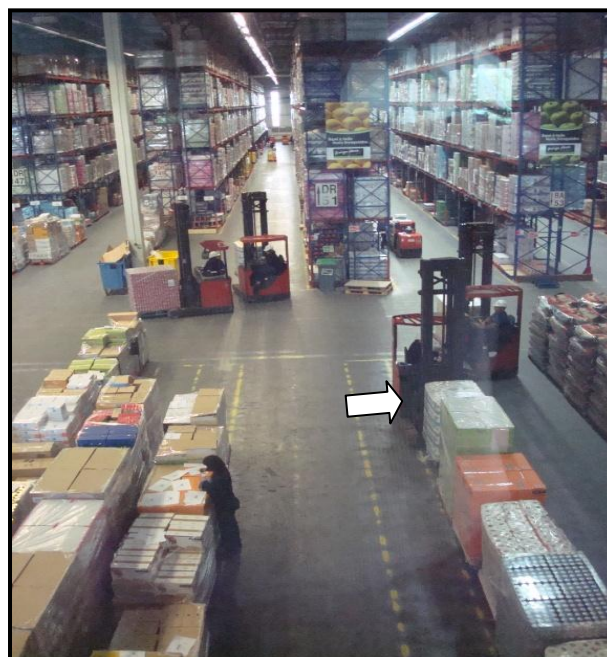


Figura 4.4 – *Letdown's* na execução de contentor completo para a mesma linha

O mesmo sucede, por vezes, nas tarefas de arrumação, quando vários *Letdown's* fazem a arrumação de poucas linhas, como se pode verificar na figura 4.5, em que 5 *Letdown's* se encontram a aguardar para realizarem a arrumação de contentores da mesma linha da porta de receção.



Figura 4.5 - Letdown's a aguardarem para realizarem arrumação de contentores da mesma linha

Este caso é, no entanto, distinto do anterior, uma vez que resulta de não ser explicitado ao *Letdown* pelo sistema qual a porta do cais a que este se deve dirigir, uma vez que no momento da receção não é introduzida a porta correta de receção nos contentores que são recebidos. Assim, os *Letdown's* têm de procurar os contentores para arrumar, sendo consumido tempo, podendo também existir escolha de contentores por parte dos operadores e congestionamento do cais. Além disso, não é possível à supervisão ter conhecimento das portas de receção em que existem contentores para arrumar, havendo necessidade de percorrer o cais para conhecer a situação.

Nos casos em que se encontram vários operadores a arrumar a mesma linha de mercadoria, existe ainda a probabilidade dos vários contentores serem do mesmo artigo pelo que podem ser arrumados nos *racks* na proximidade uns dos outros, o que pode implicar a formação de filas de espera para arrumar os contentores nos *racks*. As situações descritas decorrem do modo como a gestão das tarefas é realizada no Armazém, resultando num elevado consumo de tempo improdutivo.

4.3 – Tempo em viagem de garfos vazios

O tempo despendido pelos empilhadores em deslocações de garfos vazios constitui uma fonte de desperdício de recursos notada, na medida em que não é acrescentado qualquer tipo de valor à operação durante o tempo em que os *Letdown's* não estão a movimentar os contentores.

Para analisar o impacto deste fator, foram aleatoriamente acompanhados diversos *Letdown's*, durante um dia de operação, na realização das tarefas de abaixamento (AB), arrumação (A) e execução de contentor completo (CC) em que foi registado o tempo em viagem em que se encontram de garfos vazios. A figura 4.6 apresenta os valores em percentagem.

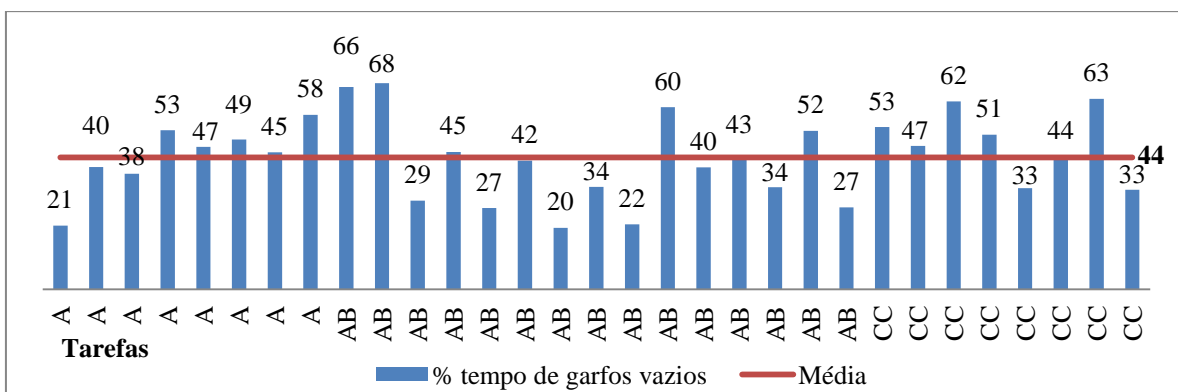


Figura 4.6 – Percentagem de tempo despendido quando se encontram em viagem de garfos vazios

É possível verificar que, em média, aproximadamente 44% do tempo em viagem é percorrido de garfos vazios. Este valor está próximo de 50%, valor referido na revista *Warehouse Forum*, como o tempo médio mínimo despendido a viajar de garfos vazios quando a distância e intercalação de tarefas não é tida em consideração, quando se faz a atribuição de tarefas (Ackerman, 2001).

Deste modo, é de crucial importância a atribuição das tarefas aos empilhadores, na redução do tempo não produtivo.

4.4 – Valor do *stock* presente no sistema e real

Num armazém de grandes dimensões como é o armazém 5401, existem normalmente discrepâncias entre o valor do *stock* presente no sistema e o que se encontra na realidade em armazém, em alguns artigos. As discrepâncias podem afetar a operação dos *Letdown's* na tarefa de abaixamento, uma vez que esta tarefa é despoletada automaticamente pelo sistema com base no nível do *stock* existente no *picking* e nas quantidades solicitadas pelas lojas.

No entanto, dado o volume elevado de caixas trabalhadas diariamente, a ocorrência de quebras de produtos e erros de execução são frequentes, sendo relativamente escassas as situações em que os dois tipos de *stock* são idênticos. De modo a regularizar este problema, é realizado periodicamente o *cycle counting*, que visa apurar e corrigir as discrepâncias que possam existir. No entanto, a frequência com que é realizado poder-se-á considerar insuficiente, uma vez que as discrepâncias verificadas entre o *stock* presente no sistema e real são bastante significativas.

De forma a mostrar a dimensão deste problema, foi selecionada de forma aleatória um conjunto de 31 artigos, com base no qual foi realizada a comparação entre os dois valores de *stock*, através da diferença entre o valor do *stock* presente no sistema e o valor real, valor do *stock* que se encontra no *picking*, figura 4.7. Constata-se que as caixas que se encontravam no *picking* correspondiam às que estavam registadas no sistema em apenas 3 artigos (aproximadamente 10% dos artigos da amostra). Só em 1 artigo é que o valor do *stock* real é superior ao que está registado no sistema.

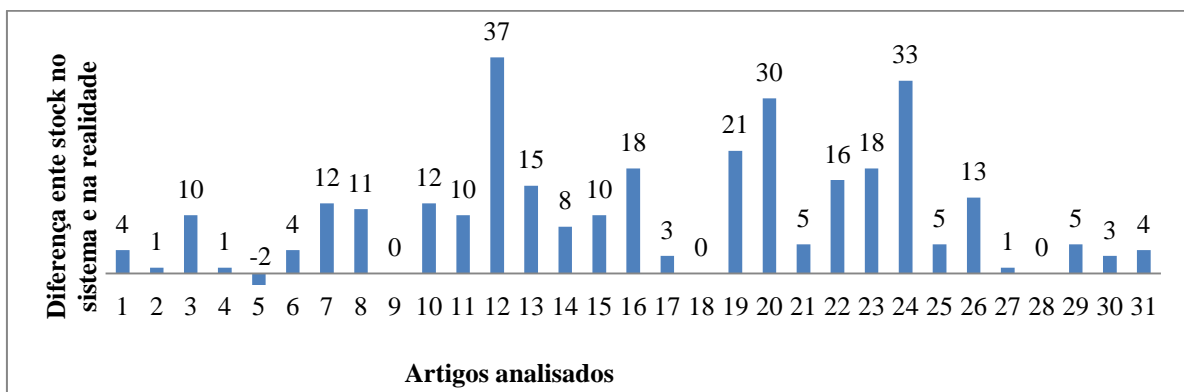


Figura 4.7 – Diferença entre o valor do *stock* presente no sistema e o real

Na situação mais comum, quando o valor do *stock* presente no sistema é superior ao real, a principal consequência será o sistema WPMS atribuir uma prioridade inferior à que seria necessária para responder às necessidades do *picking*. Assim, o sistema não dará indicação para ser feito um abaixamento de um artigo enquanto considerar que existem caixas no *picking* na quantidade suficiente para satisfazer o pedido, valor do *stock* no sistema, o que na realidade pode ser insuficiente, *stock* real. Não sendo realizado o abaixamento, são os próprios caixeiros que o solicitam, tendo que aguardar ou efetuar *backpicking*. Em qualquer um dos casos esta situação representa um entrave à sua produtividade, bem como dos *Letdown's*, uma vez que não lhe estarão a ser atribuídas tarefas urgentes

em detrimento de outras menos necessárias no momento. Além disso, o aumento do número de solicitações dos caixeiros para a realização de abaixamentos pode aumentar o congestionamento de corredores e a distância a percorrer para responder aos pedidos urgentes.

Na situação menos comum, em que o valor do *stock* físico real é superior ao valor do *stock* registado no sistema, o sistema WPMS atribui uma prioridade maior do que a necessária ao abaixamento do contentor. Isto pode levar a situações em que o *Letdown* ao chegar à localização onde tem de realizar abaixamento se depara com um elevado número de caixas no *picking* do artigo, pelo que suspende a tarefa e volta a colocar o contentor no *buffer* ou, então, coloca manualmente as caixas em cima do contentor que baixou. Qualquer uma das opções representará um impacto negativo na produtividade dos *Letdown's*.

Em artigos que possuem várias frentes os caixeiros, por vezes, retiram caixas dos diversos contentores, quando deviam retirar apenas um contentor, figura 4.8. Nesta situação, os *Letdown's* podem ter de suspender a tarefa de abaixamento, se ao chegarem ao local verificam que não existe espaço para o contentor (que supostamente deveria estar vazio), havendo vários contentores encetados. Assim, para além de não ter sido realizado um abaixamento necessário, o *Letdown* terá de voltar a colocar o contentor no mesmo local de onde o retirou, tendo sido consumindo tempo e continuando o trabalho por realizar.



Figura 4.8 – Execução de caixas nas várias frentes dos artigos

4.5 – Níveis de altura de arrumação

Para além da distância que os *Letdown's* têm de percorrer, outro fator que lhes condiciona a produtividade é a existência de cinco níveis diferentes de arrumação. Cada nível possui 2 metros de altura e quanto mais alto estiver o contentor a ser movimentado, menor produtividade está associada à tarefa. Além disso, existem suspeitas por parte da empresa de que a movimentação de contentores na coluna central de cada bastidor é mais demorada. Assim, considerou-se pertinente efetuar uma análise que permita quantificar o tempo de movimentação dos contentores nos diferentes níveis de altura.

Para o efeito, foi realizado um acompanhamento de diversos *Letdown's* no que diz respeito à movimentação de diversos contentores no armazém, tendo-se notado que o tempo despendido para retirar um contentor do *rack* era geralmente superior ao tempo necessário para o colocar, pelo que foi decidido fazer o registo separadamente para permitir a sua análise individualizada. Na situação em que o contentor tem de ser retirado do (ou colocado no) *rack*, o tempo que foi registado corresponde ao intervalo de tempo desde o momento que os garfos do empilhador começam a ser elevados para aceder aos *racks* até o empilhador se começar a deslocar para outra localização com (ou sem) o contentor.

Na análise efetuada durante a operação, foram observados aleatoriamente diversos *Letdown's*, tendo sido realizadas 205 observações durante vários dias de operação, garantindo-se que cada tipo de espaço conta com pelo menos 5 observações. Os resultados de ambos os casos encontram-se apresentados na figura 4.9, onde se tem um bastidor com a média de valores para cada *slot* e cada nível.

| Colocar contentor (segundos) | | | | | Média | Retirar contentor (segundos) | | | | | Média | |
|------------------------------|------|------|------|---------|---------|------------------------------|------|---------|------|---------|---------|------|
| D | 29,0 | 30,9 | 30,4 | 1 | 2 | 3 | 30,1 | D | 43,3 | 43,0 | 42,9 | 43,1 |
| | 1 | 2 | 3 | | | | | | 1 | 2 | 3 | |
| | 22,4 | 21,9 | 22,0 | | | | | | 22,1 | C | 31,4 | |
| C | 1 | 2 | 3 | 15,4 | B | 23,8 | 23,6 | 24,2 | 23,8 | | | |
| | 1 | 2 | 3 | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| | 14,7 | 15,8 | 15,6 | | | 15,4 | B | 12,7 | | 13,0 | 12,6 | 12,8 |
| B | 1 | 2 | 3 | 11,2 | A | 1 | 2 | 3 | 12,8 | | | |
| | 1 | 2 | 3 | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| | 11,2 | 11,7 | 10,8 | | | 11,2 | A | Picking | | Picking | Picking | |
| A | 1 | 2 | 3 | Picking | Picking | Picking | | | | | | |

Figura 4.9 - Tempo médio para colocar e retirar um contentor dos racks, por nível de altura

Constata-se que o tempo médio necessário para retirar um contentor dos *racks* é superior ao tempo de colocação, tal como se previa. Esta discrepância deriva sobretudo do facto de ao colocar o contentor no seu espaço o *Letdown* inicie quase imediatamente a sua movimentação para a próxima localização, descendo simultaneamente os garfos do empilhador. No caso em que se tem de retirar o contentor, é necessário baixar os garfos até uma altura em que seja seguro iniciar-se a movimentação, que normalmente corresponde às alturas do *picking* ou do nível A.

No entanto, verifica-se que não existe uma diferença assinalável entre a movimentação dos contentores na coluna central relativamente às periféricas.

Existem ainda outros fatores que influenciam estes tempos. A experiência dos operadores, que se revela decisiva na movimentação dos contentores, conseguindo um operador experiente realizar a mesma tarefa nas mesmas condições de uma forma muito mais célere que um operador pouco experiente. Além disso, o peso dos contentores interfere no tempo necessário à sua movimentação, sendo os mais leves movimentados com maior facilidade que os mais pesados.

Assim, uma vez que a atividade dos *Letdown's* está obrigatoriamente interligada com a movimentação de contentores nos *racks*, pode-se concluir que a sua atividade em níveis mais elevados constitui um constrangimento à sua produtividade, ou seja, quanto mais elevado for o nível de movimentação dos contentores, maior é o tempo despendido para executar a tarefa. A alocação de um contentor no nível A implica um tempo total de movimentação (colocar e retirar) de 24 segundos, no nível B serão necessários 43 segundos, no nível C serão necessários 53,4 segundos e finalmente no nível D serão necessários 73,1 segundos. Assim, movimentar um contentor no nível mais alto corresponde aproximadamente ao triplo do tempo de o fazer no nível mais baixo.

Pode-se concluir que deve existir um esforço por parte da gestão em rentabilizar a arrumação da mercadoria em níveis mais baixos em detrimento dos níveis mais elevados, algo que atualmente não se verifica.

4.6 – Concentração de operadores nos mesmos locais

No decorrer das operações em Armazém é algo frequente a concentração de operadores nos corredores e no cais, que dificultam as manobras dos *Letdown's*.

A largura do empilhador corresponde a cerca de 40% da largura do corredor e quando um *Letdown* acede aos *racks*, necessita de se colocar perpendicularmente ao corredor para realizar a manobra, ocupando cerca de 70% da largura do corredor sendo, necessária quase toda a largura do corredor para realizar a manobra, como mostra a figura 4.10.



Figura 4.10 – *Letdown* colocado perpendicularmente ao corredor para aceder aos *racks*

Deste modo, com o fluxo de caixeiros e *Letdown's* a operar nos corredores, é frequente a existência de congestionamentos, havendo necessidade de operadores aguardarem que outros terminem as suas tarefas para poderem prosseguir. Por exemplo, na figura 4.11, pode-se verificar que existiam neste corredor cerca de 8 caixeiros a executar, sendo que um *Letdown* ao ter que realizar abaixamento neste corredor, teve que aguardar mais de 4 minutos para prosseguir com a sua tarefa.



Figura 4.11 – Congestionamento de corredores

Assim, apesar do tempo desperdiçado nestes congestionamentos ser difícil de avaliar, foi realizada uma análise relativamente ao tempo consumido em espera quando ocorrem o tipo de situações da figura 4.11. A figura 4.12 apresenta a análise realizada ao tempo de espera dos *Letdown's* nos corredores durante um dia normal de operação. Foram registadas 25 observações, cronometradas a partir do momento em que o *Letdown* tem de parar de executar a sua tarefa até ao momento do seu recomeço.

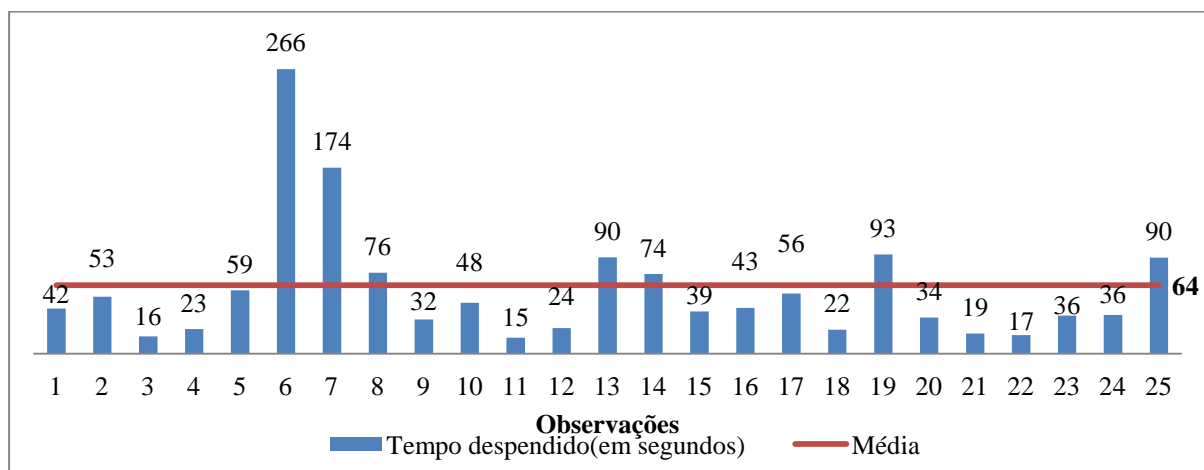


Figura 4.12 – Tempos de espera dos *Letdown's* em situações de congestionamento de corredores

Considerando as 25 observações, pode-se constatar que em média, sempre que um *Letdown* tem que aguardar devido a um congestionamento no corredor, fá-lo durante mais do que 1 minuto. Desta forma, é possível constatar o quanto este tipo de situações constitui um fator de improdutividade para os *Letdown's*.

No cais também existem situações de congestionamento no momento da arrumação, onde os contentores normalmente são retirados por linha quando há vários *Letdown* a arrumar a mesma linha, uma vez que só é possível a um *Letdown* de cada vez carregar o contentor a arrumar. Por vezes, o tempo que têm de aguardar é superior ao que é necessário para arrumar o contentor. Foram cronometrados 21 tempos de espera que apresentados na figura 4.13 (desde que o *Letdown* chega ao cais e tem de aguardar até carregar o contentor a arrumar).

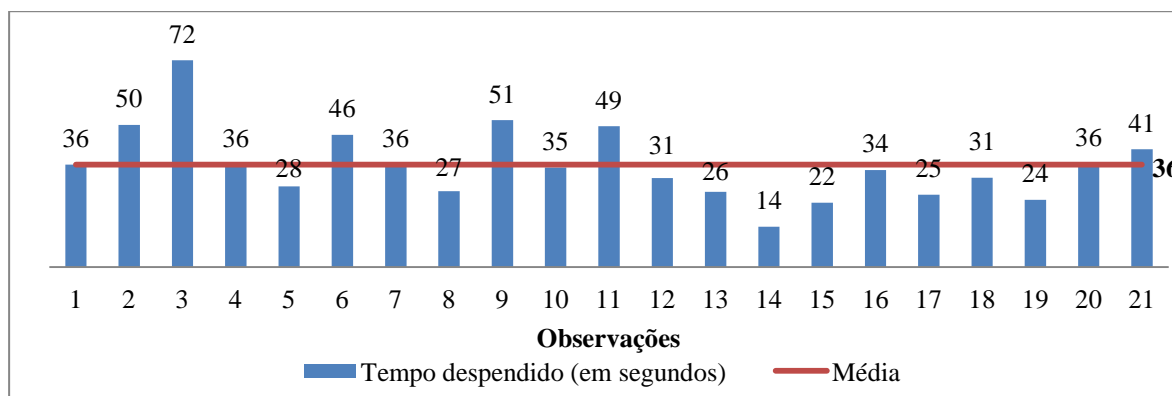


Figura 4.13 - Tempo de espera dos *Letdowns* em situações de congestionamento no cais no momento da arrumação

Considerando as 21 observações, pode-se constatar que sempre que um *Letdown* tem que aguardar devido a um congestionamento no cais no momento da arrumação, em média, fá-lo durante 36 segundos.

Na execução de contentor completo, também se pode verificar a existência de congestionamento no cais, semelhante ao que acontece na arrumação, mas desta vez para colocar o contentor. No entanto, não se trata de uma situação tão frequente como as anteriores, sendo mais comum apenas nos pedidos para o Norte, Madeira e Hipermercados, pois solicitam uma maior quantidade de contentores completos por pedido e, portanto, por linha. Na figura 4.14 são apresentados os tempos de espera relativos a 14 observações.

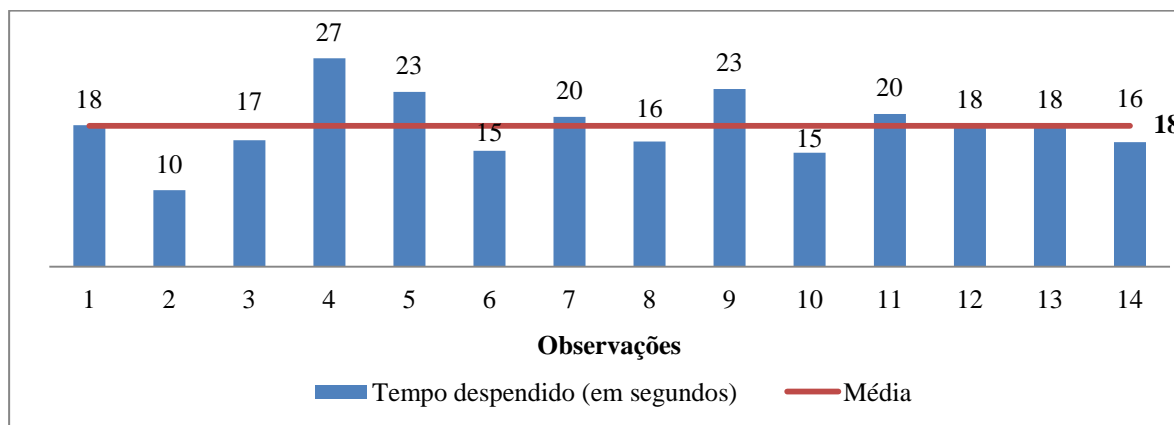


Figura 4.14 - Tempo de espera em situações de congestionamento no cais no momento da execução de contentor completo

Pode-se constatar que, considerando a amostra de 14 observações, sempre que um *Letdown* tem que aguardar devido a um congestionamento no cais no momento da execução de um contentor completo, em média, fá-lo durante 18 segundos. Trata-se de um valor inferior à situação anterior, pois no caso da arrumação estão alocados à mesma linha um maior número de *Letdown*'s.

4.7 – Leitura de códigos de barras

Tal como foi descrito na descrição do sistema, sempre que é transportado um contentor e é colocado numa localização, o *Letdown* tem que realizar a leitura dos respetivos códigos de barras. Esta leitura possibilita o rastreamento de todos os contentores em armazém, constituindo uma ferramenta importante na prevenção de erros e na monitorização do trabalho realizado no armazém.

No entanto, a realização de milhares de leituras de códigos de barras diariamente constitui uma fonte de improdutividade. Assim, foi cronometrado e registado o tempo consumido por diversos *Letdown*'s, desde que o operador inicia a ação de leitura das etiquetas, até à sua conclusão (estando incluído o tempo despendido nas manobras necessárias para o efeito), em diferentes tarefas, durante um dia de normal de operação, figura 4.15.

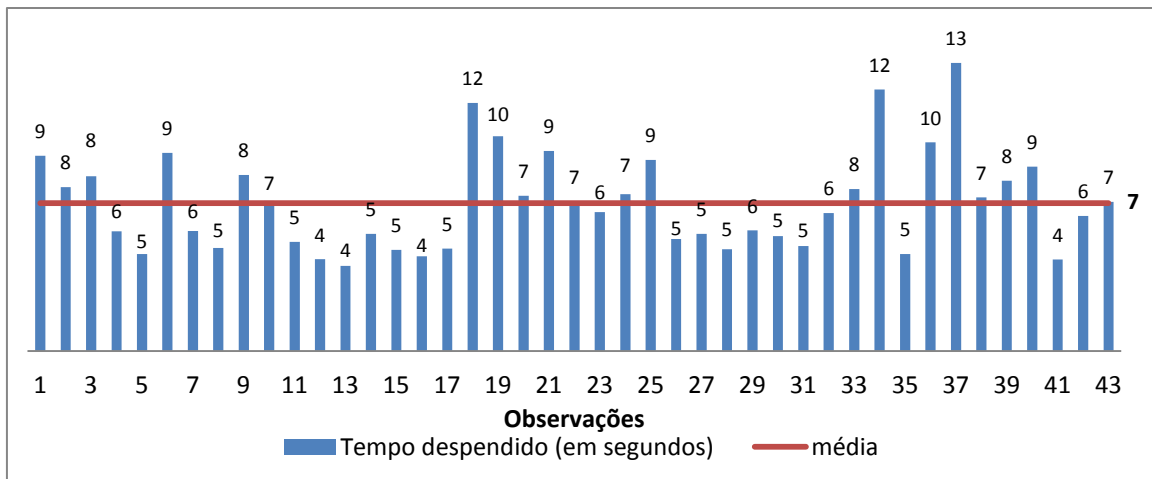


Figura 4.15 – Tempo despendido em cada ação de leitura de etiquetas por parte dos *Letdown's*

Pode-se então constatar que, em média, são necessários 7 segundos em cada leitura de código de barras realizada na movimentação de contentores para verificação, tendo sido excluídas algumas situações que, devido a problemas com a leitura, apresentavam um valor exageradamente elevado. Este tempo está incluído no intervalo indicado pela consultora de logística MWPVL (2013) que refere que, em média, são despendidos entre 6 e 15 segundos em cada verificação.

Apesar deste tempo aparentemente ser irrelevante, ao se considerar que cada contentor necessita, no mínimo, de 2 leituras para ser movimentado e que um *Letdown* movimenta, em média, 170 contentores num turno de trabalho, serão necessários aproximadamente 40 minutos, o que corresponde a 8% do dia de trabalho, apenas para realizar leituras de códigos de barras. Quando na função de impecável, em que são realizados apenas abaixamentos que implicam 3 verificações das etiquetas, são despendidos aproximadamente 60 minutos, o que corresponde a 13% do dia de trabalho de um *Letdown*.

Pode-se, então, concluir que as leituras de código de barras realizadas pelos *Letdown's* constituem uma fonte relevante de consumo de tempo. Além disso, é de assinalar que as mesmas não garantem a prevenção de erros, podendo um operador fazer a leitura correta mas colocar o contentor no espaço errado.

4.8 – Movimentação de paletes vazias durante a tarefa de abaixamento

Na tarefa de abaixamento constatou-se que é consumido tempo a manobrar a paleta vazia que precisa de ser retirada do espaço de *picking*.

Ao iniciar a tarefa de abaixamento, o *Letdown* retira primeiramente a paleta a baixar e dirige-se para o espaço *picking* a reabastecer. Ao chegar a essa localização terá que colocar o contentor que movimentou no chão, retirar a paleta vazia que está a ocupar o espaço *picking*, colocar o contentor no espaço de *picking* e carregar novamente a paleta vazia para a transportar para um dos topos do corredor. Foram feitas 17 observações nestas circunstâncias ao longo de um dia de operação e registados os tempos que são apresentados na figura 4.16. O tempo cronometrado corresponde ao tempo despendido apenas a movimentar a paleta vazia, desde o instante em que o *Letdown* inicia manobra para retirar a paleta vazia do *picking*, até a colocar no local devido.

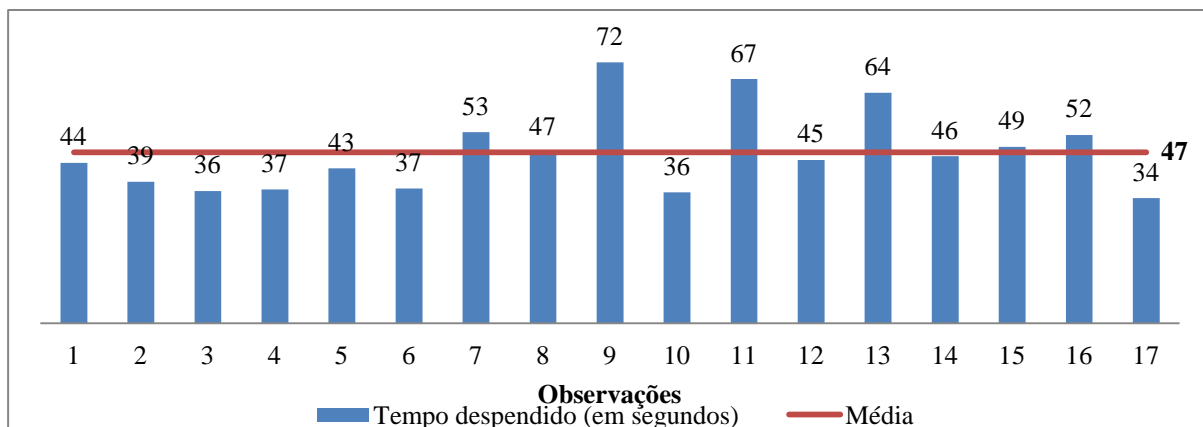


Figura 4.16 - Tempo utilizado a manusear paletes vazias durante o abaixamento.

Com base na amostra analisada, a movimentação de uma paleta vazia necessita, em média, de 47 segundos. Através da consulta do sistema WPMS verificou-se que a duração média para realização da tarefa de abaixamento nos meses de Setembro de 2012 a Fevereiro de 2013 situou-se nos 177 segundos. Então, com base na amostra recolhida, o tempo de movimentação de paletes vazias corresponde a cerca de 27% do tempo médio para realização da tarefa de abaixamento.

4.9 – Operadores

Ao contactar com os operadores que trabalham no armazém foi possível constatar que, em geral, existe uma falta de motivação que pode influenciar a produtividade nas operações. Assim, considera-se crítica a gestão de pessoas que estão associadas aos empilhadores.

Na figura 4.17, é apresentada a média diária de contentores movimentados pelos 41 operadores nos dias em que trabalham exclusivamente como *Letdown's*, durante o mês de Janeiro de 2013. Nesta figura pretende-se comparar a produtividade entre um operador que se diz motivado (operador 27) relativamente aos restantes.

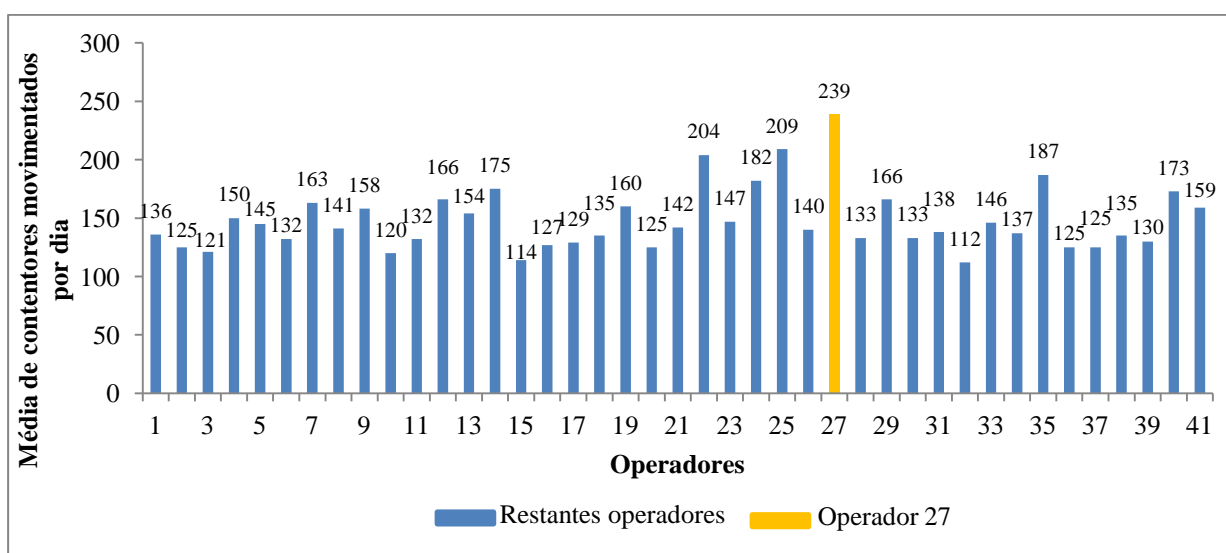


Figura 4.17 – Média diária de contentores movimentados pelos operadores quando trabalham como *Letdown's*, Janeiro de 2013.

È possível verificar que o operador 27 movimenta, em média, mais 39% de contentores do que os restantes operadores. Em termos absolutos movimentou 5739 contentores durante o mês, valor que

corresponde aproximadamente ao dobro e, na maior parte das vezes a muito mais do dobro, dos contentores movimentados por 34 operadores, durante o período em análise. Ao fazer-se o acompanhamento do operador 27 a trabalhar como *Letdown*, verifica-se que este desde o início até ao final do turno executa todas as tarefas a um ritmo estonteante, com o máximo de empenho. Se todos os operadores estivessem motivados como o operador 27 e obtivessem o mesmo desempenho, no período em análise seriam necessários apenas 14 *Letdown's* para movimentar os mesmos contentores, isto é, apenas 34% dos operadores atuais, o que revela a importância e pertinência deste assunto. A empresa pode tentar melhorar os processos do sistema de armazenagem e investir em novas tecnologias, mas se as equipas não estiverem motivadas e empenhadas, os resultados não serão os melhores.

Para além do contexto socioeconómico pouco favorável que Portugal atualmente atravessa, uma das principais razões que fomenta o desalento e a falta de motivação destes operadores é a falta de equidade do prémio de produtividade. O critério que está subjacente ao prémio de produtividade determina que o *Letdown* deve atingir a meta de 160 ou 170 contentores por dia. Ora, o critério não tem em linha de conta as diferentes tarefas a realizar, que envolve dificuldade e tempo de execução também diferentes.

Desta forma, nos dias em que os operadores executam maioritariamente a tarefa de arrumação, tarefa mais produtiva, facilmente atingem o objetivo. Pelo contrário, nos dias em que maioritariamente realizam abaixamentos, tarefa menos produtiva, os operadores dificilmente atingem o objetivo. Esta situação dá origem a mau ambiente de trabalho, dado que todos os *Letdown's* gostariam de estar atribuídos à tarefa de arrumação, o que não é exequível.

Por outro lado, se um operador for bastante esforçado e conseguir ultrapassar em muito, de uma forma continuada, a meta estipulada, não tem qualquer compensação adicional relativamente a outro operador que apenas atinge a meta. Por exemplo, ainda no mesmo período em análise, verifica-se que há operadores que movimentaram menos 35% dos contentores que o operador 27 movimentou na execução das mesmas tarefas e todos receberam igual compensação financeira. Para os operadores mais produtivos há um sentimento de injustiça no modo como o prémio é concebido, o que provoca alguma desmotivação.

Para operadores pouco experientes, porque é pouco provável conseguir alcançar a meta diária estipulada, não se empenham ao máximo todos os dias, sendo igualmente um fator de desmotivação.

Dependendo do volume dos pedidos a executar, a supervisão poderá colocar mais *Letdown's* na execução. Também nesta situação o prémio revela as mesmas fragilidades descritas anteriormente, sendo injusto para os mais produtivos e desmotivante para os menos produtivos, existindo apenas a meta de atingir o escalão 3.

Assim, apesar do prémio ser importante para as pessoas e uma excelente ferramenta para incentivar o aumento de produtividade dos operadores, revela-se pouco eficaz no modo como está concebido.

Finalmente, outra situação a salientar refere-se à ergonomia do posto de trabalho dos *Letdown's*. Ao serem movimentados contentores em níveis elevados, durante parte do tempo os operadores estão numa posição torcida e a realizar extensão do pescoço, causando desconforto após algumas horas de trabalho e provocado inúmeras lesões e, até mesmo, baixas médicas em vários operadores, com consequente redução da produtividade devido aos operadores não estarem no pleno das suas capacidades físicas.

4.10 – Escassez de informação

Para identificar os principais fatores improdutivos no desempenho dos *Letdown's*, é crucial haver um registo de dados fidedignos e pormenorizados, relativos à duração das várias tarefas realizadas ao longo do dia, para cada operador. Com este registo seria possível identificar onde se está a consumir mais tempo para redesenhar processos que permitam reduzir esse tempo. No entanto, atualmente não é possível à gestão ter acesso a dados que lhes permita estimar o tempo que uma tarefa demora a executar, a distância que foi percorrida, o tempo que os empilhadores se encontram de garfos vazios ou parados, o tempo despendido na movimentação de contentores nos diferentes níveis dos *racks*, entre outros. Assim, não é possível implementar medidas que sejam mais eficazes na melhoria da produtividade.

Além disso, quando a supervisão necessita de estimar os recursos necessários para responder às necessidades da operação, também não dispõe de nenhuma base de informação sólida que lhe permita apoiar a sua decisão, sendo a decisão tomada com base no bom senso e sensibilidade do supervisor. Deste modo, poderão ser considerados recursos em excesso ou em falta, o que em ambos os casos prejudica a produtividade da equipa de *Letdown's*.

Capítulo 5 – Propostas de melhoria da produtividade dos *Letdown's*

Neste capítulo pretende-se apresentar as propostas de melhoria desenvolvidas com o intuito de aumentar a produtividade dos *Letdown's*, mitigando as consequências dos fatores improdutivos identificados. Desta forma, em primeiro lugar, é apresentado um modelo concebido para estimativa de distância a percorrer e respetivo tempo, que permitirá avaliar o impacto das principais propostas que serão apresentadas posteriormente.

5.1 – Modelo para estimativa da distância a percorrer e respetivo tempo

Como será constatado posteriormente, algumas das propostas de melhoria visam a redução da distância percorrida pelos *Letdown's*, principal fator improdutivo identificado anteriormente. Assim, para avaliar o impacto das medidas de melhoria propostas, foi concebido um modelo, em *Excel*, baseado na georeferenciação, com o objetivo de determinar a distância percorrida entre quaisquer dois pontos no armazém, com base no qual é determinado o tempo médio despendido a percorrer a distância. Também é estimado o tempo médio para retirar e colocar um contentor nos *racks*.

Seguidamente são apresentados os pressupostos em que se baseia o modelo que visa estimar a distância e tempo despendidos pelos *Letdown's* durante a operação.

5.1.1 – Pressupostos

O ponto de partida para a construção do modelo, consistiu em dividir o *layout* em diversas secções e determinar as medidas que lhes estão associadas, de acordo com o sistema real de armazenagem. Deste modo, as medidas mais importantes a considerar são:

- Largura do bastidor: 2,85 m
- Largura do *slot*: 0,95 m
- Largura do *rack*: 1,28 m
- Largura do corredor: 3,35 m
- Passagem para o corredor adjacente sem pilar: 5,91 m
- Passagem para o corredor adjacente com pilar: 6,31 m
- Largura de cada porta: 2,40 m
- Distância normal entre portas: 1,50 m
- Distância não-normal entre portas: 4,40 m

As propostas de melhoria visam reduzir a distância a percorrer pelos *Letdowns* entre dois pontos e rentabilizar os níveis de movimentação nos *racks*. Consequentemente, não são considerados os tempos despendidos em congestionamentos, leitura de códigos de barras e processos de carregamento e descarregamento de contentores ao nível do chão, uma vez que estas situações existirão independentemente do sistema ter ou não as propostas de melhoria implementadas. Por outro lado, não as considerando facilita a análise comparativa e a avaliação das propostas. Assim, o tempo despendido será estimado com base no tempo de movimentação dos contentores nos *racks* e no tempo despendido em deslocações.

5.1.2 – Modelo para a estimativa da distância a percorrer

Considera-se que a distância média a percorrer por um *Letdown* que está num determinado corredor e terá que passar para o corredor adjacente, é definida pela soma da distância a percorrer entre o ponto médio do corredor e o ponto médio do corredor adjacente (que corresponde à largura do corredor, 3,35 m) e da distância a percorrer para contornar a largura correspondente aos 2 *racks* (2,56 m). Em alguns casos, entre 2 *racks* existe um pilar sendo necessário acrescentar 0,40 metros à distância a percorrer. A distância média a percorrer por um *Letdown* é de 5,91 e 6,31 metros, sem e com pilar, respetivamente.

Outro pressuposto consiste no facto de se considerar a distância correspondente à largura do *slot* (0,95 m) como a necessária para o *Letdown* fazer a manobra para retirar ou colocar um contentor num *slot*. Como existem corredores entre as zonas alimentar e não alimentar, a distância média percorrida entre ambas é determinada do modo anteriormente descrito.

Nas situações de arrumação ou execução de contentor completo é desprezada a distância entre o cais e os corredores, considerando-se não significativa essa distância e dependente do número de contentores presente no cais. É considerada apenas a distância a percorrer em termos de largura do armazém de acordo com a porta onde o *Letdown* se dirige. As portas do cais possuem uma largura de 2,40 metros, com uma distância entre de si de 1,50 metros, exceto de 7 em 7 portas que a distância é maior, 4,50 metros.

5.1.3 – Exemplo ilustrativo

Considere-se um exemplo ilustrativo da aplicação destes pressupostos na estimativa da distância percorrida por um empilhador na figura 5.1. Pretende-se calcular a distância percorrida entre as localizações 1 e 2, que se encontram nos corredores 5 e 7, respetivamente. O *Letdown* tem de percorrer 11 *slots* até ao final do corredor 5, correspondendo a uma distância de 10,45 metros. Na passagem para o corredor onde está a localização 2, corredor adjacente sem pilar, tem de percorrer mais 5,91 metros, e, finalmente, tem de percorrer 7 *slots* no corredor 7 para chegar à localização 2, que corresponde a mais 6,65 metros. Assim, no total, o *Letdown* tem de percorrer 23,01 metros entre as localizações 1 e 2.

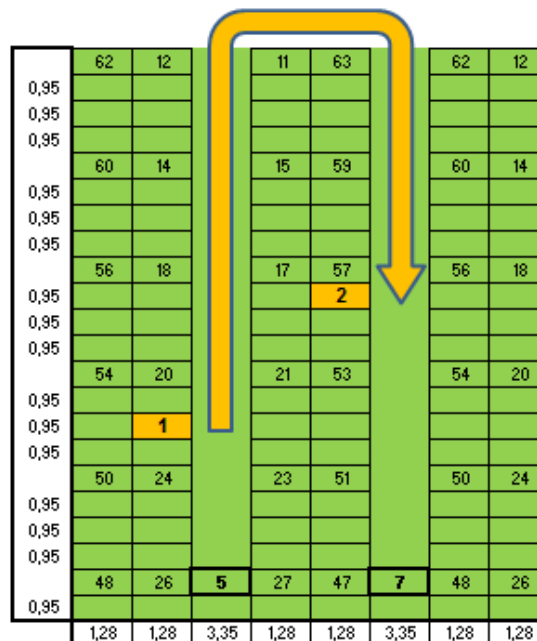


Figura 5.1 – Distância a percorrer entre os pontos 1 e 2

5.1.4 – Estimativa do tempo

Para medir o impacto das propostas de melhoria que são posteriormente apresentadas em termos de tempo, é imprescindível estimar o tempo necessário para percorrer a distância entre dois pontos e para retirar e colocar contentores nos diferentes níveis dos *racks*, A, B, C e D.

É, pois, necessário estimar a velocidade média dos *Letdowns*. Para o efeito, foi realizada uma amostragem com 50 elementos de tempo medidos em armazém que consistiu em registar o tempo de deslocação entre dois pontos no armazém cuja distância era conhecida, tanto nos corredores como na

zona do cais. A velocidade foi obtida pelo quociente entre o tempo e a distância. A velocidade média é na ordem dos 2,45 metros por segundo, com um desvio padrão de 0,41 metros por segundo, o que permite constatar a existência de uma razoável dispersão de valores em relação à média. Considerando o exemplo ilustrativo, o *Letdown* demoraria cerca de 9,24 segundos para percorrer a distância de 23,01 metros entre as localizações 1 e 2.

Considerando, ainda, o exemplo da figura 5.1, se se pretendesse retirar do ponto 1 o contentor do *rack* do nível D, o *Letdown* demoraria aproximadamente 52,34 segundos para realizar a tarefa, tempo total determinado pela soma do tempo de deslocação (9,24 s) e do tempo necessário para retirar o contentor do *rack* (43,10 s; considera-se o tempo despendido para um *Letdown* aceder aos diferentes níveis de *racks* o apresentado na secção 4.1.5). Este tempo (52,34 s) corresponde ao momento em que o *Letdown* levanta os garfos para retirar o contentor do *rack* da localização 1 até chegar à localização 2 (não inclui colocar o contentor no *picking*).

5.1.5 – Validação do modelo

Nesta secção pretende-se validar o modelo apresentado. Como existe uma grande variabilidade associada ao tempo necessário na realização das tarefas, percorrida validação será feita considerando esta dimensão e não a distância percorrida.

Foram realizadas 25 medições do tempo decorrido entre diferentes localizações no Armazém, com movimentação de contentores nos níveis dos *racks*, em várias tarefas: abaixamento (AB), arrumação (A) e execução contentor completo (CC). Estes valores foram comparados com os estimados pelo modelo, considerando as mesmas situações, figura 5.2.

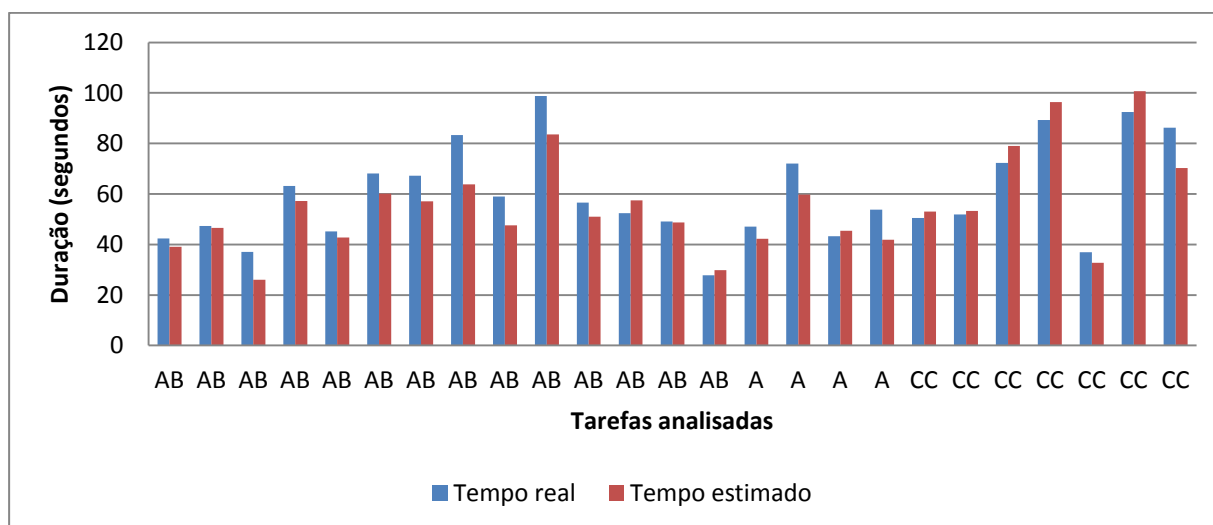


Figura 5.2 – Amostra de 25 tarefas (duração)

Pela figura, constata-se que, apesar da existência de pequenos desvios, o tempo estimado pelo modelo ajusta-se razoavelmente aos dados reais. Em termos absolutos, a diferença média é de 7,13 segundos, o que corresponde em termos relativos a uma diferença média de 11%.

A discrepância entre os tempos real e estimado era esperada dada a variabilidade associada à velocidade média que se está a considerar no modelo e, também, a fatores exógenos ao modelo, como por exemplo, a experiência do operador, o peso do contentor, o congestionamento dos corredores, entre outros. No entanto, apesar dos desvios existentes, considera-se que a estimativa utilizada na movimentação dos contentores é razoável.

5.2 – Propostas de melhoria

Com vista a responder aos fatores improdutivos identificados no capítulo anterior, são apresentadas propostas que visam mitigar os mesmos, com o objetivo de melhorar o desempenho dos *Letdown's* e, conseqüentemente, do sistema de armazenagem em estudo.

5.2.1 – Proposta 1: Novo modo de gestão de tarefas dos *Letdown's*

5.2.1.1 – Descrição da proposta 1

A proposta de um novo modo de gestão de tarefas tem como finalidade principal reduzir as distâncias percorridas pelos *Letdown's* e o desperdício de tempo em que se encontram de garfos vazios, fatores improdutivos identificados anteriormente.

Deste modo, os pontos fundamentais que se pretendem modificar na gestão de tarefas dos *Letdown's* são os seguintes:

- a) Introdução do fator distância na seleção da tarefa a atribuir;
- b) Criação da tarefa de abaixamento e respetiva introdução no ciclo de trabalho a partir do momento em que o *picking* se encontra vazio;
- c) Registo da porta do cais onde o contentor é recebido;
- d) Limitação da atribuição de tarefas aos *Letdown's* por corredor e por linha de receção/expedição;
- e) Introdução da tarefa de *stock* meia palete no ciclo de trabalho dos *Letdown's*;

a) Relativamente ao primeiro ponto, o sistema WPMS deve ter em consideração a distância a que se encontra a próxima tarefa a executar, o que não se verifica atualmente. No sistema atual, quando o *Letdown* aceita trabalho, o sistema atribui-lhe a tarefa com maior prioridade para a operação. Como, normalmente, existe mais do que uma tarefa com a mesma prioridade para realizar, o sistema recorre a uma sequência de prioridades entre tipos de tarefa. Isto é, imagine-se que existem 10 abaixamentos, 10 arrumações e 10 contentores completos para realizar, todos com a mesma prioridade. A escolha será feita pela sequência que indica qual a ordem de tarefas a realizar quando diferentes tipos de tarefas possuem a mesma prioridade. Normalmente são realizados em primeiro lugar os abaixamentos, posteriormente os contentores completos e de seguida a arrumação. Finalmente, se dentro do mesmo tipo de tarefa selecionada existirem ainda assim tarefas com a mesma prioridade, será atribuída a que foi criada em primeiro lugar. Ou seja, no caso anterior, após selecionar os 10 abaixamentos, o sistema seleciona a sua realização pela ordem cronológica de inserção no sistema.

Pelo contrário, com a solução proposta, pretende-se introduzir o critério de distância na seleção de tarefas. Assim, quando o *Letdown* aceitar trabalho o sistema WPMS procura as tarefas com maior prioridade mas, ao existirem várias tarefas com a mesma prioridade, seleciona a que se encontra mais próxima. Considera-se que o *Letdown* aceita trabalho junto da localização onde terminou a última tarefa, pelo que será essa a localização utilizada pelo sistema. Se existirem tarefas com a mesma distância ao *Letdown*, o sistema deve atribuir a que foi criada em primeiro lugar. Contudo, poder-se-ia aplicar novamente o critério da sequência entre tipos de tarefas, mas dada a probabilidade de várias tarefas com a mesma prioridade possuírem ainda a mesma distância ao *Letdown* ser praticamente nula, não se julga necessário sobrecarregar o sistema com mais um nível de atribuição.

A metodologia que se pretende introduzir é apresentada esquematicamente na figura 5.3, onde é também possível proceder a uma análise comparativa dos sistemas atual e proposto.

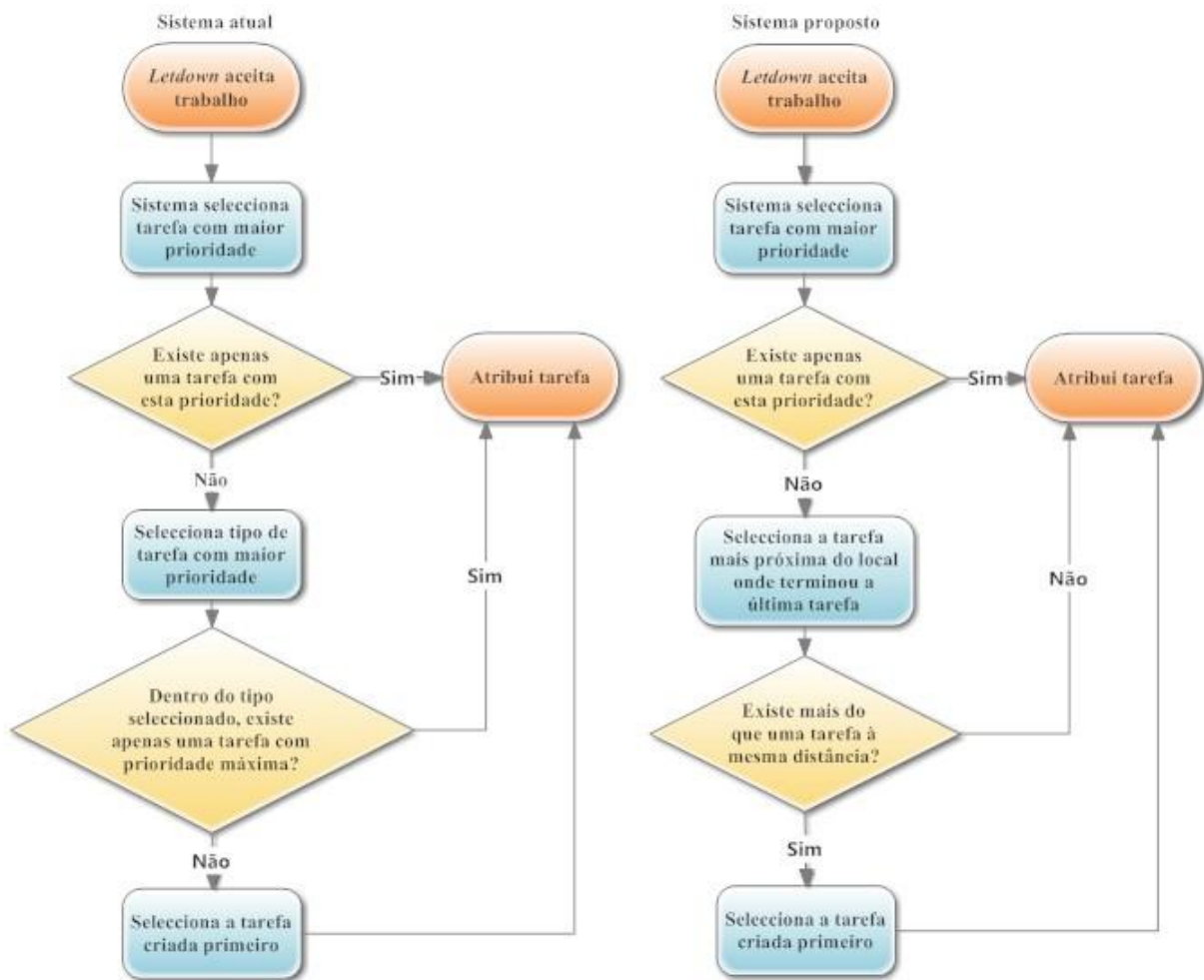


Figura 5.3 – Comparação entre os critérios utilizados na seleção de tarefas no sistema atual e no proposto

Com este método julga-se que será possível reduzir as distâncias percorridas entre tarefas sem comprometer a operação, uma vez que serão sempre atendidas em primeiro lugar as tarefas de maior prioridade. Além disso, atualmente é recorrente a existência de várias tarefas com a mesma prioridade, o que implicaria a escolha da tarefa mais próxima da localização onde o *Letdown* terminou a última tarefa.

O modo como o sistema, a supervisão e o planeamento atribui as prioridades terá de estar coerente com o que é necessário à operação tendo, portanto, de ser convenientemente geridas. Por exemplo, em tarefas que não possuam urgência máxima, quanto maior for o número de tarefas com a mesma prioridade, maior será o leque de opções disponíveis para o sistema seleccionar a mais próxima, reduzindo a distância percorrida.

Esta proposta só pode ser implementada através da alteração de código no sistema WPMS, que permita ao sistema reconhecer qual a localização mais próxima do *Letdown*, tendo em consideração a localização onde terminou a última tarefa.

b) O segundo ponto é um complemento à proposta até aqui apresentada, onde se pretende responder ao constrangimento identificado e explicitado anteriormente quanto à atribuição da tarefa de abaixamento ser por vezes ineficiente.

Assim, propõe-se que a tarefa de abaixamento seja criada e aceite imediatamente a seguir a um *picking* se encontrar vazio. Posteriormente é feita a gestão de prioridades dos abaixamentos considerando a seguinte ordem:

- 1- Os solicitados pelos caixeiros;
- 2- Os necessários às unidades de trabalho já aceites;
- 3- Os necessários para satisfazer os pedidos presentes na onda cujo *picking* já se encontra vazio;
- 4- Os espaços de *picking* vazios;

Atualmente, apenas se encontram no ciclo de trabalho os pontos 1 e 2, pretendendo-se com esta proposta que os seguintes possam também ser aceites. Assim, nos abaixamentos não urgentes (que não podem ser aceites) ter-se-iam apenas os abaixamentos reservados para responder aos pedidos de lojas cujos espaços de *picking* a encher ainda não se encontram vazios, de modo a serem evitadas situações em que é atribuído o abaixamento e o *Letdown* tem de suspender a tarefa devido ao facto do espaço de *picking* não se encontrar ainda vazio.

Com esta metodologia, deixar-se-ia de ter a situação de *Letdown's* sem trabalho para aceitar (realizando, por isso, abaixamentos pedidos sem qualquer tipo de critério) sendo os abaixamentos atribuídos com critério pelo sistema reduzindo-se, portanto, a ineficiência existente atualmente. Além disso, iria ser possível encher antecipadamente espaços de *picking* necessários, o que permitiria reduzir o número de abaixamentos urgentes e, assim, aumentar a eficiência dos caixeiros e *Letdown's*. Ao aliar esta modificação no abaixamento com a introdução da distância na seleção da tarefa a realizar, seria reduzida a distância percorrida.

c) É crucial que o registo da porta do cais onde o contentor é recebido seja feito corretamente (o que atualmente não se verifica) para que seja possível ao sistema WPMS determinar a distância relativamente à tarefa de arrumação. Esta alteração permitirá ainda ter acesso a partir do sistema à quantidade de contentores presente em cada linha da porta de receção, sendo possível aos supervisores gerir melhor o cais. Será possível visualizar no sistema qual o estado do cais em termos de número de contentores rececionados podendo também aumentar a prioridade de certas linhas que se desejem ver livres, o que atualmente só é possível comunicando verbalmente.

d) Como forma de reduzir a concentração de *Letdown's* nos mesmos locais, sugere-se que seja limitada a atribuição de tarefas por corredor e por linha de receção/expedição do cais. Isto é, o sistema WPMS ao atribuir tarefas num corredor, por exemplo, a 5 *Letdown's*, o sistema não atribuiria mais tarefas a realizar nesse corredor, atribuindo tarefas noutros corredores com menor prioridade. Desta forma, seriam evitadas situações de congestionamento de corredores devido a acumulação de *Letdown's*, o que se revela um fator improdutivo para a operação. Nas linhas das portas de receção/expedição poderia ser aplicada a mesma metodologia, limitando cada linha a um máximo de 3 *Letdown's*, por exemplo. Neste caso, como não existem caixeiros na zona do cais, esta alteração no processo de atribuição reduziria ainda mais o impacto negativo da concentração de *Letdown's*.

e) Sugere-se ainda a introdução da tarefa de execução de *stock* de meia palete no ciclo de trabalhos dos *Letdown's*, intercalada com as restantes tarefas, possibilitando ao sistema um maior número de opções para atribuição de tarefas. Desta forma, a tarefa seria realizada pelo operador que se encontrar mais próximo, ao contrário do que se verifica atualmente, em que é selecionado um operador apenas para realizar esta tarefa.

Por último, é de referir que com a implementação desta proposta deixa de ser necessário dividir os *Letdown's* por áreas, situação pouco eficiente para a operação, sendo atribuídos mais *Letdown's* a

zonas com excesso de trabalho. Em simultâneo podem ser realizadas tarefas pouco urgentes. Com a introdução de todos os *pickings* vazios no ciclo de trabalhos dos *Letdown's*, a função de impecável deixa de ser necessária, uma vez que para todos os espaços vazios será lançado abaixamento quando não existirem tarefas de maior prioridade. Todos os *Letdown's* podem realizar todas as tarefas em todo o armazém, conseguindo-se desta forma reduzir a distância que é percorrida e aumentar a flexibilidade da equipa de *Letdown's*.

5.2.1.2 – Análise do impacto da proposta 1

O principal objetivo da proposta em análise é reduzir a distância percorrida pelo *Letdown* de garfos vazios, isto é entre o final de uma tarefa e o início da seguinte, sem que a operação do armazém seja prejudicada. Assim, apesar da complexidade inerente a esta proposta de melhoria, pretende-se demonstrar que a sua implementação permitirá aumentar a produtividade dos *Letdown's*.

Para isso, serão utilizadas duas análises distintas. A primeira mostra como a distância entre tarefas é reduzida, enquanto a segunda análise comprova a importância de serem introduzidas mais tarefas de abaixamento no ciclo de trabalhos dos *Letdown's*, em detrimento dos abaixamentos pedidos, realizados normalmente.

Para a primeira análise foi feita a consulta do sistema de 10 em 10 minutos, durante 5 horas, para identificar as tarefas a realizar no armazém durante um dia normal de operação, resultando numa amostra de 30 observações. Para cada amostra, foi simulada a atribuição de tarefas a um *Letdown*, de acordo com o sistema atual e de acordo com a proposta 1.

Considerando uma amostra, a apresentada na tabela 5.1, e considerando que o *Letdown* terminou a última tarefa na localização, 25.063.3D, o sistema atual identifica primeiramente as tarefas que possuem maior prioridade. Como existe abaixamento e execução de contentor completo com a mesma prioridade, dá prioridade ao abaixamento. Como existem diversos abaixamentos com a mesma prioridade, é atribuído o que foi criado em primeiro lugar (a tabela 4.1 apresenta o conjunto de tarefas ordenadas cronologicamente) que, neste caso, corresponde ao abaixamento 7017341449. Com a implementação da proposta 1, o sistema iria selecionar de entre todas as tarefas com maior prioridade (prioridade 1) a que se encontra mais próxima da localização atual do *Letdown*. Assim, a tarefa a realizar em primeiro lugar seria o abaixamento 7017349131. Ou seja, para este exemplo, o *Letdown* para se deslocar para a próxima tarefa teria que percorrer 129,5 metros e 14,5 metros, respetivamente, no sistema atual e no proposto.

Tabela 5.1 – Exemplo das tarefas existentes em Armazém num determinado momento durante a operação

| Tarefa | Nº tarefa | Prioridade | Espaço Início | Distância (m) ao <i>Letdown</i> | Espaço Destino |
|----------------------------|------------|------------|---------------|---------------------------------|----------------|
| Abaixamento | 7017341449 | 1 | CP460421C | 129,5 | DR4503211 |
| Abaixamento | 7017346536 | 1 | BE290632B | 59,3 | BE2503911 |
| Abaixamento | 7017347602 | 1 | BA550603D | 121,9 | BA5506021 |
| Abaixamento | 7017348577 | 1 | AB240452A | 87,1 | AB2001531 |
| Abaixamento | 7017349131 | 1 | BE270183D | 14,5 | BE2901744 |
| Exec.Cont. Completo | 7017348756 | 1 | AL090501C | 60,4 | PT577 |
| Exec.Cont. Completo | 7017348742 | 1 | AB080322D | 96,8 | PT577 |
| Exec.Cont. Completo | 7017348777 | 1 | BA600292B | 175,8 | PT577 |
| Exec.Cont. Completo | 7017348778 | 1 | BA600292C | 175,8 | PT577 |
| Abaixamento | 7017269621 | 20 | BA600213A | 167,2 | BA5705431 |
| Abaixamento | 7017326863 | 20 | BA570571D | 102,4 | BA5705711 |
| (...) | (...) | (...) | (...) | | (...) |

Esta metodologia foi utilizada nas 30 observações realizadas, o que permitirá comparar a distância percorrida entre tarefas utilizando o sistema atual e o proposto.

Com a segunda análise pretende-se comparar as distâncias percorridas entre tarefas em dois cenários representativos da situação atual e da solução proposta. No primeiro cenário existe um operador a realizar o enchimento de todas as localizações vazias do corredor 13, realizando 14 abaixamentos pedidos. No segundo cenário, o operador realiza igualmente 14 abaixamentos, classificados de não urgentes mas cujo *picking* se encontra vazio, sendo a atribuição realizada segundo a proposta de melhoria. A simulação inicia-se em ambos os cenários na localização 13.015.11, localização atual do operador.

5.2.1.3 – Resultados obtidos pela implementação da proposta 1

Na primeira análise, as tarefas selecionadas pelo sistema atual estão apresentadas na tabela 5.2. Neste contexto, constata-se que seria necessário percorrer, no total, cerca de 2846 metros.

Tabela 5.2 – Tarefas selecionadas de acordo com o sistema atual.

| Sistema atual | | | | | | | |
|---------------|----------------|--------------------|------------|-------|------------|--------------------|-----------|
| Situação | Espaço Atual | Tipo trabalho | unidade de | Prio. | Esp.Ínicio | Distância (metros) | Esp.Dest. |
| 1 | Centro Armazém | Abaixamento | | 1 | AL110243B | 109,7 | AL1303211 |
| 2 | AL1303211 | Exec.Cont.Completo | | 1 | BA550293C | 178,9 | Porta 38 |
| 3 | Porta 38 | Abaixamento | | 1 | BE230392C | 122,7 | BE2105131 |
| 4 | BE2105131 | Abaixamento | | 1 | DR510272A | 121,2 | DR4302731 |
| 5 | DR4302731 | Abaixamento | | 1 | DR470261B | 21,5 | DR4705711 |
| 6 | DR4705711 | Abaixamento | | 1 | AB120501A | 165,7 | BE2702611 |
| 7 | BE2702611 | Abaixamento | | 1 | BA550292C | 114,9 | DR4703011 |
| 8 | DR4703011 | Abaixamento | | 1 | AB100262D | 150,2 | AL1506211 |
| 9 | AL1506211 | Abaixamento | | 1 | AB180183C | 46,8 | AB1801821 |
| 10 | AB1801821 | Exec.Cont.Completo | | 1 | AB100483B | 61,5 | Porta 28 |
| 11 | Porta 28 | Abaixamento | | 1 | CP460421C | 75,3 | DR4503211 |
| 12 | DR4503211 | Abaixamento | | 1 | AB240452A | 125,7 | AB2001531 |
| 13 | AB2001531 | Abaixamento | | 1 | NB440482D | 113,9 | DR4901111 |
| 14 | DR4901111 | Abaixamento | | 1 | DR430631D | 21,5 | DR4704711 |
| 15 | DR4704711 | Abaixamento | | 1 | AL110452C | 148,4 | AL1102711 |
| 16 | AL1102711 | Abaixamento | | 1 | BA540381D | 187 | BA5403911 |
| 17 | BA5403911 | Abaixamento | | 1 | BA550293A | 57,2 | DR4703011 |
| 18 | DR4703011 | Abaixamento | | 1 | BA570421C | 69,1 | DR4705011 |
| 19 | DR4705011 | Arrumação | | 20 | Porta 39 | 62,5 | DR490441B |
| 20 | DR490441B | Arrumação | | 20 | Porta 39 | 38,5 | DR490422B |
| 21 | DR490422B | Abaixamento | | 1 | AB080113A | 164,7 | AB1801711 |
| 22 | AB1801711 | Exec.Cont.Completo | | 0 | PR030591A | 93,3 | PT292 |
| 23 | PT292 | Abaixamento | | 1 | AB200482A | 149,7 | AB2204811 |
| 24 | AB2204811 | Abaixamento | | 1 | AB080261D | 63,1 | NB2603322 |
| 25 | NB2603322 | Abaixamento | | 1 | BE290422C | 58,4 | BE2502011 |
| 26 | BE2502011 | Abaixamento | | 1 | NB440483D | 103,4 | DR4901111 |
| 27 | DR4901111 | Abaixamento | | 1 | BE250241C | 82,2 | BE2503611 |
| 28 | BE2503611 | Abaixamento | | 1 | BE270241A | 46,8 | BE2505311 |
| 29 | BE2505311 | Abaixamento | | 1 | AL130291C | 78,6 | AL1303011 |
| 30 | AL1303011 | Abaixamento | | 1 | AL130412B | 13,3 | AL1505911 |
| Total: | | | | | | 2846 | |

As tarefas que seriam selecionadas pela solução proposta encontram-se apresentadas na tabela 5.3. Neste caso, teriam de ser percorridos, no total, cerca de 1547 metros.

Tabela 5.3 - Tarefas que seriam selecionadas de acordo com a proposta 1

| Sistema proposto | | | | | | |
|------------------|----------------|-----------------------------|-------|------------|--------------------|-----------|
| Situação | Espaço Atual | Tipo de unidade de trabalho | Prio. | Esp.Ínicio | Distância (metros) | Esp.Dest. |
| 1 | Centro Armazém | Abaixamento | 1 | AL190421C | 70,9 | BE2306011 |
| 2 | BE2306011 | Exec.Cont.Completo | 1 | AB100142B | 92,7 | Porta 38 |
| 3 | Porta 38 | Abaixamento | 1 | DR490353C | 40,8 | DR4903631 |
| 4 | DR4903631 | Abaixamento | 1 | DR510272A | 43 | DR4302731 |
| 5 | DR4302731 | Abaixamento | 1 | DR470261B | 37,9 | DR4705711 |
| 6 | DR4705711 | Abaixamento | 1 | BA520123C | 29,3 | BA5201111 |
| 7 | BA5201111 | Abaixamento | 1 | DR510621C | 9,5 | DR5106311 |
| 8 | DR5106311 | Abaixamento | 1 | CP460382B | 34,3 | DR4501211 |
| 9 | DR4501211 | Exec.Cont.Completo | 1 | AL170292A | 103,9 | Porta 28 |
| 10 | Porta 28 | Exec.Cont.Completo | 1 | BE270451B | 70,3 | Porta 28 |
| 11 | Porta 28 | Abaixamento | 1 | BE290632B | 80,1 | BE2503911 |
| 12 | BE2503911 | Abaixamento | 1 | AB240452A | 68,6 | AB2001531 |
| 13 | AB2001531 | Abaixamento | 1 | AB200443A | 29,5 | AL1903321 |
| 14 | AL1903321 | Abaixamento | 1 | BE270593D | 55,4 | BE2303511 |
| 15 | BE2303511 | Abaixamento | 1 | BE250471D | 65,1 | BE2503611 |
| 16 | BE2503611 | Abaixamento | 1 | AL150593D | 60,6 | AL1505711 |
| 17 | AL1505711 | Abaixamento | 1 | AL150563A | 2,9 | AL1505111 |
| 18 | AL1505111 | Abaixamento | 1 | AL110483D | 41,3 | AL1102931 |
| 19 | AL1102931 | Arrumação | 20 | Porta 11 | 28,8 | AL1105031 |
| 20 | AL1105031 | Arrumação | 20 | Porta 11 | 48,8 | AL110571C |
| 21 | AL110571C | Abaixamento | 1 | AB080113A | 29,3 | AB1801711 |
| 22 | AB1801711 | Exec.Cont.Completo | 0 | PR030631D | 84,5 | Porta 29 |
| 23 | Porta 29 | Abaixamento | 1 | NB400502D | 100,7 | NB2604212 |
| 24 | NB2604212 | Exec.Cont.Completo | 1 | NB260511A | 9,5 | Porta 28 |
| 25 | Porta 28 | Abaixamento | 1 | DR490482A | 40,6 | DR5103511 |
| 26 | DR5103511 | Exec.Cont.Completo | 1 | DR490332C | 37,7 | Porta 28 |
| 27 | Porta 28 | Abaixamento | 1 | BE250241C | 84,3 | BE2503611 |
| 28 | BE2503611 | Abaixamento | 1 | BE270241A | 52,7 | BE2505311 |
| 29 | BE2505311 | Abaixamento | 1 | BE270272D | 33,5 | BE2505311 |
| 30 | BE2505311 | Abaixamento | 1 | NB260332A | 62,7 | BE2503521 |
| Total: | | | | | 1547 | |

Verifica-se que a solução proposta permitiria selecionar tarefas prioritárias para a operação, sendo percorrida uma menor distância (menos 46%) relativamente ao sistema atual.

Na realização de 14 abaixamentos no corredor 13 para realizar o enchimento dos espaços de *picking*, segundo cenário analisado, teriam de ser percorridos 744 metros, como é mostrado na tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Distância percorrida entre tarefas no sistema atual

| Solução atual - Realizar abaixamento pedido | | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Abaixamento | Esp. atual | Solicita abaixamento | Esp.Ínicio | Distância (metros) | Esp.Dest. |
| 1 | 13.015.11 | 13.015.11 | 13.059.1A | 43,7 | 13.015.11 |
| 2 | 13.015.11 | 13.014.11 | 15.041.3A | 30,6 | 13.014.11 |
| 3 | 13.014.11 | 13.017.11 | 15.047.2B | 31,7 | 13.017.11 |
| 4 | 13.017.11 | 13.018.11 | 15.041.1C | 35,4 | 13.018.11 |
| 5 | 13.018.11 | 13.018.31 | 11.062.1B | 20,2 | 13.018.31 |
| 6 | 13.018.31 | 13.024.11 | 09.033.3A | 52,1 | 13.024.11 |
| 7 | 13.024.11 | 13.023.11 | 11.015.1C | 43,9 | 13.023.11 |
| 8 | 13.023.11 | 13.026.11 | 04.035.2C | 79,6 | 13.026.11 |
| 9 | 13.026.11 | 13.027.11 | 04.027.1A | 66,1 | 13.027.11 |
| 10 | 13.027.11 | 13.029.11 | 03.027.2A | 78,4 | 13.029.11 |
| 11 | 13.029.11 | 13.030.11 | 07.063.1C | 39,6 | 13.030.11 |
| 12 | 13.030.11 | 13.042.11 | 12.042.1D | 82,9 | 13.042.11 |
| 13 | 13.042.11 | 13.045.11 | 07.015.3A | 41,9 | 13.045.11 |
| 14 | 13.045.11 | 13.051.11 | 06.026.1A | 98,1 | 13.051.11 |
| Total: | | | | 744 | |

Se o sistema atribuísse abaixamentos não urgentes cujos *picking* se encontram vazios, juntamente com a atribuição da tarefa a realizar com localização mais próxima (em vez de atribuir abaixamentos pedidos - sistema atual), seriam percorridos 97 metros, tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Distância percorrida entre tarefas

| Solução proposta - Introduzir todos os abaixamentos e tarefa mais próxima | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|--|
| Abaixamento | Esp. atual | Esp.Ínicio | Distância (metros) | Esp.Dest. | |
| 1 | 13.015.11 | 13.015.1D | 0 | 15.060.11 | |
| 2 | 15.060.11 | 15.059.3C | 2,85 | 15.045.11 | |
| 3 | 15.045.11 | 15.047.2B | 4,75 | 13.017.11 | |
| 4 | 13.017.11 | 13.018.1C | 3,8 | 15.044.11 | |
| 5 | 15.044.11 | 15.041.1C | 3,8 | 13.018.11 | |
| 6 | 13.018.11 | 13.039.1B | 20,9 | 15.032.11 | |
| 7 | 15.032.11 | 15.041.3A | 8,55 | 13.014.11 | |
| 8 | 13.014.11 | 17.023.1B | 30,82 | 17.026.31 | |
| 9 | 17.026.31 | 17.032.2A | 5,7 | 19.044.11 | |
| 10 | 19.044.11 | 19.044.2D | 0,95 | 27.038.11 | |
| 11 | 27.038.11 | 27.039.3B | 2,85 | 27.047.31 | |
| 12 | 27.047.31 | 27.045.3A | 3,8 | 25.032.21 | |
| 13 | 25.032.21 | 25.026.2B | 6,65 | 27.021.11 | |
| 14 | 27.021.11 | 27.017.3C | 1,9 | 29.053.31 | |
| Total: | | | 97 | | |

Assim, para realizar o mesmo número de abaixamentos, a distância percorrida entre tarefas seria reduzida em 87% se a proposta fosse implementada.

5.2.1.4 – Conclusões relativas à proposta 1

Com as situações simuladas anteriormente, pode-se concluir que a proposta tem potencial para os *Letdown's*. Para um armazém de grandes dimensões, como o 5401, é fundamental selecionar as tarefas a desempenhar tendo em consideração também o fator distância entre a localização das tarefas, que atualmente ainda não se verifica.

Na primeira situação simulada, registou-se uma redução de 46% na distância percorrida entre tarefas, o que significa igualmente uma redução para perto de metade do tempo não produtivo consumido em viagem de garfos vazios. No entanto, é de salientar o facto de na situação simulada existirem muitas tarefas urgentes para suprimir, o que reduziu o leque de opções que o sistema possuía para selecionar a tarefa com localização mais próxima. Assim, os resultados poderiam ser ainda mais expressivos se não existissem tarefas urgentes para suprimir, situação que a introdução de mais tarefas de abaixamento no ciclo de trabalhos poderia atenuar ao permitir antecipar a realização das tarefas.

Relativamente à outra situação simulada, pode-se constatar como a tarefa de abaixamento pedido/função impecável atual é improdutiva quando comparada com a proposta. A proposta de melhoria permite reduzir a distância percorrida em 87%, na realização de 14 abaixamentos. Esta redução deve-se ao facto de um *Letdown* ao terminar um abaixamento pegar no contentor para abaixamento mais próximo de si em vez de se ter um *Letdown* a encher os espaços de *picking* de um corredor, tendo o *Letdown* de os ir buscar onde for necessário.

Para além da redução da distância percorrida, devido sobretudo às sugestões a) e b), é ainda de realçar as restantes vantagens desta proposta em termos de gestão de *Letdown's*, nomeadamente:

- A sugestão c) facilitaria a gestão do cais de descarga, pois passar-se-ia a ter conhecimento do número de paletes para arrumar em cada linha das portas de receção. Assim, seria possível gerir as prioridades de cada linha através do sistema WPMS, algo que atualmente não é realizável;
- A sugestão d) reduziria a concentração de *Letdown's* nos mesmos corredores e nas mesmas linhas das portas de receção/expedição;
- A sugestão e) reduziria a distância a percorrer na realização da tarefa de execução de meia palete;
- Deixaria de ser necessário dividir os *Letdown's* por áreas e tarefas; todos os operadores realizariam todas as tarefas em todo o armazém, o que tornaria o sistema mais eficiente e flexível.
- Seria pouco provável haver *Letdown's* sem trabalho para aceitar, situação recorrente no sistema atual que provoca desperdício de recursos e desmotivação dos operadores.

5.2.2 – Proposta 2: Novas regras de alocação

5.2.2.1 – Descrição da proposta 2

A alocação de contentores em armazém revela-se importante na produtividade dos *Letdown's*, uma vez que influencia a distância a percorrer e os níveis (de altura) a partir dos quais é necessário movimentar os contentores. No entanto, algumas regras utilizadas são consideradas ineficientes, para além da alocação ser realizada independentemente da rotatividade dos artigos.

Assim, sugere-se a alteração dos seguintes pontos:

- a) O processo de alocação é feito de acordo com a análise ABC da saída de paletes;

- b) No corredor do *picking* os contentores são alocados na localização livre que estiver mais próxima do *buffer* de referência;
- c) O principal critério para a sequência de corredores alternativos é a proximidade entre corredores;
- d) O sentido da sequência de arrumação será sempre do cais para a zona mais distante em todos os corredores;

a) Sugere-se que os artigos com maior rotatividade sejam colocados nas localizações mais eficientes. Isto é, uma vez que são responsáveis pela maior parte dos movimentos em armazém devem, dentro do possível, ser alocados na zona mais próxima do cais e nos níveis inferiores dos *racks*. Deste modo, será possível reduzir-se as distâncias percorridas nas diferentes tarefas, bem como o tempo despendido na movimentação de contentores nos diversos níveis dos *racks*. Para isso, deve recorrer-se à análise ABC, em que cada classe será alocada de forma distinta.

A análise ABC será realizada com base no critério “número de paletes movimentadas” em vez do critério “número de caixas movimentadas” utilizado pela empresa e que não se adequa aos *Letdown's*. Entende-se que se trata de uma diferença importante uma vez que devido à paletização, que é distinta para cada artigo, tem-se artigos com a mesma saída de caixas, que necessitam de um número de movimentação de paletes bastante diferentes. Tal fato conduz à existência de vários artigos pertencentes a classes de baixa rotatividade que movimentam muitas paletes, bem como o inverso. Considere-se o artigo 702545 (Pasta de Dentes), que possui uma taxa de saída de 1842 caixas no mês de Março, sendo classificado por isso, como artigo de classe A, isto é, de alta rotatividade. No entanto, uma vez que o artigo apresenta uma paletização de 442 caixas, ou seja, cada palete transporta 442 caixas, apenas 5 paletes foram movimentadas, sendo o 1104º artigo que exige um maior número de paletes movimentadas. O inverso também pode ser identificado, como é exemplo o artigo 661435 (Fraldas) que possui uma taxa de saída de caixas por mês praticamente idêntica ao anterior, 1779 caixas. No entanto, como possui uma paletização de apenas 8 caixas, é necessário movimentar 223 contentores durante o período em análise, sendo o 19º artigo que exige um maior número de movimentos de contentores. Estes dois exemplos mostram a importância que deve ser dada a este ponto. Os dois produtos em termos de rotatividade são praticamente idênticos para a gestão atual mas, na realidade, são bastante distintos no manuseamento de paletes.

Foi realizada uma análise ABC a 2277 artigos considerando o critério “taxa de saída por palete”, para o mês de Março, figura 5.4. Artigos que movimentam mais de 30 paletes por mês foram classificados de A. Artigos que movimentam menos de 3 paletes por mês foram classificados de C. Os outros foram classificados de B. Assim, na classe A encontram-se 13% dos artigos (296 artigos) que são responsáveis por 70% das saídas de paletes, na classe B encontram-se 42% dos artigos (959 artigos) que são responsáveis por 27% das saídas de paletes, enquanto na classe C estão 45% dos artigos (1022) que são responsáveis apenas por 3% das saídas de paletes.

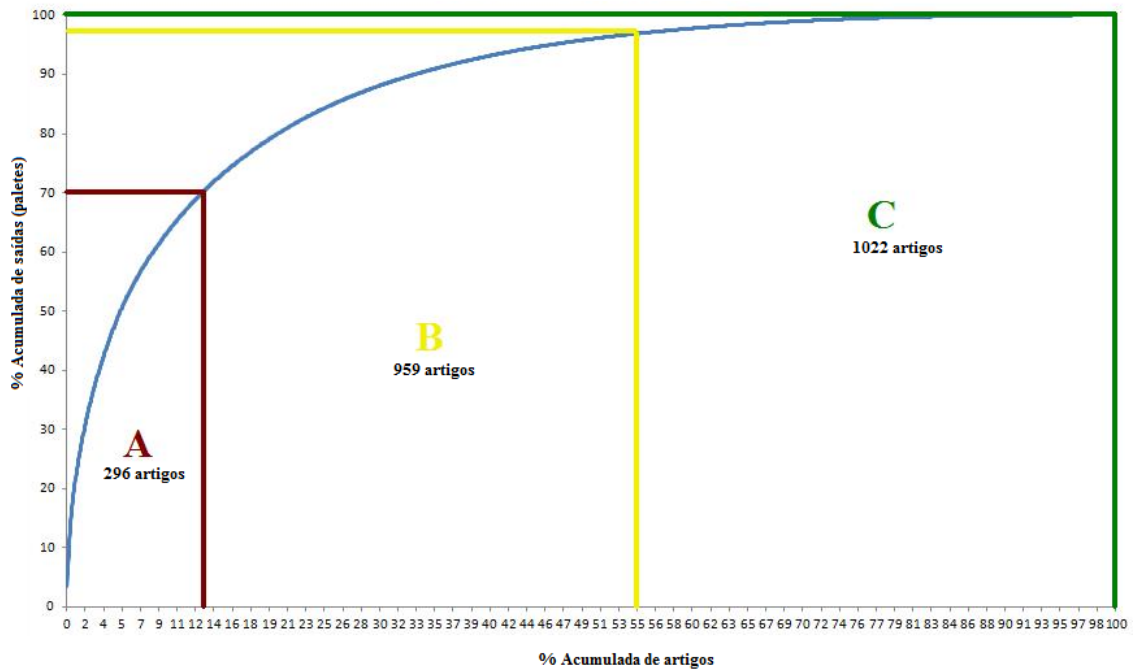


Figura 5.4 – Análise ABC por saída de paletes

Considerando diferentes critérios na análise ABC, é natural alguns artigos serem classificados de maneira diferente. Neste caso, num universo de 2277 artigos, 652 permutaram de classe. Na tabela 5.6 são apresentados 4 artigos que permutaram de classe.

Tabela 5.6 – Trocas de classe registradas pela mudança de critério

| Artigos | Classe anterior | Classe atual |
|---------|-----------------|--------------|
| 67 | B | A |
| 123 | A | B |
| 8 | C | B |
| 454 | B | C |

Propõe-se a utilização de uma alocação mista das paletes, isto é, uma alocação não completamente dinâmica, como atualmente, mas também não completamente fixa para cada artigo. Assim, sugere-se a criação de 3 novas sequências de arrumação, uma para cada classe, *buffer A*, *buffer B* e *buffer C*, que serão atribuídas aos artigos em função da sua rotatividade. Desta forma, será possível ao sistema WPMS alocar cada classe de artigos de forma diferente tendo em conta a distância percorrida horizontalmente mas também, e principalmente, tendo em conta os níveis de altura de arrumação que possuem um enorme impacto no tempo consumido a movimentar contentores. Caso se desconheça a rotatividade de um artigo, sugere-se a atribuição da sequência atual, denominada de sequência *buffer*, até ser conhecido valor.

As novas sequências de arrumação, apesar de continuarem a ser alocadas coluna a coluna a partir do *buffer* de referência, percorrem diferentes localizações, definidas da seguinte forma:

- Sequência *buffer A*: No bloco de corredores mais próximo do cais, a sequência aloca os contentores em cada coluna começando do nível A, posteriormente nível B e finalmente, nível C. No bloco de corredores mais afastado do cais, a sequência apenas alocará contentores primeiramente no nível A e de seguida, no nível B.

- Sequência *buffer B*: Os contentores serão alocados nos níveis C e D no bloco de corredores mais próximo do cais, enquanto no mais afastado os contentores serão alocados nos níveis A, B e C. No primeiro caso, aloca os contentores dos níveis mais altos para os inferiores, no segundo caso será por ordem inversa.
- Sequência *buffer C*: A alocação dos contentores é feita na zona mais afastada do cais, no nível D de arrumação.

A figura 5.5 permite ilustrar o modo como a mercadoria será alocada segundo esta proposta.

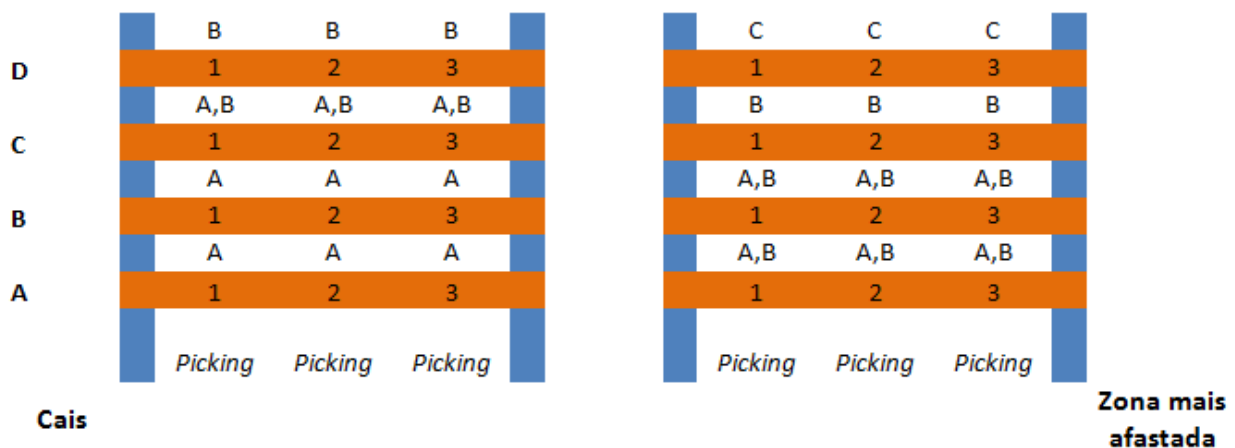


Figura 5.5 – Sequências de arrumação *buffer A*, *buffer B* e *buffer C*

Com a implementação desta proposta será possível aumentar a rapidez com que se movimentam os artigos de maior rotatividade, em detrimento dos artigos de menor rotatividade, que pouco movimento representa na operação diária do armazém. Ou seja, esta solução parte do princípio que para os artigos de menor rotatividade é vantajoso percorrer uma maior distância e movimentar contentores em níveis mais altos uma vez que, a acontecer, será com uma frequência muito menor relativamente aos restantes artigos. Com isto, será possível libertar espaço mais próximo dos artigos de alta rotatividade, das localizações de níveis mais baixos e mais próximas do cais, conseguindo-se desta forma reduzir o tempo necessário para movimentar os contentores destes artigos tanto no abaixamento como na arrumação e execução de contentor completo.

As novas sequências criadas tiveram ainda em consideração o *stock* médio que cada classe possui atualmente, tendo-se calculado a percentagem de cada classe relativamente ao total de contentores, aplicando-se essa ponderação à capacidade do armazém. No entanto, para assegurar que a existirem localizações livres a mercadoria será sempre alocada, deverá ser introduzida no sistema uma restrição em que se não existirem localizações livres na sequência *buffer A*, o sistema passará para a sequência *buffer B* e assim sucessivamente.

b) Relativamente ao segundo ponto da proposta, sugere-se que o sistema WPMS aloque cada contentor na localização livre que estiver mais próxima do *buffer* de referência dentro da sequência de arrumação, independentemente do grupo a que pertence (grupo 1 ou grupo 2). Assim, a mercadoria ficaria alocada o mais próximo possível do *picking* dos artigos, o que não se verifica atualmente, pois os contentores são arrumados primeiramente para o lado direito do espaço de *picking* do artigo e só depois para o lado oposto, o que se traduz em distâncias percorridas excessivas.

c) Nos corredores alternativos, existem diversas situações que devem ser reavaliadas, como no caso do corredor 17, em que os contentores não são alocados nos corredores mais próximos. Assim, propõe-se

o critério baseado nas distâncias entre pontos médios dos corredores, que define uma sequência de corredores alternativos ideal, como mostra a figura 5.6, para o corredor 17. No caso de não existirem localizações livres no corredor 17, o sistema irá alocar o contentor na primeira localização livre na sequência de corredores definida com base na distância dos pontos médios dos corredores: 18 (1º), 19 (2º), 15 (3º), 20 (4º), 16 (5º), etc. Com este critério, quando não existirem localizações livres num corredor, o sistema irá procurar no corredor mais próximo, o que não se verifica atualmente

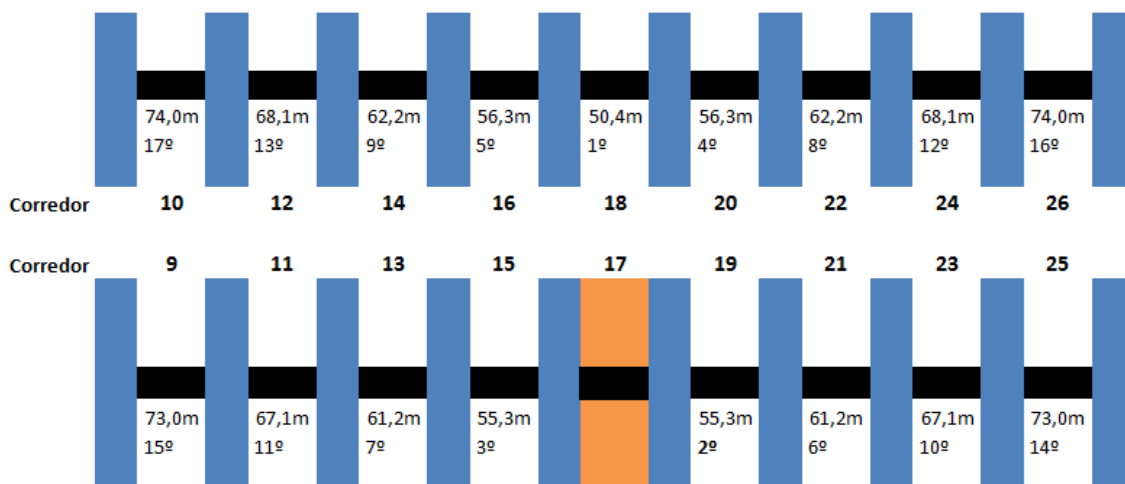


Figura 5.6 – Proposta de nova sequência de corredores alternativos para o corredor 17 segundo o critério de distância dos pontos médios dos corredores

Uma objeção a este critério poderá ser o facto de a ordem de corredores alternativos do bloco de corredores mais próximo do cais passar a dar preferência aos corredores mais afastados do cais, tendo-se de percorrer uma maior distância. No entanto, como é sempre dada preferência aos corredores próximos do cais, estes encontram-se constantemente sobrelotados, estando-se a alocar contentores de artigos centralizados nestes corredores em localizações muito distantes. Desta forma, uma vez que as localizações mais distantes terão sempre que ser utilizadas dado o nível elevado de utilização do armazém, entende-se que deve então procurar-se alocar os artigos o mais próximo possível do seu espaço de *picking*, o que corresponde à proposta apresentada. Pretende-se que este critério seja utilizado em todos os corredores, podendo ser alterado quando se justifique como, por exemplo, não colocar um corredor na sequência por existirem artigos com elevado *stock*.

d) Finalmente propõe-se que todas as sequências de arrumação em todos os corredores tenham o sentido do cais para a zona mais afastada acabando, desta forma, com situações como o exemplo da figura 4.2, onde foi percorrido o dobro da distância necessária para alocar os contentores. Ou seja, sempre que existam espaços vazios nos corredores alternativos, os contentores serão sempre alocados na localização livre mais próxima do cais.

5.2.2.2 – Análise do impacto da proposta 2

Esta nova proposta tem como objetivo modificar a forma como a mercadoria é alocada com base nos quatro pontos apresentados anteriormente. Cada um destes pontos contribuirá para um aumento da eficiência da arrumação, sendo certo que serão bastante mais produtivos para a empresa se todos eles forem implementados.

No entanto, entendeu-se que seria igualmente importante estudar separadamente o impacto de cada uma das regras propostas, isto é, introdução da análise ABC, arrumação na localização mais próxima

do espaço de *picking*, critério de distância na seleção da sequência de corredores alternativos e adotar o sentido dos corredores sempre do cais para a zona mais afastada.

Para o estudo da alocação com base na análise ABC, foi simulada a alocação, por ordem aleatória, de todo o *stock* de reserva dos artigos cujo espaço de *picking* se encontra no corredor 17, considerando o sistema atual e as sequências criadas. Assim, foram alocados 481 contentores, tendo sido feito o estudo do impacto da alocação na distância percorrida (entre o *stock* de reserva e o espaço de *picking*), bem como no tempo de movimentação dos contentores nos *racks*, isto é, o tempo necessário para os colocar e retirar de cada nível.

Para mostrar como a arrumação mais próxima do espaço de *picking* permite efetivamente reduzir a distância entre o *stock* de reserva e os espaços de *picking* dos artigos dentro dos corredores, foi alocado por ordem aleatória todo o *stock* de reserva do corredor 13 e 16, segundo o sistema atual e o proposto, tendo sido arrumados 408 e 311 contentores, respetivamente.

Relativamente aos corredores alternativos foi calculada a distância média entre o corredor do *buffer* de referência e os respetivos cinco primeiros corredores alternativos dos corredores 17 e 22, segundo os sistemas atual e o proposto.

Para mostrar a importância do sentido dos corredores, foi calculada a distância percorrida na situação da figura 4.2 em que são arrumados os contentores na situação atual. Depois, procede-se à alocação dos contentores pela ordem definida pela situação atual mas considerando que todos os corredores têm o sentido oposto ao atual, isto é, do cais para a zona mais afastada.

Por último, é realizado um estudo em que as quatro regras serão conjuntamente implementadas. Para isso, foi simulada a alocação, por ordem aleatória, de 2010 contentores, cujos espaços de *picking* se encontram nos corredores 13, 14, 15, 16, 17 e 18, considerando o sistema atual e o conjunto das regras de alocação propostas. No final, pretende-se avaliar o impacto da alocação dos contentores em termos de distância e tempo de movimentação necessário.

5.2.2.3 – Resultados obtidos pela implementação da proposta 2

Os resultados obtidos alocando os 481 contentores no corredor 17 segundo o sistema atual encontram-se apresentados na tabela 5.7. Constatou-se que a distância média entre a localização de cada contentor e o respetivo *picking* é de 16,8 metros, 10,3 metros e 5,5 metros, respetivamente, para os artigos de classe A, B e C. Os artigos de classe A estão a uma maior distância do *picking*. Pelo contrário, os artigos de classe C são os que se encontram mais próximos, com um terço da distância média comparativamente com os artigos de maior rotação (classe A). Tal deve-se ao facto de artigos de maior rotação possuírem um nível de *stock* superior, implicando a alocação dos contentores em localizações cada vez mais distantes do *picking*.

É de notar que, segundo o sistema atual, os artigos das diferentes classes, encontram-se, tal como esperado, igualmente distribuídos pelos diferentes níveis, uma vez que não existe distinção para a alocação dos diferentes tipos de artigos nos níveis dos *racks*. Por último, pode-se concluir que é nos artigos de maior rotação que o tempo exigido para movimentar um contentor é maior sendo necessário, em média, 56,7 segundos; para os artigos da classe B e C são necessários 50,9 segundos e 41,6 segundos, respetivamente.

Tabela 5.7 – Resultados obtidos na alocação de contentores no corredor 17 segundo o sistema atual

| Tipo artigo | Quantidade <i>stock</i> (contentores) | Distância Total (m) | Distância (m) /contentor | Tempo de movimentação horizontal (s) | Nº contentores Nível A | Nº contentores Nível B | Nº contentores Nível C | Nº contentores Nível D | Tempo racks (s) | Tempo racks (s) /contentores | Total tempo (s) | Total tempo (s) /contentor |
|---------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|
| A | 319 | 5363 | 16,8 | 2189 | 69 | 80 | 84 | 86 | 15909 | 50 | 18098 | 56,7 |
| B | 139 | 1434 | 10,3 | 585 | 40 | 35 | 34 | 30 | 6491 | 47 | 7076 | 50,9 |
| C | 23 | 126 | 5,5 | 51 | 12 | 5 | 2 | 4 | 905 | 39 | 956 | 41,6 |
| Total: | 481 | 6923 | 14,4 | 2826 | 121 | 120 | 120 | 120 | 23304 | | 26130 | |

A alocação dos 481 contentores utilizando o critério proposto na Análise ABC e as diferentes sequências de arrumação para cada classe de artigos, implica num resultado distinto, tabela 5.8. Verifica-se que os artigos de menor rotação, classe C, apresentam uma distância média ao *picking* maior, 65,7 metros, devido ao facto deste tipo de artigos apenas poder ser alocado no bloco de corredores mais afastado do cais, neste caso, no corredor 18. Os artigos classificados de B são os que, em média, se encontram mais próximos do *picking* do respetivo artigo, a 5,5 metros, devido sobretudo ao fato dos artigos desta classe apenas poderem ser arrumados no nível D de arrumação.

Relativamente aos níveis de arrumação, é de notar que os artigos de classe A encontram-se alocados principalmente nos níveis A e B, os de classe B nos níveis C e D e os de classe C apenas no nível D. Por último, verifica-se que é nos artigos de menor rotação que o tempo necessário para a movimentação de contentores é maior, em média 100 segundos por contentor movimentado. Para os artigos da classe B, a movimentação média de um contentor é de 70 segundos, enquanto os artigos de classe A apresentam um tempo médio de movimentação de 46 segundos.

Tabela 5.8 – Resultados obtidos na alocação de contentores segundo a proposta 2

| Tipo artigo | Quantidade <i>stock</i> (contentores) | Distância Total (m) | Distância (m) /contentor | Tempo de movimentação horizontal (s) | Nº contentores Nível A | Nº contentores Nível B | Nº contentores Nível C | Nº contentores Nível D | Tempo racks (s) | Tempo Racks (s) /contentores | Total tempo (s) | Total tempo (s) /contentor |
|---------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|
| A | 319 | 5506 | 17,3 | 2247 | 119 | 119 | 81 | 0 | 12346 | 39 | 14593 | 46 |
| B | 139 | 765 | 5,5 | 312 | 0 | 0 | 38 | 101 | 9422 | 68 | 9735 | 70 |
| C | 23 | 1511 | 65,7 | 617 | 0 | 0 | 0 | 23 | 1684 | 73 | 2301 | 100 |
| Total: | 481 | 7782 | 16,18 | 3176 | 119 | 119 | 119 | 124 | 23452 | | 26628 | |

A tabela 5.9 apresenta uma análise comparativa dos resultados dos sistemas atual e propostos. Considerando o caso apresentado, a solução proposta implica num aumento de 12% da distância total que terá que ser percorrida entre o *stock* de reserva e o *picking* dos artigos. Grande parte desse aumento advém do facto dos artigos de classe C apenas poderem ser alocados no bloco de corredores mais afastado do *picking* e das restrições existentes para as restantes classes em termos de altura. Nos artigos de classe B, registou-se uma grande diminuição significativa da distância percorrida, devido ao fato de ser permitida a esta classe alocar contentores no nível D no bloco de corredores mais próximo do cais.

Relativamente aos níveis de arrumação, pode-se notar uma maior utilização dos níveis inferiores para artigos de maior rotação, bem como o inverso, principal objetivo desta proposta. Esta reorganização dos artigos nos diferentes níveis, que implicou uma maior distância horizontal percorrida, permitiu diminuir em 19% o tempo total necessário para movimentar os artigos de classe A que, neste corredor em que representam 65% das paletes movimentadas. Contudo, o tempo de movimentação total dos artigos das classes B e C aumentou em 38% e 141%, respetivamente. Assim, verifica-se que o tempo total de movimentação manteve-se praticamente inalterado, registando apenas um aumento de 1,9%.

Tabela 5.9 – Análise comparativa da alocação de contentores do sistema proposto relativamente ao atual

| Tipo artigo | Distância Total (m) | Tempo de movimentação horizontal (s) | Diferença relativa | Nº contentores Nível A | Nº contentores Nível B | Nº contentores Nível C | Nº contentores Nível D | Tempo racks (s) | Diferença relativa | Total tempo (s) | Diferença relativa |
|---------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| A | +142,6 | +58,2 | +3% | +50 | +39 | -3 | -86 | -3563 | -22% | -3505 | -19% |
| B | -669,4 | -273,2 | -47% | -40 | -35 | +4 | +71 | +2932 | +45% | +2659 | +38% |
| C | +1385,4 | +565,5 | +1099% | -12 | -5 | -2 | +19 | +779 | +86% | +1344 | +141% |
| Total: | +858,6 | +350,5 | +12% | -2 | -1 | -1 | +4 | +148 | +1% | +498 | +1,9% |

Relativamente à regra b) proposta, alocação na localização livre mais próxima do *buffer* de referência, os resultados obtidos para os sistemas atual e proposto são apresentados na tabela 5.10. Verifica-se que nos corredores 13 e 16 a distância horizontal entre o *stock* de reserva alocado e o respetivo *picking* no sistema proposto diminuiu como pretendido. No corredor 13 a redução é de 36%, enquanto no corredor 16 a redução é de 26%. É um resultado esperado dado que, em vez de se alocar toda a mercadoria primeiramente para um lado do corredor e depois para o outro lado, a mercadoria é alocada na localização livre mais próxima do *buffer* de referência independentemente de se encontrar antes ou depois do mesmo.

Tabela 5.10 - Comparação da alocação de contentores segundo o sistema atual e a proposta de alocação na localização mais próxima do *buffer* de referência

| Corredor | Sistema atual | | | Sistema proposto | | |
|-----------|--------------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-----------|
| | Número Contentores | Distância (m) | Distância/contentor (m) | Distância (m) | Distância/contentor (m) | Diferença |
| 13 | 408 | 2952 | 7,2 | 1052 | 2,6 | -36% |
| 16 | 311 | 1678 | 5,4 | 1240 | 4,0 | -26% |

Na tabela 5.11 é apresentada a comparação da sequência de corredores alternativos utilizados para os corredores 17 e 22 atualmente e segundo o sistema proposto. A sequência de corredores alternativos ao corredor 17 no sistema atual é 19, 21, 23, 25 e 27. No sistema proposto seria 18, 19, 15, 20 e 16, o que permitiria uma redução média de 18% na distância a percorrer por contentor, entre o *stock* de reserva e o respetivo *picking*. Para o corredor 22, ao invés da sequência 20, 24, 18, 16 e 14 (sistema atual), seria utilizada a sequência 20, 24, 26, 18 e 21 (sistema proposto), sendo possível reduzir em 7% a distância média por contentor.

Tabela 5.11 - Comparação da distância média por contentor entre os 5 primeiros corredores alternativos relativos aos corredores 17 e 22, segundo as seqüências atual e proposta.

| | | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° | Distância média por contentor | Diferença Relativa |
|-------------|----------|-------------------------|------|------|------|------|-------------------------------|--------------------|
| Corredor 17 | Atual | Corredores alternativos | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | -18% |
| | | Distância média (m) | 55,3 | 61,2 | 67,1 | 73,0 | 78,9 | |
| | Proposto | Corredores alternativos | 18 | 19 | 15 | 20 | 16 | |
| | | Distância média (m) | 50,4 | 55,3 | 55,3 | 56,3 | 56,3 | |
| Corredor 22 | Atual | Corredores alternativos | 20 | 24 | 18 | 16 | 14 | -7% |
| | | Distância Média (m) | 43,9 | 43,9 | 49,8 | 55,7 | 61,6 | |
| | Proposto | Corredores alternativos | 24 | 20 | 26 | 18 | 21 | |
| | | Distância média (m) | 43,9 | 43,9 | 49,8 | 49,8 | 50,4 | |

A definição do sentido dos corredores ser sempre do cais para a zona mais afastada é importante, sendo apresentado na tabela 5.12 a alocação de 231 e 227 contentores nos corredores 2 e 6, respetivamente, considerando o sentido atual e o proposto. Constata-se que, considerando o sentido atual, em ambos os corredores foi necessário percorrer cerca do dobro da distância para alocar os contentores, quando existiam localizações livres mais próximas do cais.

Tabela 5.12 – Comparação entre as alocações realizadas considerando os sentidos dos corredores atual e proposto

| | Distância considerando o sentido zona mais afastada para cais (m) | Distância considerando o sentido cais para zona mais afastada (m) | Diferença relativa |
|-------------------------------------|---|---|--------------------|
| Corredor 2 (231 contentores) | 10843 | 6336 | 4507m (42%) |
| Corredor 6 (227 contentores) | 10933 | 5953 | 4979m (46%) |

Finalmente foi simulada a alocação por ordem aleatória de 2010 contentores, cujos espaços de *picking* se encontram nos corredores 13, 14, 15, 16, 17 e 18 utilizando-se todas as regras propostas. Os principais resultados são apresentados na tabela 5.13. Verifica-se, na situação proposta, que a distância total entre os contentores e o espaço de *picking* respetivo aumentou 5% relativamente ao sistema atual, mas a maior parte desse aumento advém do facto dos artigos de menor rotação serem alocados apenas no bloco de corredores mais afastado do cais. Nos artigos da classe A não se notou diferença significativa, enquanto nos artigos de classe B registou-se um aumento de 17%.

Relativamente aos níveis de arrumação, mais uma vez se nota que os artigos de menor rotação, estão nos níveis mais elevados, enquanto os artigos de maior rotação estão nos níveis inferiores. Assim, as regras de alocação permitem no caso analisado, uma redução de 8% do tempo total de movimentação dos contentores. Nos artigos de classe A, a redução é bastante expressiva, de 24%, representando 78% da movimentação de paletes. Nos artigos de classe B, verifica-se um aumento de 27% no tempo total de manuseamento de contentores, enquanto nos de classe C esse valor aumentou significativamente.

Tabela 5.13 - Comparação entre a alocação de contentores segundo o sistema atual e proposta de melhoria com implementação de todas as regras

| Tipo artigo | Distância (m) Total | Diferença relativa | Nº contentores Nível A | Nº contentores Nível B | Nº contentores Nível C | Nº contentores Nível D | Tempo racks (s) | Diferença relativa | Total tempo (s) | Diferença relativa |
|---------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| A | -20,91 | 0% | +301 | 281 | -226 | -353 | -18489 | -27% | -18497 | -24% |
| B | +498,4 | +17% | -127 | -124 | +119 | +132 | +7587 | +28% | +7791 | 27% |
| C | +842,4 | +408% | -23 | -5 | -5 | +33 | +1380 | +81% | +1723 | 97% |
| Total: | +1319,8 | +5% | +151 | +152 | -112 | -188 | -9522 | -10% | -8983 | -8% |

Verifica-se, ainda, que comparativamente ao cenário em que apenas foi utilizada a Análise ABC, com a utilização das restantes regras foi possível não só aumentar a rapidez com que é possível movimentar os artigos de maior rotação, como também não se registar um aumento tão elevado da distância percorrida.

5.2.2.4 – Conclusões relativas à proposta 2

Após a simulação das diversas situações, pode-se concluir que as modificações sugeridas para as regras de alocação permitem organizar melhor o *stock* de reserva e, por conseguinte, aumentar a produtividade dos *Letdown*'s.

Com o novo critério da Análise ABC é possível reorganizar a mercadoria nos diferentes níveis de arrumação, ficando os artigos de maior rotação nos níveis mais baixos e os de menor rotação nos níveis mais elevados. É um aspeto importante que não está a ser considerado atualmente uma vez que a movimentação no nível D necessita do triplo do tempo necessário no nível A e a movimentação na horizontal é bastante mais rápida do que na vertical. Além da reorganização em termos de níveis de altura, este critério permite também retirar todos os artigos de menor rotação do bloco de corredores mais próximo do cais, libertando esse espaço para os artigos de maior rotação. Segundo a análise efetuada para o corredor 17, a implementação de apenas esta regra permitiria reduzir o tempo de movimentação dos artigos de classe A em 19%.

A arrumação na localização mais próxima do *buffer* de referência é pertinente, uma vez que alocar todos os contentores para o lado posterior (grupo 1) do *buffer* de referência e só de seguida para o lado anterior (grupo 2), obriga a que seja percorrida distância desnecessária. Com a proposta 2, o sistema seleciona a partir do *buffer* de referência a localização livre mais próxima, quer esta esteja no grupo 1 ou no grupo 2 da sequência. Desta forma, a mercadoria é sempre alocada o mais próximo possível do seu espaço de *picking*. Nas simulações efetuadas foi possível reduzir a distância em 36% e 26% (corredores 13 e 16).

Relativamente aos corredores alternativos, a sequência deverá ser constituída pelos corredores mais próximos. Nos dois casos analisados, tal facto permite reduzir em 18% e 7% a distância média a que um contentor se encontra.

A sugestão de que a sequência de arrumação em todos os corredores deve ser no sentido do cais para a zona mais afastada serve sobretudo para evitar situações em que é alocada mercadoria mais distante do que o necessário, como se verifica atualmente em diversas ocasiões.

Através dos resultados obtidos na simulação do último caso, em que foram alocados 2010 contentores, verifica-se a potencialidade da proposta de melhoria reduzir em 8% o tempo total necessário na

movimentação dos contentores, possibilitando uma redução em 24% no tempo de movimentação dos artigos pertencentes à classe A que neste caso representava 78% das saídas nos corredores analisados. Atendendo a que a classe A representa 70% da movimentação de contentores no armazém, esta proposta promove a eficiência da arrumação no armazém e, conseqüentemente, o aumento da produtividade dos *Letdown's*.

A implementação desta proposta tem inerente a si a existência de *trade-offs*, nomeadamente o aumento do tempo de movimentação dos artigos das restantes classes. Os artigos da classe B necessitam de mais 27% do tempo para ser movimentados, enquanto os artigos da classe C necessitam praticamente do dobro do tempo. No entanto, atendendo à taxa de saída deste tipo de artigos, entende-se que pode ser uma troca aceitável e benéfica para o armazém.

Por último, é de salientar que a proposta poderia ainda ser mais vantajosa se existisse uma reformulação do *layout* dos espaços de *picking* por parte da gestão de forma a adaptá-lo às novas regras de alocação. Uma sugestão poderia ser a permuta entre todos os artigos pertencentes à classe C da zona mais próxima do cais, com os artigos da classe A que se encontram no bloco de corredores mais afastado.

5.2.3 – Proposta 3: Execução de contentor completo mais distante do *picking*

5.2.3.1 – Descrição da proposta 3

A proposta de execução de contentor completo mais distante do *picking* tem como objetivo reduzir as distâncias percorridas pelos *Letdown's* no momento do abaixamento para os artigos que normalmente são também executados em contentor completo. Para isso, é necessário realizar um desenvolvimento no sistema WPMS que permita que o contentor completo selecionado para executar seja o que se encontra mais distante do espaço onde é realizado o seu *picking*. Ou seja, uma vez que se tem de retirar um contentor completo de um artigo para enviar para uma loja, que seja o que se encontra mais distante do *picking*.

Deste modo, a distância percorrida seria diminuída, evitando-se situações em que se está a retirar contentores próximos do *picking* para executar como contentor completo, quando seria mais eficiente se fossem utilizados para abaixamento. Além disso, a tarefa de execução de contentor completo não se tornaria menos eficiente, uma vez que esta estará sempre dependente da porta para a qual se está a executar e da localização do contentor no *buffer*. Pelo contrário, no abaixamento, como os artigos possuem uma posição fixa no espaço de *picking* é vantajoso que os respetivos contentores de *stock* de reserva estejam o mais próximo possível, de modo a que a distância percorrida seja mínima.

Outra vantagem desta metodologia é o facto de permitir libertar mais rapidamente os espaços afastados dos espaços de *picking* dos artigos executados em contentor completo, que irão servir para alocar artigos com espaços de *picking* mais próximos dessas localizações conseguindo-se, assim, reduzir as distâncias percorridas.

Na execução de contentor completo o critério utilizado deixaria de ser o FIFO/FIFE para passar a ser o de maior distância relativamente ao *picking*. Conseqüentemente, o prazo de validade dos artigos da zona alimentar pode ficar comprometido uma vez que se pode escoar artigos com maior validade em detrimento de artigos com menor validade. Para mitigar esta situação, o critério utilizado na tarefa de abaixamento continua a ser o FIFO/FIFE garantindo-se, desta forma, que todos os produtos serão sempre escoados do armazém através do *picking*.

Na prática, para execução de contentor completo para abaixamento, o sistema WPMS selecionaria os contentores considerando, em primeiro lugar, o critério FIFO/FIFE e depois o que se encontra mais distante do *picking*.

5.2.3.2 – Análise do impacto da proposta 3

Para a análise do impacto desta proposta de melhoria, será aplicada a diversos artigos em que uma parte significativa é executada em contentor completo, considerando que, durante o período, não vão ocorrer entregas. Na tabela 5.14 encontram-se os artigos selecionados para análise da proposta, o respetivo número de contentores existente no *stock* de reserva, e o número de contentores movimentados quer por abaixamento quer em contentor completo. Por exemplo, relativamente ao artigo 598441, num dia de operação foram executados 53 contentores. A partir do histórico verificou-se que, em média, 67% dos contentores são executados em contentor completo e os restantes por *picking* após ter sido realizado abaixamento.

Tabela 5.14 – Artigos analisados na proposta

| Artigo | Stock reserva | Contentores movimentados | % Fluxo abaixamento | Número de Abaixamentos | % Fluxo Contentor Completos | Número de Contentores Completos |
|--------|---------------|--------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 531083 | 208 | 32 | 0,68 | 22 | 0,32 | 10 |
| 598441 | 169 | 53 | 0,33 | 17 | 0,67 | 36 |
| 659064 | 251 | 72 | 0,55 | 40 | 0,45 | 32 |
| 48149 | 116 | 40 | 0,61 | 25 | 0,39 | 16 |
| 16696 | 31 | 22 | 0,69 | 15 | 0,31 | 7 |

Assim, tendo em conta o *stock* de reserva de cada artigo, as respetivas localizações e a ordem dos contentores, serão analisadas as diferenças na sua gestão entre os sistemas atual e proposto, no que diz respeito à distância média percorrida quer no abaixamento dos contentores quer no *picking* dos artigos executados em contentor completo.

5.2.3.3 – Resultados obtidos pela implementação da proposta 3

As simulações realizadas para os cinco artigos originaram os resultados apresentados na tabela 5.15.

Para o artigo 531083 constata-se que a distância média percorrida por contentor para realizar os 22 abaixamentos é de 66 metros e 49 metros, considerando os sistemas atual e proposto, respetivamente. O sistema proposto implica numa redução da distância percorrida em 26% face ao sistema atual. Por seu lado, a distância média percorrida na execução dos 10 contentores completos aumentou 124% relativamente ao sistema atual.

Considerando o sistema proposto para o artigo 598441, registou-se uma redução de 67% na distância percorrida para realizar os 17 abaixamentos mas a distância percorrida na execução dos 36 contentores completos (isto é, a que se encontram do *picking*), aumentou 345%. Para o artigo 659064, verificou-se uma redução de 8% na distância percorrida nos 40 abaixamentos, mas na execução dos 32 contentores completos a distância média a que se encontravam do *picking* aumentou 49%. Para o artigo 48149, a solução proposta permitiu uma redução de 29% na distância percorrida nos 25 abaixamentos realizados, resultando num aumento de 150% na distância média dos contentores à sua localização de referência. Por último, para o artigo 16696, a distância percorrida em 15 abaixamentos foi reduzida em 13%, mas a distância média de execução de contentor completo aumentou 42%.

Tabela 5.15 – Análise comparativa de distâncias percorridas no abaixamento de contentores e execução de contentores completos, sistemas atual e proposto

| | | Distância média (metros) Sistema atual | Distância média (metros) Solução Proposta | Diferença relativa |
|---------------|--------------------|---|--|-----------------------|
| 531083 | Abaixamento | 66 | 49 | -26% |
| | Contentor completo | 31 | 69 | 124% |
| 598441 | Abaixamento | 30 | 10 | -67% |
| | Contentor completo | 11 | 50 | 345% |
| 659064 | Abaixamento | 50 | 46 | -8% |
| | Contentor completo | 52 | 77 | 49% |
| 48149 | Abaixamento | 27 | 19 | -29% |
| | Contentor completo | 21 | 54 | 150% |
| 16696 | Abaixamento | 46 | 40 | -13% |
| | Contentor completo | 39 | 56 | 42% |

Constata-se que para além da localização dos contentores influenciarem a distância a percorrer pelos operadores, também a ordem pela qual os contentores de cada artigo se encontravam no armazém é de extrema importância. Isto é, nos artigos em que foram retirados da fila para abaixamento, contentores para execução, foi possível reduzir a distância percorrida nos abaixamentos efetuados.

5.2.3.4 – Conclusões relativas à proposta 3

O princípio que está na base desta proposta é o de execução de contentor completo que estiver mais distante do *picking*. Os resultados obtidos com base nos 5 artigos selecionados permitem concluir que, com esta proposta, é possível reduzir a distância percorrida através da redução da distância percorrida na realização dos abaixamentos. Na execução de contentor completo é relativamente indiferente a localização de onde se retiram os contentores.

Além disso, é possível inferir que as reduções verificadas no abaixamento correspondem a uma pequena parcela do benefício promovido por esta proposta. Isto é, as reduções verificadas na distância percorrida devido à operação de abaixamento devem-se ao facto de contentores afastados do *picking* que no sistema atual eram selecionados para abaixamento serem selecionados no sistema proposto para execução de contentor completo. No entanto, em algumas situações simuladas, apesar de terem sido executados vários contentores completos muito distantes do *picking*, alguns contentores (também muito afastados do *picking*) tiveram de ser selecionados para abaixamento devido ao critério FIFO.

Assim, com a aplicação diária desta proposta de melhoria, o impacto positivo na distância percorrida nos abaixamentos pode ser ainda maior. Tal facto é bem visível no aumento da distância percorrida na execução de contentores completos que, ao serem executados desta forma, não o são por abaixamento.

5.2.4 – Outras propostas de melhoria

Nesta secção pretende-se sucintamente identificar outras propostas de melhoria que também visam responder aos fatores improdutivos identificados.

5.2.4.1 – Aumento da capacidade de armazenagem e picking de alto nível

Como constatado anteriormente, um dos maiores constrangimentos do armazém 5401 prende-se com o seu elevado nível de utilização. Propõe-se que no bloco de corredores mais afastado do cais seja utilizado um sistema de armazenagem distinto, nomeadamente o *very narrow aisle racking*, isto é, *racks* idênticos aos convencionais mas com corredores mais estreitos. Neste bloco de corredores mais afastado do cais sugere-se que apenas se realize arrumação de *stock* de reserva e *picking* para os artigos que pertençam à classe C (em termos de taxa de rotação), sendo utilizado o *picking* a alto nível. Assim, seria possível colocar 336 referências deste tipo de artigos, por corredor, para realizar *picking*, o que atualmente corresponde a 4 corredores, com *picking* de baixo nível.

No bloco de corredores mais próximo do cais, tudo continuaria como no sistema atual, exceto que apenas se realizaria o *picking* de artigos de classes A e B pois os artigos de classe C utilizariam os espaços de *picking* do bloco de corredores mais afastado do cais. Deste modo, tanto a capacidade de armazenagem como a produtividade dos *Letdown's* e da atividade de *picking* seriam aumentadas.

A capacidade de armazenagem aumentaria, uma vez que estes corredores possuem uma largura inferior, na ordem dos 2 metros, ao contrário dos 3,35 metros atuais, o que permitiria obter ganhos de espaço consideráveis. Assim, se o bloco de corredores mais afastado das duas zonas do armazém fosse convertido para este sistema de armazenagem, o armazém conseguiria um aumento de capacidade na ordem dos 13%, que advém da introdução de 7 novos corredores no espaço ocupado atualmente pelo bloco de corredores mais afastado do cais.

Os *Letdown's* conseguiriam ser mais produtivos na medida em que, existindo mais espaço no armazém, seria possível alocar os contentores mais próximo do seu *picking* de referência, o que reduziria a distância a percorrer no abaixamento. Além disso, o facto dos espaços de *picking* dos artigos de maior taxa de rotação se encontrarem maioritariamente na zona mais próxima do cais, bem como o inverso, permitirá reduzir igualmente as distâncias percorridas inerentes às tarefas de arrumação e execução de contentor completo.

Relativamente aos caixeiros que realizam a atividade de *picking*, seria possível igualmente aumentar a sua produtividade uma vez que ao ser permitido o *picking* de alto nível até ao nível D dos artigos com menor taxa de rotação, estes podiam ser alocados em apenas dois corredores, libertando os espaços no bloco de corredores mais próximo do cais para alocar os artigos de maior taxa de rotação. Desta forma, seria possível reduzir a distância a percorrer pelos caixeiros pois no *layout* encontram-se vários artigos baixa taxa de rotação entre os demais.

Para implementação desta proposta seria necessário investir em empilhadores e em preparadores de encomendas VNA, de forma a ser possível aos operadores circularem nos corredores estreitos.

Uma outra forma de aumentar a capacidade de armazenagem seria em utilizar os níveis mais elevados dos corredores perpendiculares ao *picking* (a) que atualmente não são utilizados (b), como mostra a figura 5.7. Esta solução permitiria um aumento de capacidade do armazém 5401 na ordem dos 7%.



Figura 5.7 – Outra solução para aumentar a capacidade de armazenagem

Adaptado de: UKWA (2013)

5.2.4.2 – Stock de contentores completos

Um dos maiores problemas inerentes à dispersão dos contentores relativamente ao seu *picking* deve-se ao facto de nos *racks* existirem artigos que são executados através do *picking* e, maioritariamente, em contentor completo. Este tipo de artigos normalmente tem uma elevada quantidade de *stock* que ocupa localizações que podiam ser utilizadas para abaixamento e, por isso, mais eficientes.

Deste modo, propõe-se que na zona de *buffer* chão seja colocado um sistema de armazenagem *flow rack*, com vista a armazenar artigos que são maioritariamente expedidos em contentor completo. Ou seja, neste tipo de artigos, apenas se armazenava nos *racks* dos corredores uma percentagem média de *stock* que permitiria fazer face às necessidades de abaixamento. Desta forma, seria possível libertar dos *racks* dos corredores várias centenas de espaços que seriam utilizados por contentores para abaixamento, tornando o sistema mais eficiente.

Neste *flow rack* seria possível alocar cerca de 20 linhas de artigos em 4 níveis de altura, o que corresponde à alocação de 3360 contentores, permitindo que se continue a utilizar a zona de *buffer* chão para os artigos apenas executados em contentor completo.

Por último, é de salientar que atualmente a zona de *buffer* chão não possui a capacidade suficiente para responder às necessidades da operação, sendo recorrente os operadores terem de arrumar contentores de forma dispersa no armazém. Tal situação é altamente improdutiva em termos de distância percorrida e é propícia à ocorrência de erros, uma vez que os contentores são arrumados de forma desorganizada. Com o aumento proposto da capacidade desta zona do armazém, seria possível alocar alguns dos contentores do *buffer* chão, caso fosse necessário.

5.2.4.3 – Split sheet pallet

Um dos fatores improdutivos identificados assinala o facto de ser desperdiçado muito tempo na movimentação de paletes vazias no momento do abaixamento. Para solucionar este problema propõe-se a utilização de um tipo diferente de unidade de carga no transporte e armazenamento de artigos, a *split sheet pallet*. Trata-se de uma folha fina de plástico ou em cartão *kraft*, que permite obter inúmeras vantagens relativamente à paleta tradicional, tais como: a ocupação de menor espaço, menos peso, maior volume de artigos por paleta, custo de aquisição menor em 10 vezes, entre outros.

Relativamente aos *Letdown's*, a principal mais-valia da utilização deste tipo de unidade de carga seria o facto de ser possível realizar dezenas de abaixamentos no mesmo espaço de *picking* sem ser necessário retirar sucessivamente a *slip sheet pallet*. Isto é, ao baixar o novo contentor, este poderia ser

colocado em cima da *slip sheet pallet* já vazia, uma vez que são muito finas, podendo posteriormente ser recolhidas por um operador de limpeza. Deste modo, os *Letdown's* não consumiriam tempo a movimentar paletes vazias, podendo focar-se na realização de tarefas específicas à operação.

Para utilização desta unidade de carga seria necessário utilizar extensões para os empilhadores, como os *roller-forks*, e para a sua movimentação nos *racks* seria necessário colocar um suporte metálico de elevação em cada localização nos *racks*.

5.2.4.4 – *Letdown's* realizam inventário durante a operação

A diferença entre os valores do *stock* no sistema WPMS e o real apresenta constantemente grandes discrepâncias, sendo um fator improdutivo para os *Letdown's*. Desta forma, propõe-se que no momento em que é realizada a tarefa de abaixamento o visor do computador dos empilhadores possa transmitir o número de caixas que deveriam estar presentes no *picking* bem como permitir a sua alteração. Assim, seria possível aos *Letdown's* corrigirem as discrepâncias existentes entre o *stock* do sistema WPMS e o *stock* real (que efetivamente se encontra nos espaços de *picking*) enquanto realizam a tarefa de abaixamento.

Ao realizar o inventário durante o abaixamento, os *Letdown's* consumiriam mais tempo na realização da tarefa, que seria recompensado pelo facto do sistema WPMS conseguir atribuir corretamente a tarefa de abaixamento aumentando, assim, a produtividade dos *Letdown's* e caixeiros.

5.2.4.5 – Tecnologia *Voice* nos empilhadores

Uma das tecnologias que tem vindo a ser integrada também nos empilhadores tem sido a tecnologia *Voice* (figura 5.8). Uma vez que no armazém já existe tecnologia *Voice* para *picking*, propõe-se que seja estendida aos *Letdown's* com o objetivo para promover o aumento da sua produtividade, rentabilizando-se ainda mais o investimento realizado nesta tecnologia.

A produtividade iria aumentar devido ao facto de os operadores receberem e introduzirem as indicações por voz. Desta forma, conseguiriam estar mais focados na movimentação do empilhador, enquanto interagiam com o sistema. Além disso, no armazém é muito comum os *Letdown's* terem de realizar *picking* quando necessário. Assim, ao passarem a utilizar a tecnologia *Voice*, o desempenho na permuta de funções seria melhor do que é atualmente.



Figura 5.8 – Integração de tecnologia *Voice* nos empilhadores

Fonte: Bond (2013c)

5.2.4.6 – Real time locating system (RTLS)

A principal dificuldade na gestão dos *Letdown's* é referente à escassez de informação relativamente à sua atividade. Se existisse um registo fidedigno e pormenorizado da operação, seria possível identificar onde se consome mais tempo de modo a ser possível redesenhar processos que permitissem reduzir esse tempo.

Para isso, sugere-se a implementação de um sistema RTLS que permite rastrear e registar todos os movimentos dos equipamentos de movimentação de cargas no armazém, bem como todas as paletes de mercadoria manuseadas, sem ser necessário fazer a leitura do código de barras tanto das paletes como das localizações onde foram colocadas/retiradas. Uma base dados com o registo de todos os passos realizados pelos empilhadores no armazém, permitiria redesenhar práticas operacionais para reduzir tempos de viagem e avaliar o verdadeiro desempenho dos operadores.

Outra vantagem deste sistema prende-se com a eliminação da leitura de código de barras sempre que é movimentado um contentor, fator improdutivo identificado anteriormente, uma vez que o registo de toda a sua operação seria automaticamente obtido pelo RTLS e transmitido ao sistema WMS.

Grande parte das soluções de sistemas RTLS existentes até há relativamente pouco tempo, baseavam-se na utilização da tecnologia RFID para a captação de dados, o que significava um avultado investimento inicial no projeto, bem como a existência de custos operacionais significativos. No entanto, atualmente, já existem outras alternativas em que o sistema se baseia apenas em etiquetas de códigos de barras 2D e na captação de dados *imaging technology*. A etiqueta 2D permite transmitir informação tanto na horizontal como na vertical, tendo como principais vantagens relativamente ao tipo 1D, a sua enorme capacidade de armazenamento de informação e uma enorme redundância. *Imaging technology* trata-se da tecnologia de leitura de códigos de barras que seria utilizada, que permite capturar a imagem de toda a etiqueta, conseguindo extrair a informação nela contida numa fração de segundo. Estas alternativas tornaram este sistema bastante mais atrativo tanto a nível de investimento inicial como de custos operacionais. Empresas que implementaram esta ferramenta obtiveram um aumento de produtividade em 47%, o que reflete a vantagem da implementação desta ferramenta

5.2.4.7 – Prémio de produtividade

A motivação dos *Letdown's* revela-se importantíssima na sua produtividade, como já identificado. Um dos fatores que atualmente mais contribui para a desmotivação deste tipo de operadores é o modo como o prémio de produtividade é determinado.

São propostas duas soluções:

- a) Prémio de produtividade assente num sistema de pontos por tarefa e escalões e
- b) Introdução de um sistema LMS.

a) A proposta de cálculo do prémio de produtividade assenta em dois pilares principais: um sistema de pontuação de atividades e um sistema de escalões. O sistema de pontos consiste na atribuição de pontos a cada uma das tarefas que os *Letdown's* desempenham, incluindo o *picking*, consoante o tempo médio que cada tarefa consome e a dificuldade da mesma. Desta forma, o sistema será transversal e equitativo, podendo qualquer operador desempenhar qualquer tarefa. Consoante os pontos alcançados é atribuído um escalão, sendo assim possível recompensar os *Letdown's* acima da média, bem como os menos produtivos. Com isto, terminar-se-á com certas quezílias na equipa relativamente ao prémio de produtividade.

b) O sistema LMS consiste numa ferramenta que visa gerir os recursos humanos. Utilizando este sistema, os operadores serão recompensados de acordo com os *standars* imputados a cada tarefa, sendo analisada a produtividade do operador comparativamente ao tempo que esta supostamente demoraria a realizar. Este sistema permitiria, ainda, ter acesso a outras funcionalidades relativamente à gestão da mão-de-obra.

Com a primeira solução seria possível resolver o problema inerente ao prémio de produtividade recorrendo às ferramentas atualmente existentes no armazém. No caso da ferramenta LMS, seria necessário um investimento considerável, mas a fiabilidade da ferramenta e as potencialidades adicionais para a gestão da mão-de-obra permitiriam alcançar melhores resultados. Nos armazéns em que o LMS foi implementado verificou-se, em média, um aumento de 20% na produtividade dos recursos humanos aliado, simultaneamente, a um aumento da qualidade e do serviço prestado. Além disso, é de assinalar que o *payback* verificado na implementação deste sistema tem variado entre 9 e 16 meses

5.2.4.8 – Câmara montada nos garfos do empilhador

Ao serem movimentados contentores em níveis elevados, durante parte do tempo os operadores estão numa posição torcida e a realizar extensão do pescoço, causando desconforto após algumas horas de trabalho e provocando lesões e, até mesmo, baixas médicas em vários operadores, com conseqüente redução da produtividade devido aos operadores não estarem no pleno das suas capacidades físicas.

Assim, propõe-se que seja montada uma câmara junto aos garfos do empilhador. Desta forma, será possível aumentar a visibilidade de todo o manuseamento de contentores nos níveis elevados, sem necessidade do operador realizar extensão do pescoço.

Capítulo 6 - Conclusões e propostas para desenvolvimento futuro

No setor da distribuição os processos logísticos existentes ao longo da cadeia de abastecimento representam uma componente chave para o sucesso deste tipo de empresas. Por sua vez, uma das atividades da cadeia de abastecimento que mais custo acarreta é a armazenagem, devendo as empresas do setor focar-se em torná-la o mais eficiente e flexível possível, de modo a tornarem-se mais competitivas.

Nesse sentido, é do interesse do grupo Jerónimo Martins a realização da presente dissertação, em que são analisados processos e apresentadas propostas que visam a melhoria do desempenho dos operadores que conduzem os empilhadores, designados por *Letdown's*.

Para isso, o ponto de partida para a realização da dissertação revelou-se importantíssimo, tendo consistido em realizar um levantamento dos principais fatores improdutivos associados aos *Letdown's*. Foi necessário acompanhar durante várias semanas a operação e dialogar com os intervenientes, de modo a compreender todos os processos inerentes à operação deste tipo de operadores, tendo-se concluído que existiam inúmeros fatores que contribuíam para a redução do desempenho dos *Letdown's*.

O principal fator identificado é relativo à distância percorrida na tarefa de abaixamento, arrumação e execução de contentor completo. No abaixamento é recorrente o *stock* de reserva dos artigos encontrar-se bastante distante do *picking* respetivo, devido sobretudo à existência de regras de alocação ineficientes que não têm em consideração a distância e não distinguem artigos com rotatividades diferentes no momento da alocação. Além disso, quanto maior é o nível de utilização do armazém, bem como quanto maior a quantidade de contentores por entrega do fornecedor de cada artigo, maior será a distância entre o *stock* de reserva e o *picking*. Nas tarefas de arrumação e execução de contentor completo, para além de também serem influenciadas pelos aspetos anteriores, são percorridas elevadas distâncias nas diversas situações em que as portas de receção/expedição se encontram distantes do local onde o contentor é arrumado/retirado.

Outro importante fator improdutivo identificado é relativo ao modo como o sistema WPMS atribui as tarefas aos *Letdown's*. Concluiu-se que a gestão é ineficiente, uma vez que o sistema apenas tem em consideração as prioridades das tarefas, não considerando qualquer critério relativamente à distância que é necessária percorrer entre tarefas consecutivas. Deste modo, é sucessivamente percorrida uma elevada distância entre tarefas, tendo-se verificado que em 44% do tempo consumido em viagem, os *Letdown's* encontram-se de garfos vazios, não sendo acrescentado qualquer valor à operação durante esse período.

Posteriormente, outro aspeto negativo a salientar é o facto da tarefa de abaixamento normal apenas poder ser aceite pelo *Letdown* após o caixeiro iniciar a unidade de trabalho que irá necessitar dos artigos relativos a esse abaixamento. Esta situação faz com que a tarefa de abaixamento seja bastante aleatória, existindo momentos em que não existe capacidade de resposta para realizar todas as tarefas necessárias e outros momentos em que não existe trabalho para aceitar, mesmo que numerosos espaços de *picking* estejam vazios. Nestas situações os *Letdown's* encontram-se a realizar abaixamentos sem qualquer tipo de critério ou prioridade para a operação do armazém.

Ainda relativamente à atribuição de tarefas do sistema WPMS, considera-se contraproducente dividir os *Letdown's* por áreas, uma vez que existe uma elevada volatilidade no volume de trabalho nas diversas áreas do armazém, correndo-se o risco de estarem a ser realizadas tarefas pouco urgentes numa zona, em detrimento de tarefas urgentes noutras zonas. Finalmente considera-se improdutivo

atribuir apenas um tipo de tarefa a um operador, dado que desta forma se terá sempre a componente da viagem de regresso sem realizar trabalho.

Dado o enorme volume de trabalho existente no armazém, é inevitável que em algumas ocasiões existam vários operadores nas mesmas localizações. No entanto, o sistema WPMS contribui para agravar esta situação ao enviar para localizações próximas, no mesmo horizonte temporal, vários operadores. Os congestionamentos têm um profundo impacto negativo na produtividade dos *Letdown's*, sendo que para o comprovar foi realizada uma análise nos corredores e cais relativamente ao tempo que, em média, este tipo de operadores tem que aguardar nestas situações. Os resultados demonstraram que os *Letdown's* nos corredores, nas situações em que aguardaram, estiveram parados, em média, durante 64 segundos. No cais, no momento da arrumação, estiveram em média parados durante 36 segundos e no cais no momento da execução de contentor completo, durante 18 segundos. Cada operador poderá deparar-se com estas situações numerosas vezes ao dia tratando-se, portanto, de uma enorme fonte de improdutividade para os *Letdown's*.

As diferenças entre o *stock* presente no sistema e o real, representam igualmente uma dificuldade para a gestão de tarefas protagonizada pelo sistema WPMS. Dos 31 espaços de *picking* sujeitos a uma análise, apenas em 3 casos as quantidades se encontravam corretas. Desta forma, o sistema WPMS efetuará uma má gestão da atribuição de tarefas, uma vez que irá atribuir uma prioridade maior ou menor à que corresponde à realidade. O facto dos caixeiros nos artigos que possuem várias frentes retirarem artigos de todas as frentes contribui, igualmente, para que o sistema WPMS se confunda, não efetuando posteriormente uma gestão apropriada.

A forma como a mercadoria é alocada nos diferentes níveis de arrumação constitui igualmente um fator improdutivo identificado. Foi realizada uma análise com cerca de 205 observações, tendo-se concluindo que movimentar um contentor (colocar e retirar do *rack*) no nível D, nível mais elevado, implica uma duração média de 73 segundos, no nível C uma duração média de 53 segundos, no nível B uma duração média de 43 segundos e, finalmente, no nível A uma duração média de 24 segundos. Isto é, a alocação de um contentor no nível mais elevado, em detrimento do nível mais baixo, implica o triplo do tempo na movimentação dos contentores. No entanto, este aspeto não é tido em conta no momento da alocação, não sendo rentabilizada a arrumação mais rápida nos níveis inferiores.

A realização de milhares de leituras de códigos de barras dos contentores e localizações de onde são retirados/colocados os contentores revela-se igualmente improdutivo. Para o comprovar, foi realizada uma análise em que se conclui que, em média, a leitura de um código de barras tem a duração de 7 segundos, correspondendo a 8% do tempo de trabalho de um *Letdown* que atinja a meta diária de contentores movimentados.

Também a movimentação de paletes vazias no momento do abaixamento foi considerada improdutivo. Para verificar o impacto desta situação, foi realizada uma análise que permitiu concluir que, em média, são consumidos 47 segundos a movimentar a paleta vazia a retirar do espaço de *picking*, o que corresponde, em média, a 27% do tempo de uma tarefa de abaixamento.

Considerou-se ainda pertinente considerar os próprios operadores um fator de improdutividade, concluindo-se que a sua motivação desempenha um papel importantíssimo na produtividade dos *Letdown's*. Para isso, foi comparada a produtividade de um operador que se diz motivado com os restantes, tendo-se concluído que, em média, este operador movimenta mais 39% de contentores que os restantes. A equipa de *Letdown's* encontra-se bastante desmotivada, sendo a principal causa a falta de equidade do prémio de produtividade que não considera as diferentes dificuldades de cada tarefa nem premeia os operadores que ultrapassam, de forma continuada, a meta exigida.

Por último, é de referir a inexistência de uma base de dados fidedigna e pormenorizada relativa à operação dos *Letdown's*. Desta forma não é possível à gestão conhecer fielmente os desperdícios de forma a redesenharem-se processos que permitam aumentar o desempenho dos *Letdown's*. Esta situação repete-se quando é necessário estimar os recursos necessários à operação, sendo a decisão tomada somente com base no bom senso do supervisor, podendo estar a considerar recursos em excesso ou em falta.

Com o objetivo de mitigar os fatores improdutivos identificados, foram desenvolvidas algumas propostas de melhoria.

A primeira proposta propõe alterar o modo como é efetuada a gestão de tarefas pelo sistema WPMS. Pretende-se que:

- seja introduzido o fator de distância no momento em que as tarefas são atribuídas;
- as tarefas de abaixamento possam ser aceites a partir do momento em que o *picking* se encontra vazio;
- seja realizado o registo correto das portas onde são recebidas os contentores;
- o número de tarefas atribuídas por corredor e portas do cais seja limitado; e
- a tarefa de execução de meia paleta introduzida no ciclo de trabalho.

Para demonstrar o potencial do primeiro critério, foram retiradas do sistema WPMS todas as tarefas existentes em 30 momentos diferentes durante um dia normal de operação e, posteriormente, comparada a distância que teria que ser percorrida entre tarefas se fosse utilizado o sistema atual ou a solução sugerida. Neste caso, os resultados foram esclarecedores, tendo-se conseguido reduzir a distância que seria necessário percorrer em 46%. Para demonstrar que a introdução de todos os abaixamentos cujo *picking* se encontra vazio seria igualmente vantajoso comparativamente ao abaixamento pedido, foram comparadas as distâncias percorridas entre tarefas para realizar 13 enchimentos relativos a um corredor com 13 abaixamentos utilizando a solução proposta, tendo-se registado, neste caso, uma redução de 87%. Ambas as análises refletem bem o potencial desta proposta, sendo que seria possível ainda retirar outras vantagens, nomeadamente: gestão mais fácil do cais; redução da concentração de *Letdown's* nos mesmos locais; deixará de ser necessário dividir os *Letdown's* por áreas, todos os operadores podem aceitar todas as tarefas em todas as localizações; e terminar-se-ia com a situação de se ter *Letdown's* sem trabalho para aceitar.

A segunda proposta de melhoria visa alterar as regras de alocação, de modo a que se tenha em consideração os seguintes critérios:

- alocação distinta para cada artigo de acordo com uma análise ABC por saída de palete;
- no corredor do *picking* os contentores são alocados na localização livre mais próxima do *buffer* de referência;
- proximidade de corredores como principal critério para a sequência de corredores alternativos; e
- o sentido da sequência de arrumação deve ser sempre da zona mais próxima do cais para a zona mais afastada.

Para análise do impacto desta proposta foram analisados individualmente os diversos critérios e, posteriormente, avaliado o seu impacto se fossem utilizados em conjunto. Assim, utilizando-se apenas o critério da análise ABC, foi possível reduzir em 19% o tempo de movimentação de contentores dos artigos de classe A na situação analisada, tendo-se aumentado o valor nas restantes classes. Utilizando

apenas o segundo critério, foi possível reduzir em 36% e 26% nos dois casos analisados, a distância dos contentores arrumados ao seu *picking* respetivo. Avaliando apenas o terceiro critério foi possível reduzir em 18% e 7% a distância média de cada contentor relativamente ao seu *picking*. A utilização do último critério conduziu a uma redução de 42% e 46% da distância percorrida nos dois corredores analisados. Por último, ao ser feita a simulação da alocação de 2010 contentores por ordem aleatória, foi possível reduzir em 8% o tempo total necessário para movimentar os contentores e reduzir em 24% o tempo de movimentação dos artigos pertencentes à classe A que, no exemplo em estudo, representa 78% das saídas. Desta forma, pode-se concluir que a implementação desta proposta, permitiria reorganizar o modo como a mercadoria é alocada no armazém, conseguindo reduzir o tempo total de movimentação e dos artigos da classe A, em detrimento de um aumento do tempo necessário para movimentar os artigos das classes de menor rotatividade.

Posteriormente foi feita a proposta de execução do contentor completo mais afastado do *picking*. Nesta proposta sugere-se que uma vez que se tem de retirar um contentor para executar como contentor completo, que seja o que se encontra mais distante do *picking*. Desta forma, consegue-se reduzir as distâncias no momento do abaixamento. Para os 5 artigos analisados, foi possível reduzir em 26%, 67%, 8%, 29% e 13% as distâncias percorridas no abaixamento, uma vez que contentores afastados que seriam utilizados em abaixamento foram antes utilizados para execução de contentores completos. Nos casos em que a redução foi menos significativa deveu-se ao fato dos contentores utilizados para abaixamento terem sido retirados igualmente de locais distantes, sendo certo que a implementação desta metodologia diariamente produzirá resultados bastante mais positivos.

Por fim foram apresentadas outras soluções de melhoria que visam mitigar as consequências negativas dos fatores improdutivo identificados. São propostas duas formas de aumentar a capacidade de armazenagem do armazém, sendo possível aumentar em 13% e 7% a capacidade do armazém num e outro caso. É proposta a realização de *picking* de alto nível, por forma a colocar todos os artigos de baixa rotatividade apenas em dois corredores. É sugerida a criação de uma zona, apenas para contentores a executar como completos, com capacidade para 3360 contentores, libertando espaço nos *racks* para contentores com o fim de abaixamento. É proposta a substituição das paletes tradicionais por *slip sheet pallets*, sendo possível aos *Letdown's* realizarem dezenas de abaixamentos sem ser necessário retirar constantemente a unidade de carga do *picking*. Sugere-se ainda que os *Letdown's* possam continuamente realizar inventário enquanto protagonizam a tarefa de abaixamento, permitindo desta forma reduzir as discrepâncias entre o *stock* presente no sistema e o real. Propõe-se ainda a utilização de tecnologia *voice* nos *Letdown's*, como forma de rentabilizar a tecnologia utilizada, aumentar a produtividade dos *Letdown's* através da comunicação por voz com o sistema e permitir uma permuta mais rápida destes empilhadores para o *picking*. É proposta a utilização de um sistema RTLS, para ser construída uma base de dados fidedigna que permita auxiliar no redesenho de processos, além de que seria possível eliminar as leituras de códigos de barras. São ainda propostas duas alternativas para um novo prémio de produtividade, um baseado nos recursos existentes atualmente no armazém e um outro que seria calculado recorrendo a um sistema especializado na gestão de recursos humanos, o LMS, que permitiria ainda obter outras vantagens. Finalmente é proposta uma solução que visa melhorar o posto de trabalho dos *Letdown's*, que será a instalação de uma câmara nos garfos do empilhador, permitindo uma melhor visibilidade da operação, bem como reduzir a necessidade de extensão do pescoço que provoca lesões ou mesmo doenças aos operadores.

Tratando-se do primeiro estudo aprofundado relativamente aos *Letdown's* no armazém, considera-se que a presente dissertação poderá constituir uma ferramenta importante para a gestão. Em primeiro lugar, devido ao facto de ter sido realizado um levantamento dos fatores improdutivo dos *Letdown's*,

sendo possível pesquisar mais oportunidades de melhoria que visem redesenhar os processos identificados como improdutivos.

Em segundo lugar, foram igualmente desenvolvidas várias propostas de melhoria que visam mitigar os fatores improdutivos identificados, sendo que se sugere como proposta de trabalho futuro, o aprofundamento das diversas propostas apresentadas na secção 5.2.4. Por exemplo, na realização de *picking* de alto nível, seria interessante realizar um estudo do impacto desta medida nas distâncias percorridas pelos *Letdown's* e na produtividade dos caixeiros, uma vez que todos os artigos da classe C iriam estar apenas em dois corredores, ao contrário de estarem distribuídos por todo o *layout*. A utilização da *slip sheet pallet* também poderia constituir uma temática interessante, ao analisar-se o impacto desta nova unidade de carga no tempo despendido nas diferentes tarefas de armazenagem. Poderia ser também efetuado um estudo relativamente à proposta de inventários dos *Letdown's*, de modo a verificar se o tempo despendido a realizar continuamente inventário compensa em termos de produtividade do *picking*, por existirem menos zeros.

Por último, sugere-se a realização de um estudo relativamente à utilização do pensamento lean no armazém. Os benefícios têm sido bastante reconhecidos pelas empresas que o implementaram, atingindo-se reduções de custo na ordem dos 20% a 40%, paralelamente a um aumento da flexibilidade, sustentabilidade e nível de serviço ao cliente, sem que seja realizado um investimento significativo.

Bibliografia

- Ackerman, K. (2001). *Task interleaving - A Significant Step In Improving Warehouse Productivity*. Warehouse Forum. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.idii.com/wp/wf2001feb.pdf>
- Alicke, K., Leopoldseder, M., Mishra, D., & Schulze, W.-A. (2008). *What's in your warehouse?* McKinsey & Company, Inc. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.mckinsey.it/storage/first/uploadfile/attach/140118/file/warehouse.pdf>
- Andel, T. (2010). *Lift truck tips: Do more with less; lift trucks and attachments*. Modern Materials Handling, Abril, Vol. 65, pp.14
- Atlet. (2013). *Very Narrow-Aisle Warehouses*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: http://marketstore.atlet.se/marketstore/servlet/export/ExportFile/vnarrow_ENG.pdf?DATABASE=MS SQL&ID=0047279&TABLEID=PRODMTRL&STORE=DATABASE&POS=1&VER=1&STREAM=TRUE&TYPE=ORG&PROCESS=FALSE&FILENAME=vnarrow_ENG.pdf
- Atteberry, J. (2013). *How 2-D Bar codes work*. How stuff works. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://science.howstuffworks.com/innovation/repurposed-inventions/2d-barcodes.htm>
- Ballou, R. (2007). *The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management*. European Business Review. Vol. 19, pp. 332-348.
- Barroso, J. (2012). *Gestão de Materiais numa empresa da área de reabilitação energética de edifícios Openline S.A*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- Belle, J., Valckenaers, P., & Cattrysse, D. (2012). *Cross-docking: State of the art*. Omega - The International Journal of Management Science. Vol.40, pp-827-846
- Bello, M. (2011). *Optimização da logística e distribuição de armazéns: Caso de aplicação numa empresa de produção de garrafas de vidro - Barbosa e Almeida vidros*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa.
- Bendigomitchell. (2013). *Forklift camera*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.bendigomitchell.com/kb/forklift-camera>
- Besugo, G. (2011). *Gestão de um armazém de produtos não percíveis - Caso de estudo*. Dissertação de mestrado, Universidade Nova de Lisboa.
- Bond, J. (2012). *Lift truck tips: Improving operator ergonomics*. Modern Materials Handling, Março , Vol. 67, pp. 12.
- Bond, J. (2013a). *Rack and Shelving: Supporting speed*. Modern Materials Handling , Abril, Vol. 68, pp.34-39.
- Bond, J. (2013b). *Thinking beyond the attachment*. Modern Material Handling, Fevereiro, Vol.68, pp.12.
- Bond, J. (2013c). *How to make a lift truck speak your language*. Modern Materials Handling, Junho, Vol.68, pp. 14.
- Bowersox, D., & Closs, D. (2006). *Gestão logística de cadeias de suprimentos*. São Paulo: Bookman.

- Cardoso, M. (2012). *Outsourcing Logístico em Portugal*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa.
- Carvalho, J. C. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Courtois, A., Pillet, M., & Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção 5ª Ed.* Lisboa: Lidel.
- Coyle, J., Langley, C., Novack, R., & Gibson, B. (2009). *Managing Supply Chains: A Logistics Approach, 9th international edition*. USA: Cengage Learning.
- Cristopher, M. (2011). *Logistics and Supply Chain Management 4th Edition*. UK: Financial Times Series.
- CSCMP. (2013). *Council of supply chain management professionals*. CSCMP. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://cscmp.org/about-us/supply-chain-management-definitions>
- Dallari, F., Marchet, G., & Melacini, M. (2008). *Order picking systems - How to choose the right one?* Artigo Científico, Università Carlo Cattaneo. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: http://www.liuc.it/ricerca/clog/cm/upload/LOGISTICS_SOLUTIONS1.pdf
- Delgado, J. (2010). *Projeto e Planeamento de Armazéns: Aplicação na Indústria de Distribuição*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa.
- Deloitte. (2013). *Global Powers of Retailing 2013*. Deloitte. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: http://www.deloitte.com/assets/DcomAustralia/Local%20Assets/Documents/Industries/Consumer%20business/Deloitte_Global_Powers_of_Retail_2013.pdf
- Dexion. (2013). *Dexion:Vertical Carousel*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.dexion.com/Product-Categories/Storage-Machines-and-WMS/Vertical-Carousel-PATERNOSTER/>
- Dukic, D., Cesnik, V., & Opetuk, T. (2010). *Order-picking methods and technologies for greener warehousing*. Artigo Científico, University of Zagreb.
- Eagle, C. (2013). *Cisco Eagle: Over dock storage racks*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.cisco-eagle.com/catalog/c-3042-over-dock-storage-racks.aspx>
- Fernandes, E. (2010). *Planeamento e Gestão de Stocks. Análise de um armazém e sua melhoria*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.
- Ferreira, Manuel P., Reis, Nuno R & Santos, João C (2011). *Mudança no sector alimentar: O Pingo Doce*. Caso de estudo nº8, globADVANTAGE - Center of Research in International Business & Strategy.
- FFMS. (2013). *Fundação Francisco Manuel dos Santos*. Grupo Jerónimo Martins [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.ffms.pt/>
- Frazelle, E. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*. USA:McGraw-Hill.
- Freshpakcorp. (2013). *Plastic slip sheets*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em:<http://freshpakcorp.com/products/plastic-slip-sheets>

- Garcia, F. (2003). *Applying Lean Concepts in a Warehouse Operation*. Advent design corporation. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: www.lean-automation.com/pdf/Applying%20Lean%20Concepts-wp.pdf
- Gong, Y. (2009). *Stochastic Modelling and Analysis of Warehouse Operations*. Dissertação de Doutorado, Universidade de Roterdão.
- Gregova, I. (2010). *Warehouse improvement with Lean 5s - A case study of Ulstein Verft As*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Molde
- Gu, J., Goetschalckx, M., & Mc Ginnis, L. (2010). *Research on warehouse operation: A comprehensive review*. European Journal of Operational Research. Vol.203, pp.539-549.
- IWRacks. (2013). *Very Narrow Aisle Racks*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.industrialwarehouse racks.com/very-narrow-aisle-racks/>
- Koster, R. d., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). *Design and control of warehouse order picking: A literature review*. Journal of Operational Research. Vol.182, pp.481-501.
- LeBlanc, R. (2013). *About.com: What is a pallet?* [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: http://recycling.about.com/od/Pallet_Recycling_Glossary/a/What-Is-A-Pallet.htm
- Liebeskind, A. (2005). *How to optimize your warehouse operations*. USA: Industrial Data and Information Inc.
- Link51. (2013). *Racking & Warehouse: Storage Guide*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.link51.com/racking-and-warehouse-storage-guide>
- Martins, J. (2006). *Relatório e contas 2005*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://web3.cmvm.pt/sdi2004/emitentes/docs/PC9048.pdf>
- Martins, J. (2007). *Relatório e contas 2006*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://web3.cmvm.pt/sdi2004/emitentes/docs/PC12937.pdf>
- Martins, J. (2009). *Relatório e contas 2008*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.jeronimomartins.pt/media/105761/Relatorio%20e%20Contas%202008.pdf>
- Martins, J. (2012). *Apresentação institucional Jerónimo Martins*.
- Martins, J. (2013a). Site Jerónimo Martins. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.jeronimomartins.pt/>
- Martins, J. (2013b). *Relatório e contas 2012*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.jeronimomartins.pt/media/502071/RelatorioeContasJeronimoMartins2012.pdf>
- Martins, J. (2013c). *Programa geral de gestão de loja*.
- Mecalux. (2013). *Mecalux - Soluções de armazenagem: Armazéns Autoportantes*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.mecalux.com.br/cargas-paletizadas/armazens-autoportantes>
- Moura, B. (2006). *Logística: Conceitos e tendências*. Lisboa: Centro Altântico.

- MWPVL. (2013). *Look to the sky to increase warehouse productivity?* MWPVL: International Supply Chain Experience. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.mwpvl.com/html/sky-trax.html>
- Napolitano, M. (2011). *Workforce metamorphosis*. Modern Materials Handling, Agosto , Vol.66, pp.50-54.
- Napolitano, M. (2012a). *Maximize your WMS*. Modern Material Handling, Outubro, Vol. 67, pp. 42.52
- Napolitano, M. (2012b). *Labor Management: Beyond the punch clock*. Modern Materials Handling, Agosto , Vol. 67, pp.55-59.
- Palletsolutions. (2013). *Riser Deck - Paletless Material Handling & Storage*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=UkPDWSFzBvw>
- Pereira, S., Toquetti, L., Ricci, D., & Duarte, J. (2010). *Informática em Logística: Sistema WMS para Gestão de Armazéns*. Fasci-tech, Vol.1, pp.148-162.
- Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. USA: Kogan Page Limited.
- Rogers, L. (2010). *Carousels: Turning Picking into productivity*. Modern Materials Handling, Outubro, Vol. 65, pp.34-37.
- Rogers, L. (2011a). *Pallet rack basics: Behind the backbone*. Modern Materials Handling, Fevereiro, Vol.66, pp.60-64
- Rogers, L. (2011b). *Equipment 101:Lift truck basis*. Modern Materials Handling, Agosto ,Vol.66, pp.39-42.
- Rogers, L. (2011c). *Automatic Guided Vehicles*. Modern Materials Handling, Setembro , Vol.66, pp.36-39.
- Rogers, L. (2011d). *Data capture basis*. Modern Materials Handling, Outubro , Vol.65, pp.34-38.
- Rollerforks. (2013). *Rollerforks:Slip sheets vs. Pallets*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em:<http://slip-sheet-attachments.com/about-us/news/slipsheets-vs-pallets/>
- Roque, H. (2009). *Gestão de stocks de acessórios de moda: caso de estudo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2010). *The Handbook of Logistics & Distribution Management 4thEdition*. UK: Kogan Page Limited.
- Santos, J. (2009). *A Logística no planeamento e gestão de stocks*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.
- SCDigest. (2008). *Is Slotting Optimization Ready for Prime Time?* [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.scdigest.com/assets/newsviews/08-05-27-1.pdf>
- Slip-sheet-attachments. (2013). [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.slip-sheet-attachments.com/product/>

- Solostocks. (2013). *Solostocks*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.solostocks.pt/venda-produtos/packaging-empacotamento/outros-produtos-packaging/rack-para-cargas-leves-687026>
- Spaceway. (2013). *Double Deep Pallet Racking*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.spaceway.co.uk/products/double-deep-pallet-racking>
- StarIndustries. (2013). *Fork extensions*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: http://www.starindustries.com/fork_extensions.htm
- Storact. (2013). *Storact: Engineering & Storage Solutions*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: http://www.storactlog.com/en/references/Mobile-Racking-Systems/gradus_holding/
- Temesist. (2013). *Temesist:Mezzanine Storage System*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.temesist-raf.com/en/mezzanine-storage-system.html>
- The-Pallets. (2013). *Which Pallet Rack Systems Do You Need?* The Pallet Racking Systems Resources. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://the-pallets.com/which-pallet-rack-systems-do-you-need>
- Titanrack. (2013). *Pallet Stacking*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em <http://titanrack.com/stack-racks/pallet-stacking/>
- Tostar, M., & Karlsson, P. (2008). *Lean Warehousing*. Dissertação de Mestrado, Lund University.
- Toyota. (2013a). *BT Reflex Série R/E*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.toyota-forklifts.com.pt/Pt/Products/reach-trucks/bt-reflex-r-e-series/Pages/Default.aspx>
- Toyota. (2013b). *Push Back Racking*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.toyotaequipment.com/push-back-racking/>
- Toyota. (2013c). *Porta paletes elétricos - BT Levio*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.toyota-forklifts.com.pt/Pt/Products/pallet-trucks/bt-levioseries/Pages/Default.aspx>
- Toyota. (2013d). *Powered stackers*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.toyota-forklifts.eu/en/Products/powered-stackers/Pages/Default.aspx>
- Toyota. (2013e). *Toyota:BT Autopilot*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.toyota-forklifts.com.pt/Pt/Products/semi-automatic-trucks/bt-autopilot/Pages/Default.aspx>
- Trebilcock, B. (2011a). *Should you reslot your warehouse?* Modern Materials Handling , Maio, Vol. pp.25-28.
- Trebilcock, B. (2011b). *15 ways the lift truck is evolving*. Modern Materials Handling, Agosto , Vol.66, pp.44-47.
- Trebilcock, B. (2011c). *The sky is the limit*. Modern Materials Handling, Maio , Vol.66, pp.18-22.
- UKWA (2013). *Optimise space and improve efficiency with APEX Linvar*, UK Warehouse, Maio, Vol.22, pp.1.

ViaPrevention. (2013). *Order Picking truck - A lift truck different from de others*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://www.viaprevention.com/upload/viaprevention/publications/2012730155455-2.pdf>

YES. (2013). *YES- Yale Equipment & Services*. [Consultado a 10 de Maio, 2013]. Disponível em: <http://yesfleetmgmt.com/rack.html>