

OTIMIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE *PICKING* NUM ARMAZÉM DE PEÇAS – UM CASO DE ESTUDO

Álvaro José Gonçalves Lourenço

Dissertação de Mestrado

Orientador: Professor Doutor Manuel Pereira Lopes



Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2014

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial

Candidato: Álvaro José Gonçalves Lourenço, N° 1810428, 1810428@isep.ipp.pt

Orientação científica: Álvaro José Gonçalves Lourenço, N° 1810428, 1810428@isep.ipp.pt

Empresa: Cimertex, SA



Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

9 de dezembro de 2014

para os meus Filhos.

“Caminhante, não há caminho. Faz-se o caminho ao andar.”

António Machado y Ruiz (1875//1939)

Agradecimentos

À minha mulher, pelo exemplo e determinação.

À minha Família, pelo encorajamento, disponibilidade de tempo e meios.

Ao Professor Doutor Manuel Pereira Lopes, pelas excelentes aulas, pelas conversas no fim das aulas, pelos valiosos conselhos e correcções que recebi, por todo o apoio concedido, bem como pela enorme disponibilidade manifestada na orientação deste trabalho.

À Administração da Cimertex, por compreender que a formação deve ser constante durante toda a vida, mas só com este estilo de gestão se torna possível conciliá-la com o trabalho.

Malcolm Ross (Komatsu), pela amizade profissional.

Patrick Desvignes, *compagnon de route*.

Frei Bernardo Domingues, pelo encorajamento e conselhos.

Colegas MBA SoftDreams (IESF), pelo exemplo.

Colegas On/Off (ISEP), pela longa amizade.

Colegas Mestrado Gestão Industrial (ISEP), pelo companheirismo e entreaajuda.

Eng.º Hermenegildo Pereira, pelo pontapé de saída.

Mestre Irineu Fernandes, pela autoconfiança transmitida.

Doutor Miguel Pessoa Monteiro e Eng.º Sergio Pinto pelos conselhos e palavras de incentivo.

Sr. Artur Marques, colegas e colaboradores, por todo o apoio disponibilizado.

A todos os meus Professores.

Resumo

Este trabalho descreve um caso de estudo que visa a otimização da operação de recolha num armazém de distribuição de peças. Armazéns que empregam métodos manuais em que o colaborador se desloca ao lote, a atividade da recolha de produtos em armazém, para satisfazer uma encomenda específica de um cliente, tem sido frequentemente identificada como uma tarefa de trabalho intensivo. Por esse motivo, a minimização dos custos operacionais, tendo em consideração que o nível de serviço nunca poderá ser prejudicado, qualquer ganho obtido na atividade de recolha, traduz-se numa vantagem significativa. O objetivo do presente projeto é o estabelecimento de um processo de definição de rota de recolha simples e eficiente, tendo por base as características pouco comuns do armazém: um *layout* não-retangular e um perfil especial de encomendas dos clientes. Sobrepondo-se a pequenos reajustes da implementação, deslocalização de peças baseadas na classificação ABC e implementação da metodologia 5S, foi estudado um modelo de definição de rota e implementado na plataforma MS-Excel. Alicerçado na vontade da melhoria contínua, a procura e implementação de uma rota adequada, alinou os esforços da equipe o que se veio a repercutir num crescimento visível da sua eficiência, aumentando-a em cerca de 25%. Para além disso, o resultado positivo de uma auditoria executada por técnicos da Komatsu, concedeu a mais elevada classificação à operação de peças. Um resultado desta monta promove a imagem externa na empresa no mercado local e reveste-se de particular importância como um marco para operações congêneres.

Palavras-Chave

Gestão de armazéns, Recolha manual, Otimização de rotas.

Abstract

This paper describes a case study on the optimization of the picking operation in a parts distribution warehouse. In warehouses employing manual picker-to-parts methods, the activity of retrieving products from storage to attain a specific customer order, has been long identified as a labour-intensive activity. Therefore, taking in account that the service level should never be harmed, any gain to be achieved on the picking activity, leads to significant advantages on the minimization of the operational costs. The main goal of the project was to establish a simple and efficient routing process for picking activity, based on the characteristics of the uncommon non-rectangular warehouse layout and the customer orders activity profile. On top of minor layout readjustments, parts relocation based on inventory ABC classification and implementation of the 5S methodology, a tailored routing algorithm was developed and implemented on a MS-Excel platform. Triggered by the will of continuous improvement, the search and implementation of an adequate routing policy has aligned the team efforts with visible increase on the efficiency of order picking which increased by near 25%. Furthermore, the positive outcome of an audit, performed by the company's major franchise, granted their highest rate to the parts operation. Such a remarkable result promotes the external image of the company in the local market and sets a milestone to similar parts operations.

Keywords

Warehouse management; Manual order picking; Parts distribution; Routing optimization.

Résumé

Ce document décrit un cas d'étude sur l'optimisation des opérations de préparation des commandes dans un magasin de distribution des pièces de rechange. Dans les magasins, concernant les méthodes manuelles de préparation, l'activité aboutissant à la finalisation d'une commande client a été longuement considérée comme un travail intensif. Pour cette raison, et prenant en considération que le niveau du service ne serait jamais détérioré, toutes les améliorations possibles sur une activité de préparation de commande avec des avantages significatifs visent à minimiser les coûts d'opérations. L'objectif principal de ce projet était d'établir un procédé simple et efficace pour les opérations de préparation des commandes, basé sur les caractéristiques d'un schéma de magasin pas commun et d'une activité de commande bien spécifique à un profil de client très particulier. Après quelques ajustements mineur dans les schémas de fonctionnement tel que le système de relocalisation des pièces basé sur le système ABC et l'application de la méthode des 5 S, on a développé et réaliser un algorithme en passant par le support MS-Excel. Basée dans l'esprit de l'amélioration continue, la recherche et la réalisation d'une méthode de cheminement approprié ont récompensés les efforts de l'équipe avec une augmentation visible de la préparation des commandes de 25%. En outre le résultat positif de la procédure de contrôle exécuté par une société de commerce a accordé la plus haute estimation dans la réalisation de ce projet. Un tel résultat remarquable contribue à promouvoir l'image de la société sur le marché local et détermine une étape importante pour la suite des opérations, bien comme s'entoure de particulière importance pour des opérations similaires.

Mots-clés

Gestion de magasins, Picking manuel, Distribution de pièces de rechange, Optimisation de routes.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Résumé	v
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	5
1.2. OBJETIVOS	7
1.3. CONTRIBUTOS	7
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. ARMAZENAMENTO.....	10
2.2. <i>LAYOUT</i>	10
2.3. ATRIBUIÇÃO DE LOCALIZAÇÕES	11
2.4. MÉTODOS DE RECOLHA	12
2.4.1. RECOLHA ENCOMENDA A ENCOMENDA	12
2.4.2. RECOLHA EM <i>BATCH</i>	13
2.4.3. ROTAS DE RECOLHA	13
2.5. RELOCALIZAÇÃO DE ARTIGOS	17
3. APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO	18
3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	18
3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	20
3.3. <i>STOCK</i>	29
3.4. CONTROLO DE <i>STOCK</i>	30
3.5. INVENTÁRIO	31
3.6. RECEÇÕES	32
3.7. RECOLHA.....	36
3.8. MÉTODOS DE RECOLHA	37
3.9. PERFIL DE ATIVIDADE.....	39
3.10. PRINCIPAIS PROBLEMAS IDENTIFICADOS	42
4. ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES.....	45
4.1. RECOLHA.....	45
4.2. METODOLOGIA 5S	52
4.2.1. FORMAÇÃO	53

4.2.2.	FERRAMENTAS	54
4.2.3.	EQUIPAMENTO DE BAIXO CUSTO	54
4.2.4.	MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO	55
4.2.5.	IDENTIFICAÇÃO	56
4.2.6.	FORMULÁRIOS	56
4.2.7.	TRATAMENTO DE ARMAZENAGEM DIVERSA	56
4.2.8.	AMBIENTE	56
4.2.9.	CASA ARRUMADA	57
4.3.	CLASSIFICAÇÃO ABC	63
4.4.	ARRUMAÇÃO EM <i>BATCH</i> VS DISCRETA	68
4.5.	RECOLHA DISCRETA VS <i>SORT-WHILE-PICKING</i>	70
4.6.	OTIMIZAÇÃO DAS ROTAS DE <i>PICKING</i>	78
4.6.1.	PROBLEMAS DE TESTE	79
4.6.2.	MÉTODO DE GRAFOS PARA O CÁLCULO DA MATRIZ DE DISTÂNCIAS DE UM ARMAZÉM ..	79
4.6.3.	DESEMPENHO DO MÉTODO ATUAL	86
4.6.4.	ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO	86
4.6.5.	TSP1	87
4.6.6.	COMPARAÇÃO DE RESULTADOS	88
5.	CONCLUSÕES	90

Índice de Figuras

Figura 1 - Panorâmica do armazém.....	5
Figura 2 - Vista geral.....	20
Figura 3 - <i>Mezzanine</i> - peças pequenas e médias.....	21
Figura 4 - <i>Racks</i> de paletes.....	21
Figura 5 - Estantes - peças pequenas e médias.....	22
Figura 6 - Cantilever - produtos longos.....	22
Figura 7- Caixas SUC.....	23
Figura 8 - Estantes.....	24
Figura 9 - Etiquetas.....	27
Figura 10 - PDT.....	35
Figura 11 - Teste Recolha.....	51
Figura 12 - Recolha Unilateral.....	51
Figura 13 - Recolha bilateral.....	52
Figura 14 - Implementação 5S.....	58
Figura 15 – Acessórios de limpeza.....	59
Figura 16 - Expedição.....	59
Figura 17 - Estacionamento dos carrinhos.....	59
Figura 18 - Corredor antes e depois da intervenção.....	60
Figura 19 - Recepção antes da intervenção.....	61
Figura 20 - Espaço conquistado após intervenção.....	61
Figura 21 – Área de recepção depois da intervenção.....	61
Figura 22 - Processo mudança.....	62
Figura 23 - Posição anterior / posição nova.....	62
Figura 24 - <i>Order-picker</i> – solução antiga e nova.....	63
Figura 25 - Situação inicial.....	66
Figura 26 - Reorganização ABC.....	67
Figura 27 - Arrumação discreta.....	69
Figura 28 - Arrumação em <i>batch</i>	70
Figura 29 - Recolha discreta.....	73
Figura 30 - Reorganização ABC.....	74
Figura 31 - Recolha Híbrida.....	75
Figura 32 - Recolha Híbrida conjugada com ABC.....	76

Figura 33 - Novo carrinho de recolha.....	77
Figura 34 - Disposição das estantes.....	78
Figura 35 - Criação do grafo da zona 3.....	80
Figura 36 - Grafo inicial zona 3.....	80
Figura 37 - Zona 3 (<i>mezzanine</i>).....	81
Figura 38 - Zona 2.....	81
Figura 39 - Zona 1.....	82
Figura 40 – Macro.....	83
Figura 41 -Ficheiro texto do problema 9.....	85
Figura 42 - Resultado do TSP problema 9.....	87
Figura 43 – Método de recolha implementado (heurístico).....	89

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Modelo de codificação de posições.....	23
Tabela 2 - Linhas de encomenda.....	24
Tabela 3 - Encomendas a fornecedores	26
Tabela 4 – Perfil de atividade (22Maio2014).....	40
Tabela 5 - Histórico de recolhas Jan a Jun2014	41
Tabela 6 - Linhas de recolha – método atual	46
Tabela 7 – Medições - Ordem código posição	47
Tabela 8 - Linhas de recolha ordenadas por classificação de posição.....	48
Tabela 9 - Classificação de Posição	49
Tabela 10 - Medições - Ordem classificação de posição e comparação	50
Tabela 11 - Metodologia ABC - 3 categorias.....	64
Tabela 12 - Recolhas diárias em Maio 2014	72
Tabela 13- Grafo geral.....	83
Tabela 14 – Excerto da matriz geral de custos	84
Tabela 15 – Excerto da matriz do problema 9.....	84
Tabela 16 - Excerto dos dados do problema 9.....	85
Tabela 17 - Análise custo benefício	86
Tabela 18 - Trabalho processado por colaborador/dia - 2012.....	91
Tabela 19 - Trabalho processado por colaborador/dia – Jan a Jun 2014.....	92

Glossário

<i>Buffer</i>	– Armazém intermédio
<i>Batch</i>	– Lote
<i>Backoffice</i>	– Gabinete de apoio
<i>Backorder</i>	– Encomenda ou produto em atraso
<i>Branch-and-Bound</i>	– Bifurcação e limite
<i>Bypass</i>	– Atalho
<i>Cantilevers</i>	– Estrutura de suporte de produtos longos
<i>e-commerce</i>	– Comércio electrónico
<i>Email</i>	– Correio electrónico
<i>Hard/Software</i>	– Sistemas e equipamentos informáticos
<i>Inbound</i>	– Entrada em armazém
<i>Kitting</i>	– Formação e embalagem de um conjunto de peças
<i>Layout</i>	– Implantação
<i>Online</i>	– Sistema em linha
<i>Order-picker</i>	– Elevador para recolha de produtos
<i>Outbound</i>	– Saída
<i>Picking</i>	– Recolha de produtos
<i>Parts-to-picker</i>	– Deslocação das peças ao colaborador
<i>Picker-to-parts</i>	– Deslocação do colaborador às peças

<i>Racks</i>	– Estantes de paletes
<i>Racks drive-in</i>	– Estantes com acesso direto por empilhador
<i>Sort-while-picking</i>	– Separação durante a recolha
<i>Stock</i>	– Aprovisionamento
<i>Stakeholders</i>	– Partes interessadas
<i>Transponder</i>	– Transmissor-recetor
<i>Upgrading</i>	- Atualização
<i>User ID</i>	– Identificação do utilizador

Siglas

- B2B – *Business to Business*
- CRM – *Customer Relationship Management* – Sistema de gestão de relacionamento com Clientes
- EAN – *European Article Numbering* – Codificação Europeia de Artigos
- EPI – Equipamentos de Proteção Individual
- ERP – *Enterprise Resource Planing* – Sistema informático de gestão
- ETF – Envio de Transferência
- FIFO – *First-In-First Out* – Primeiro a entrar, primeiro a sair
- OTF – Ordem de Transferência
- PDT – *Portable Digital Terminal*
- RFID – *Radio-Frequency IDentification* – Sistema de identificação por rádio frequência
- SKU – *Stock Keeping Unit* – Unidade de armazenamento
- TSP – *Traveling Salesman Problem* – Problema do Caixeiro Viajante
- X-DOCK – *Cross-Dock* - Trânsito directo

1. INTRODUÇÃO

“Os recursos são escassos.” Adam Smith

O esforço do marketing impera por apresentar o produto certo, no tempo certo, no local certo e ao preço certo. O esforço de crescimento, afirmação e aumento de vendas pode ser inglório caso seja suportado por um processo logístico ineficiente, ou seja, quando for altura de entregar os produtos ao cliente, estes não estão disponíveis. O marketing leva as pessoas aos produtos e a venda pretende levar os produtos às pessoas. A distribuição física é o elo de ligação destes dois fatores (Rousseau, 2008).

Alicerçados no desenvolvimento tecnológico, nos sistemas de informação e de comunicação, os últimos 50 anos constituíram uma época de grandes mudanças na gestão de operações, tornando mais eficiente o planeamento, a gestão e o controlo. Um dos capítulos da gestão de operações versa a distribuição física de produtos, que Kotler definiu como “o processo de levar bens aos consumidores, integrando um conjunto de atividades desenvolvidas para gerir de modo rentável, os fluxos de produtos e mercadorias desde o seu ponto de origem até aos seus destinatários finais, no tempo desejado” (Kotler, 2008).

As técnicas de distribuição eficazes reduzem os níveis de *stock*, libertam fundo de maneiio e contribuem dessa forma para a redução do endividamento. Conduzem também os seus esforços no sentido da redução do tempo necessário para a entrega e do custo de transporte. Para acompanhar estes desafios, as empresas do sector necessitam empregar os seus recursos ao máximo, gerando interação e conflitos permanentes entre prazos e capacidade.

Complementarmente ao referido por Kotler, Crespo de Carvalho refere que a Logística atualmente é mais do que pura distribuição física, assumindo um papel integrador onde participam em rede, a gestão de materiais, o reabastecimento, os fluxos físicos e informacionais, considera ainda a Logística como um processo estratégico (porque acrescenta valor, permite diferenciação, cria vantagem competitiva, aumenta a produtividade e rentabiliza a organização) de planeamento, implementação e controlo dos fluxos de produtos, serviços e informação relacionada, desde o ponto de origem ao de consumo, de acordo com as necessidades dos elementos a serem servidos pelo sistema logístico em causa (Crespo de Carvalho, 2002).

Numa perspetiva tradicional, os armazéns não acrescentam valor à cadeia de fornecimento, apenas disponibilizam os meios para manter o *stock* de um determinado material nas quantidades requeridas, no ambiente apropriado e ao menor custo possível. Segundo uma visão mais atual, os armazéns deixaram de ser o ponto-morto do processo e passaram a ser uma parte integrante da cadeia de fornecimento, potenciando a excelência do serviço.

Podemos classificar os armazéns como manuais ou automáticos, dependendo do sistema de armazenagem instalado e do nível de automatização. Os armazéns manuais são os mais comuns, podendo utilizar estantes convencionais, *racks drive-in*, *racks* gravitacionais e *cantilevers* para suporte dos produtos armazenados. Nos armazéns convencionais a arrumação e a recolha são executadas sem recurso a equipamentos especiais, salvo um carrinho de recolha, nos armazéns *drive-in* e *cantilever* necessitam normalmente de recorrer a empilhador e nos gravitacionais podem ser usados meios mecânicos ou não, dependendo se armazenamos caixas ou paletes. Nos armazéns automáticos, em que as operações de armazenagem praticamente não necessitam da intervenção humana, destacam-se os carrosséis horizontais ou verticais e as estruturas autoportantes.

Quando os produtos passam mais de um dia armazenados numa estrutura física, podemos falar em armazenagem permanente, quando os produtos dão entrada e saída do armazém no mesmo dia estamos a falar de armazenagem temporária.

Num passado mais recente, os papéis desempenhados pelos armazéns tem sido diversos, como por exemplo, o de consolidação de abastecimentos de várias origens num único envio, o de transbordo em que se desagregam grandes volumes e se subdividem em vários envios mais pequenos, o de *cross-docking* no qual se efetua o trânsito directo do material chegado de origem para o destinatário final de modo a satisfazer uma encomenda urgente de um cliente, não sendo assim necessário uma estrutura de armazenagem, apenas espaço no solo. Deste modo, os armazéns têm vindo cada vez mais a afirmar-se como entrepostos onde se praticam atividades de valor acrescentado, tais como customização, re-embalamento, *kitting* (formação e embalagem de um conjunto de peças para uma determinada revisão) e devoluções, entre outros. Este tipo de atividades obriga à reordenação e flexibilização do *layout*, visto necessitarem de mais área disponível a nível de solo, menor volume de stock, maior percentagem de custos associados às atividades e ao recursos humanos, exigindo também dos gestores competências de gestão mais abrangentes.

Uma armazenagem eficiente depende de vários princípios fundamentais. Em primeiro lugar, o espaço necessário, visto que disponibilizar capacidade em excesso é por vezes um problema tão grande como é ter capacidade a menos, o espaço livre, se existir, tende a ser preenchido acumulando *stock* em excesso. Se os níveis de *stock* variarem ciclicamente como acontece no caso dos filtros de ar das máquinas de movimentação de terras, sector onde se insere a atividade da empresa em estudo, em que o consumo aumenta por altura do Verão, será de considerar o reforço de *stock* antecipado e caso a capacidade de armazenamento não seja suficiente será de optar pelo arrendamento de espaço temporário para responder a esta necessidade temporária. Contudo, o aluguer de espaço é dispendioso e não deverá ser utilizado para ultrapassar situações de escassez de longo prazo ou permanente, contudo poderá ser uma forma expedita de resolver picos de actividade. Além disso, o controlo deste tipo de *stock* não é fácil e exige cuidados redobrados.

Um armazém repleto de produtos, com pouca folga em termos de espaço livre, que não possibilite a fácil e atempada recolha dos produtos, não é eficiente em termos de custos. Corredores estreitos, se estiverem obstruídos, tornam as movimentações de pessoas,

equipamentos e materiais, lentas e caras, por esse motivo deve ser encontrado um equilíbrio entre o armazenamento dos produtos no menor espaço e o melhor acesso aos mesmos.

É fundamental conhecer as localizações de cada produto, pois não ser capaz de encontrar os produtos é equivalente a não os possuir, devendo o *stock* virtual no sistema informático espelhar a existência física. No caso da empresa em estudo, para cada tipo de material existem áreas definidas e cada produto deve ser armazenado no local designado no sistema de gestão de armazém. Existe inclusivamente uma área segura para guardar produtos não-conformes e que requerem verificação, prática que assegura que os padrões de qualidade da empresa sejam mantidos.

Sendo um dos elos da cadeia de fornecimento, a operação de um armazém e os processos inerentes constituem-se como um objeto de estudo válido, devendo ser dada a devida importância a todos os detalhes, por muito insignificantes que possam parecer, visto que a partir destes podem ser obtidos ganhos de produtividade significativos. O presente trabalho procura seguir este caminho na tentativa de implementar algumas das melhores práticas do sector logístico.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A ideia para a realização do trabalho cuja descrição aqui se inicia, surgiu durante as aulas da unidade curricular de Logística e teve com principal motivação a constante necessidade de otimização dos recursos empregues no armazém sede da empresa onde o autor atualmente exerce a sua atividade profissional.

Dado se ter verificado, por observação directa bem como por troca de impressões com os operadores, que o atual processo de *picking* não era o mais eficiente, entendeu-se como útil fazer incidir este estudo sobre este problema. Partiu-se então para a procura de soluções que conduzissem à otimização da rota de recolha manual de peças pequenas, tentando minimizar a distância percorrida pelo operador do armazém, reduzindo deste modo o tempo despendido neste processo. Este problema é comum a várias empresas, que possuam armazéns de dimensão média e cuja atividade de recolha, de reposição e de inventário seja realizada a pé, o que apresenta um impacto significativo em termos de serviço prestado a clientes, bem como nos custos operacionais.

Importa salientar que no presente trabalho irá ser valorizada a procura de uma solução eficiente de baixo custo e fácil implementação, que possa ser aplicada em empresas de pequena e média dimensão.



Figura 1 - Panorâmica do armazém

O *layout* do armazém base para este estudo não é um *layout* típico retangular, muito pelo contrário, é bastante peculiar e atípico. Na instalação das estruturas de acondicionamento dos produtos, a sua implantação foi espartilhada por restrições arquitetónicas. Uma destas, implica que o armazém seja do tipo de fluxo quebrado, isto é, a entrada e saída de produtos é feita na sua grande maioria pelo mesmo acesso, encontrando-se a receção e conferência relativamente próximas da expedição. Contrariamente à solução do armazém em estudo, os armazéns de fluxo direcionado pautam pela diminuição dos congestionamentos nas operações de carga e descarga, visto a receção e embalagem se encontrarem localizadas em zonas distintas e fisicamente distantes.

Um armazém pode ser construído de dentro para fora ou de fora para dentro. Pela primeira damos a entender que no caso de armazéns automáticos se começa normalmente por construir as estruturas do armazém, montando os *racks*, estruturas, caminhos dos empilhadores automáticos e por fim as paredes exteriores e cobertura. No caso presente, partiu-se do projeto da fachada e gabinetes, ficando o espaço sobrance para o armazém, pelo que este contributo incide essencialmente sobre armazéns já existentes, contudo algumas ideias podem ser aplicadas a armazéns construídos de raiz.

A atividade de recolha de peças para atender encomendas, requer a execução de procedimentos padronizados por parte dos colaboradores do armazém, com vista a oferecer um eficiente serviço logístico. Paralelamente, em cada encomenda, existem casos particulares que devem ser observados, de modo a garantir a satisfação do cliente. Todos estes processos são, no presente caso de estudo, executados por intermédio de meios humanos devidamente apoiados por meios tecnológicos.

A empresa em estudo possui quatro armazéns no nosso país, dimensionalmente ajustados a cada um dos mercados onde se encontram inseridos. Importa no entanto salientar que a empresa tem vindo a enveredar por uma concentração de esforços no armazém sede.

Perante este enquadramento e dado a sua importância crescente, a sua localização, capacidade e dimensão, o foco do presente estudo incidiu sobre o armazém sede da empresa. Este armazém caracteriza-se fisicamente por dispor de uma área coberta e fechada com cerca de 1.000 m², disponibilizando 12.230 localizações para peças de pequenas e de média dimensão e 650 localizações para paletes.

1.2. OBJETIVOS

O trabalho aqui desenvolvido surgiu na sequência de um diagnóstico efectuado ao armazém sede da Cimertex, onde se verificou a existência de um conjunto de pontos críticos a nível da sua operação, que tanto provocavam atrasos na receção de produtos, como na entrega a clientes. São assim estudados diversos campos de melhoria que, de uma forma coordenada, contribuirão para a melhoria da eficiência da atividade de *picking* do referido armazém.

Pretende-se que, com a introdução de uma melhor gestão da rota de recolha, rearranjo de localizações e pequenas retificações no *layout*, se venham a obter melhorias no processo, resultando essencialmente na poupança do emprego de recursos humanos.

1.3. CONTRIBUTOS

No presente caso de estudo, a preparação de encomendas é um processo crítico para o cumprimento dos objetivos da empresa, pelo que se justifica a adoção de uma metodologia para a recolha de produtos destinados a atender encomendas de clientes, mantendo elevado o nível de serviço.

O custo de implementação de novos métodos e tecnologias e a demonstração dos benefícios daí decorrentes, justificativos de tal investimento, pode constituir uma barreira difícil de transpor em algumas empresas. Um estudo prévio, bem fundamentado e apoiado em mecanismos de simulação, constitui uma ferramenta de apoio fundamental à tomada de decisão.

Entre os resultados obtidos da adoção desta metodologia, destaca-se o desenvolvimento de um modelo de cálculo de distâncias, entre qualquer par de localizações de armazéns com qualquer configuração física e/ou *layout*, bem como o aumento da eficiência, a diminuição de erros, os ganhos em produtividade e a melhoria da motivação dos colaboradores.

Um dos contributos resultantes deste trabalho foi a sua apresentação na conferência científica BS`14, promovida pela 2100 *Process Association Joint Conferences*, que decorreu na Povoia do Varzim, de 5 a 7 de Novembro de 2014.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

No capítulo 1 é feita a introdução e contextualização, são definidos os objetivos e é detalhada a organização do relatório. No capítulo seguinte, é apresentada a revisão bibliográfica. No capítulo 3, apresenta-se o caso de estudo, começando por dar uma panorâmica da empresa, descrever o processo, abordar questões inerentes ao armazenamento de produtos, terminando com a identificação dos principais problemas e consequentes oportunidades de melhoria. No capítulo 4 são detalhadas as propostas de melhoria a nível da recolha e do *layout*, é explicada a introdução da metodologia 5S e da classificação ABC, apresentando propostas alternativas ao processo atual. Por ultimo, no capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões retiradas do estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“Para o marinheiro que não sabe qual o porto para onde quer ir, nenhum vento é favorável” Sócrates

A recolha manual de peças num armazém é identificada por vários autores como a atividade que consome o maior número de horas de mão-de-obra, sendo por isso considerada a operação mais dispendiosa. Estima-se que a recolha consuma entre 50 a 75% do custo total de todos os recursos empregues na operação da maior parte dos armazéns não-automáticos (Broulias, 2003). Perante este facto, qualquer deslize na eficiência deste processo pode conduzir a um nível de serviço insatisfatório, a um aumento do custo operacional do armazém, afetando consequentemente de forma negativa o desempenho de toda a cadeia de fornecimento. Deste modo, revestem-se de particular importância todo o tipo de melhoramentos que possam ser introduzidos nesta tarefa, desde a fase da sua conceção até ao seu controlo durante a operação.

A automatização pode constituir-se como uma hipótese de redução dos custos de mão-de-obra, contudo verifica-se que muitas empresas preferem usar a recolha manual devido à variabilidade dos materiais em termos de forma e dimensão, à dispersão da procura, à

sazonalidade dos produtos e principalmente ao elevado investimento necessário à instalação de um sistema de recolha automático (Berglund, 2010).

2.1. ARMAZENAMENTO

Os *stocks* existentes nos armazéns destinam-se principalmente a aproveitar economias de escala, balancear a oferta com a procura, proteger os *stakeholders* contra a incerteza e servir de *buffer* entre as interfaces críticas da cadeia de abastecimento.

Os armazéns de pequenas dimensões distinguem-se dos armazéns de grandes dimensões principalmente porque a densidade de SKU (*stock keeping unit*) dos primeiros é mais elevada, em oposição ao investimento em capital. Geralmente, nos armazéns de pequenas dimensões não se investe fortemente em sistemas de gestão de armazenamento e a automação é limitada ou praticamente inexistente. Em prol da eficiência, os processos nos armazéns pequenos necessitam de ser cuidadosamente estruturados de forma a atingir as metas de rigor e produtividade (Limere & Soldner, 2011).

A operação ideal de um armazém é assim alcançada, quando as necessidades de cada cliente são completamente satisfeitas de acordo com a sua encomenda, no devido tempo e quando todos os processos de armazém e logísticos são realizados no menor tempo possível, ao custo mínimo e perante a utilização eficiente dos recursos, em condições de mudança dinâmica.

2.2. LAYOUT

Num armazém, a eficiência das operações é fortemente influenciada pelo *layout*. A sua importância reside principalmente no uso efetivo do espaço, sendo preferidos os armazéns retangulares, com corredores estreitos. Para operações de recolha, é benéfico adicionar um ou mais corredores transversais, visto que proporciona mais oportunidades de mudança de direção, permitindo assim optar por outras rotas de menor distância, reduzindo desta forma o tempo despendido na recolha. Contudo, é conveniente salientar que desta forma o espaço ocupado pelo armazém aumentará à medida que acrescentarmos corredores transversais, porque a área total de armazenamento terá que ser mantida constante, de forma a seguir as restrições de espaço. Independentemente do tipo de produtos a recolher, uma característica comum é que, o colaborador de armazém faz o seu percurso de recolha parando várias vezes ao longo do mesmo para retirar produtos das prateleiras. O *layout* de bloco único e

de forma quadrada é raramente a melhor escolha para armazéns com armazenamento aleatório (K. J. Roodbergen, 2011).

A conceção de armazéns é um trabalho elaborado e difícil, as decisões tomadas são muitas vezes sequenciais, condicionando muitas vezes futuras opções que venham a ser seguidas. A experiencia mostra que alguns edifícios são construídos antes de ser efetuada qualquer reflexão sobre os sistemas de armazenamento, o que condiciona fortemente a seleção dos sistemas de manuseamento e das estruturas de armazenamento, inviabilizando a escolha de soluções porventura mais adequadas (Williams, 1981).

2.3. ATRIBUIÇÃO DE LOCALIZAÇÕES

A atribuição das localizações ou posições de armazenamento depende em grande parte do tipo de sistema de armazenamento. O emprego de uma política de classificação ABC na horizontal num armazém, reveste-se de particular importância no desempenho positivo da recolha. Por outro lado, em sistemas com vários níveis, o uso de uma classificação ABC na vertical pode melhorar a performance da recolha em termos de tempo total de recolha. Nestes sistemas os produtos de maior rotação são colocados a meia altura de forma a poderem ser mais facilmente recolhidos pelo operador. De uma forma geral, o desempenho da recolha das encomendas é medido tendo em conta a distância percorrida e tempo despendido (Marques, 2013).

Quer em sistemas de armazenamento de um único nível, bem como multinível, verifica-se que a atribuição arbitrária de localizações nem sempre demonstra bons resultados. A localização de produtos com maior rotação junto da entrada/saída resulta numa maior eficiência do armazém (Aybar, 2008).

O emprego de localizações fixas baseadas na rotação dos produtos é política mais comum, salvo se o armazém se destinar a vendas *online* como é o caso da Amazon, onde é utilizada a atribuição aleatória de localizações. Uma grande parte dos artigos científicos não toma em consideração condições reais, como sejam casos de congestionamento, provocado por vários colaboradores a trabalhar em simultâneo no armazém (Karasek, 2009).

2.4. MÉTODOS DE RECOLHA

A recolha de materiais num armazém é o processo segundo o qual se recolhem produtos incluídos numa encomenda, retirando-os de localizações específicas do armazém, transportando-os para a área de expedição (Nikolakopoulos, 2013).

Podemos subdividir os sistemas de recolha em Picker-to-parts e Parts-to-picker. No primeiro, o mais tradicional, o colaborador desloca-se até aos locais onde cada produto se encontra armazenado e efetua a sua recolha; no segundo, os produtos são deslocados até ao colaborador, de forma automática, mais ou menos complexa e normalmente muito onerosa. Existem também sistemas que deslocam o colaborador até à localização do produto, contudo obrigam a elevado investimento. Como exemplo de equipamentos automáticos, temos os carrosséis verticais ou horizontais. Os carrosséis verticais são uma aposta que se justifica em locais onde existam problema de espaço no solo e disponibilidade em altura, contudo apresentam, além de um investimento elevado, uma dependência da velocidade e da fiabilidade dos equipamentos, não sendo raras demoradas paragens por avarias (Thorsten, 2007).

Os melhoramentos que podem ser introduzidos no processo de recolha, apontam para várias frentes, salientando-se o *layout* do armazém, os métodos de designação de localizações, a definição de rotas, a consolidação de recolhas e o estabelecimento de zonas.

2.4.1. RECOLHA ENCOMENDA A ENCOMENDA

Os métodos de recolha pretendem contribuir para determinar a ordem pela qual os produtos são colocados na lista de recolha, de forma a serem retirados das suas posições de armazém pelo colaborador. A recolha discreta é um método comum, segundo a qual os colaboradores completam o percurso e efetua a recolha de todos os produtos que se destinam a satisfazer uma única encomenda. A preferência pela aplicação deste método é elevada dado a sua fácil implementação e a garantia da manutenção da integridade da encomenda. A consolidação de várias recolhas é uma alternativa ao método anterior, que se destaca pela significativa redução do tempo total de recolha (K. J. Roodbergen, Sharp, & Vis, 2008).

2.4.2. RECOLHA EM *BATCH*

Quando as encomendas são pequenas, existe a possibilidade de reduzir o tempo total de recolha, ao efetuar no mesmo percurso a recolha de produtos para várias encomendas. O problema da recolha em *batch* incide na forma como um determinado conjunto de encomendas de clientes podem ser combinadas, de forma a minimizar o percurso necessário para a recolha de todos os produtos, mantendo contudo assegurada a integralidade de cada encomenda (Henn, 2009).

Um dos problemas abordados com mais frequência nos artigos científicos é o agrupamento de encomendas a serem recolhidas de forma a que o tempo de viagem despendido na sua recolha seja minimizado. Para a sua resolução foram desenvolvidas várias heurísticas e efetuadas simulações de modo a avaliar o desempenho das mesmas. Gibson e Sharp referem que a combinação destes procedimentos com o armazenamento baseado numa distribuição ABC pode reduzir significativamente o percurso do sistema de recolha de encomendas (Rosenwein, 1996) (Gibson & Sharp, 1992).

Existem basicamente dois critérios que possibilitam o agrupamento de recolhas, a proximidade das localizações de recolha e as janelas temporais. A primeira aloca cada encomenda a outras tendo em conta a proximidade da localização dos produtos dessas outras encomendas. A maior dificuldade centra-se na correta medição da proximidade entre produtos a recolher, o que implicitamente assume uma regra sequencial de recolha para visitar um conjunto de localizações. Por outro lado, as encomendas que chegam na mesma janela temporal, de comprimento fixo ou variável, são agrupadas em *batch* e processadas em simultâneo. Quando não é permitida a divisão de encomendas (caso em que cada colaborador efetua a recolha de encomendas completas durante um percurso) é possível subdividir os produtos por encomenda durante o processo de recolha. Esta estratégia de recolha é comumente designada por *sort-while-picking* (René De Koster, Le-duc, & Roodbergen, 2007).

2.4.3. ROTAS DE RECOLHA

Num armazém convencional, a recolha dos produtos implica a circulação a pé dos colaboradores de localização em localização. O problema da definição da rota de recolha, para um determinado conjunto de localizações centra-se na correta sequência a ser dada à lista de peças a recolher, de modo a assegurar a minimização da distância percorrida,

otimizando os percursos, reduzindo os tempos de viagem e conseqüentemente aumentando a taxa de expedição dos produtos. Trata-se de um caso particular que pode ser associado à aplicação especial do problema do caixeiro-viajante (Ratliff e Rosenthal, 1983).

Goetschalckx e Ratliff estudaram os itinerários do caixeiro-viajante com múltiplas paragens e desenvolveram algoritmos para determinar o número ótimo de paragens para recolha de produtos de modo a minimizar o tempo de percurso (Goetschalckx, H. Ratliff, 1988). A avaliação e comparação de estratégias para a determinação de percursos para a recolha manual de produtos em armazéns convencionais foram estudadas por Hall, em conjunto com a demonstração de equações que relacionassem o comprimento do percurso com as características do armazém (Hall, 1993).

O tema rotas de recolha, tem sido objeto de um estudo substancial no que respeita a eficiência de *picking* em armazéns ditos convencionais, que se caracterizam pela deslocação do colaborador às posições de *picking*. Nestes estudos têm sido consideradas diferentes combinações de fatores, tais como; dimensão da lista de recolha, políticas de definição de rotas, recolha em *batch*, políticas de armazenamento, entre outras. Uma revisão nesta área pode ser encontrada em de Koster et al. (René De Koster et al., 2007). Vários estudos de simulação consideraram a eficiência da combinação de diferentes fatores, por exemplo Petersen estudou os efeitos combinados de políticas de definição de rota, dimensão da lista de *picking* e políticas de armazenamento (C. G. Petersen, 1999). Petersen e Aase desenvolveram uma análise semelhante ao considerarem um extenso conjunto de combinações de políticas de *batch*, armazenamento e de definição de rotas (C. G. Petersen & Aase, 2004). Petersen estudou o efeito da dimensão da lista de *picking*, do formato do armazém, da política de definição de rota e localização do ponto de partida/chegada, assumindo uma política de armazenamento aleatória (C. G. Petersen, 1997). Petersen e Schmenner estudaram diferentes padrões de armazenamento baseados em classes, combinando-os com diferentes políticas de definição de rotas, dimensão da lista de *picking* e localização do ponto de partida/chegada (C. G. Petersen & Schmenner, 1999).

Le-Duc e de Koster tomaram como base um armazém com um corredor central, uma política de armazenamento baseada em classes e a rota de retorno, estudaram o efeito da eficiência do formato do armazém, dimensão da lista de *picking* e política de armazenamento (R. de Koster & Le-Duc, 2005). Usando o mesmo *layout* dos autores

anteriores, Caron estudou o número ótimo de corredores de armazenamento como consequência da dimensão da lista de *picking* e do formato da curva ABC, num armazenamento projetado com base numa política de classes, assumindo uma estratégia de recolha transversal (Caron, Marchet, & Parego, 2000). Roodbergen e Vis encontraram um formato ótimo para um armazém num único bloco, com uma política de armazenamento aleatória, assumindo uma rota do tipo S ou de maior folga (K. Roodbergen & Vis, 2006).

Essencialmente, na definição da rota de recolha em armazéns, distinguem-se os seguintes métodos heurísticos (K. J. Roodbergen & Koster, 2001):

S ou transversal – uma das mais simples heurísticas. O uso deste método assegura que todo o corredor que contenha pelo menos um produto a ser recolhido é inteiramente percorrido. Corredores sem produtos a serem recolhidos, não serão percorridos. O colaborador regressa ao ponto de partida após recolher o último produto na lista de recolha. Este método é especialmente usado se o equipamento que é empregue para a recolha não permite a fácil mudança de direção dentro do corredor onde circula (Fumi, Scarabotti, & M., 2013).

Retorno – outra heurística simples, onde o colaborador entra e sai de cada corredor pelo mesmo acesso. Nesta heurística apenas são percorridos os corredores com produtos a serem recolhidos. Este método é especialmente usado se existir apenas uma única possibilidade para mudança de corredor no armazém (Theys, Bräysy, Dullaert, & Raa, 2010).

Ponto médio – este método divide essencialmente o armazém em duas secções. O colaborador passa para a metade anterior ou posterior do armazém pelo primeiro ou pelo último corredor a ser visitado. Recolhas na metade frontal são acedidas pelo corredor transversal da frente, enquanto recolhas na metade posterior são acedidas pela ala posterior. Este método é de fácil implementação, sendo que apenas o primeiro e o último corredor são atravessados completamente (Hall, 1993).

Maior folga – sendo similar à do ponto médio, difere no facto de que o colaborador entra num corredor o mais afastado possível dentro de um corredor, em vez do ponto médio. A folga representa a separação entre duas recolhas adjacentes, entre a primeira recolha e a ala da frente, ou entre a última recolha e a ala posterior. Por outro lado, é usada uma rota de retorno quer da ala da frente bem com da ala posterior. A folga representa a

distância entre quaisquer produtos adjacentes ou entre um corredor transversal e o produto mais próximo. A maior folga dentro de um corredor é assim a porção do corredor que o colaborador não percorre. A ala posterior pode ser apenas acedida a partir do primeiro ou do último corredor. Comparativamente, em termos de implementação, o método do ponto médio é mais simples (Dukic & Oluic, 2007).

Composta – combina as melhores características das estratégias de retorno e transversal. Minimiza a distância percorrida entre a recolha mais afastada em duas alas adjacentes e determina, para cada corredor, se será mais curto percorrer a ala inteira (estratégia S) ou fazer inversão do sentido de marcha (estratégia de retorno) (C. G. (Decision S. I. P. Petersen, 1995).

Combinada – semelhante à composta. Os corredores com recolhas são inteiramente percorridos ou, os colaboradores entram e saem do mesmo lado. Contudo, para cada corredor visitado, a seleção é feita usando programação dinâmica (Michael & Reinelt, 1994). Este método, bem como o anterior, é muito adequado para ser usado em combinação com políticas de armazenamento baseadas em volume (René De Koster et al., 2007).

Ótima – de forma a obter a rota o mais curta possível, torna-se necessário definir uma estratégia que permita considerar todas as possibilidades de percursos dentro e fora dos corredores (Davendra, 2010).

Em termos de heurísticas, considera-se que a heurística em S e a de ponto médio são muito simples de implementar na prática, garantindo ambas um desempenho relativamente elevado em comparação com o percurso ótimo. A heurística em S apresenta melhores resultados do que a do ponto médio quando o número de artigos na lista de recolha é elevado. A heurística do ponto médio apresenta melhores resultados quando os produtos a serem recolhidos não se encontram densamente localizados no armazém (Tarczyński, 2012).

De maneira a melhorar o nível de serviço a clientes, os produtos têm que passar algum tempo num armazém, pelo que os responsáveis pela Logística procuram a forma mais económica de gerir a recolha de produtos, minimizando os custos envolvidos do tempo e distância despendidos no percurso de cada recolha. O projeto e o controlo do processo de

recolha são sempre complexos e dependem de vários fatores que afetam simultaneamente o seu desempenho (Bindi, Pareschi, & Regattieri, 2007).

2.5. RELOCALIZAÇÃO DE ARTIGOS

O problema da realocação de artigos, consiste em retirar um artigo de uma posição de armazenamento para outra posição mais favorável, de modo a aumentar a capacidade de resposta do armazém. Este tipo de trabalho é geralmente efetuado durante os períodos de menor movimento e tem por objetivo colocar os produtos com maior rotação, com maior probabilidade de serem solicitados, em localizações mais próximas da expedição, encurtando deste modo o percurso efetuado pelo colaborador (Jaikumar & Solomon, 1990).

As regras que determinam onde os diferentes produtos devem ser armazenados designam-se por política de afetação. Se por um lado, as políticas de armazenamento dedicado reservam uma determinada localização para um produto, por outro as políticas de armazenamento partilhado permitem que diferentes produtos sejam colocados na mesma posição de armazém. O armazenamento baseado em classes é um armazenamento do tipo dedicado, permite contudo usufruir das vantagens de redução do espaço que resulta do armazenamento partilhado. O armazém é dividido em zonas e os artigos são divididos em classes de produtos, correspondente ao número de zonas. As classes são afetadas às zonas de acordo com o quociente entre parâmetros associados aos produtos, tais como o volume armazenado, taxa de procura, valor de *stock*, rotação, frequência e vendas, entre outros. Os produtos são assim colocados em zonas de acordo com a classe a que pertencem (Malmberg, 1996).

Atendendo às constantes alterações dos requisitos do mercado, um sistema de recolha de encomendas pode tornar-se obsoleto, pelo que a decisão que resulta do estudo conceptual do sistema de recolha não pode ser estática (Yoon & Sharp, 1995).

3. APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

“Nenhuma tentativa séria de definição do nosso negócio pode ser iniciada sem ter em conta o consumidor, as suas realidades, os seus comportamentos, as suas expectativas e os seus valores.” (Drucker, 2005)

Tendo como base a empresa alvo do estudo, o objetivo do presente capítulo pretende dar uma panorâmica geral sobre a envolvente da atividade de *picking*, abordando temas com a receção de produtos, o armazenamento, os *stocks* e o seu controlo, salientando alguns detalhes específicos da função armazenamento, que sendo muitas vezes menosprezados pelos *stakeholders*, são contudo fundamentais para o êxito da operação.

3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Fundada em 1964 com um capital social inicial de 1.500 € e três colaboradores, a Cimertex, empresa alvo do presente estudo, dedicou-se no arranque da sua atividade à comercialização de compressores e ferramentas pneumáticas.

Em 1966 estreou-se como agente de equipamentos de terraplanagem para a região Norte, afirmando-se mais tarde como distribuidor nacional de retroescavadoras e outras máquinas.

Em 1968, surgiu a oportunidade de colaborar com a Komatsu, na altura fabricante de pás de rastos, buldózers e outro equipamento pesado. Volvidas mais de quatro décadas, afirma-se atualmente como um dos distribuidores mais antigos da marca, tendo colocado mais de 10.000 equipamentos em Portugal.

Expandindo-se rapidamente por Portugal e Ilhas, construiu filiais próprias em Lisboa, Leiria, Vila Viçosa e Madeira. De modo a dar a melhor resposta aos mercados locais, estabeleceu uma rede de agentes autorizados, hoje parceiros de sucesso e constituintes de uma densa rede comercial e de pós-venda.

Procurando negócios associados onde possa emprestar as suas competências, estabelece uma associada para distribuição de asfaltos na ilha da Madeira e cria a Indústria, divisão especializada no projeto e produção de acessórios para equipamentos de construção e movimentação de terras.

Uma vez assim consolidada a presença em Portugal, é a altura de lançamento para Angola. Criada em 1995, a filial em Angola é hoje um fornecedor-chave do mercado de obras públicas e indústria mineira. Sociedade de direito angolano, conta com as competências da empresa-mãe para o importante desenvolvimento do negócio que a economia vem a impor.

Em 1991 a Komatsu decide lançar-se no fabrico de máquinas utilitárias - retroescavadoras, mini e midi escavadoras e mini pás alargando deste modo a já extensa oferta da empresa.

Seguindo a mesma linha estratégica de diversificação, obtém em 1999, a distribuição exclusiva para Portugal e Angola da Sandvik Mining and Construction, linha completa de equipamentos para desmonte de rocha e indústria mineira. Marcas como a Tamrock, Toro e Sandvik Rock Tools formaram o berço da Divisão de Minas, impregnada da especialização que caracteriza estes novos produtos. Em 2004, é a vez de consolidar a oferta com equipamentos para fundações da marca Casagrande.

Procurando a liderança na qualidade do serviço prestado aos clientes, a empresa é a primeira do sector de equipamentos de construção a obter a certificação segundo a norma ISO 9002, hoje atualizada para a ISO 9001.

Volvidos mais de 50 anos de atividade, afirma-se como uma das empresas mais sólidas do mercado. Com um capital social de 10MEuro e cerca de 200 colaboradores, julga possuir as competências essenciais para encarar o futuro com otimismo.

Agindo numa lógica B2B, business-to-business (empresa a empresa), projetando o futuro a todo o instante, a empresa fornece produtos de elevada qualidade e durabilidade.

Fruto da experiência adquirida ao longo de anos de atividade, no reforço constante do seu capital tecnológico e humano e, sobretudo, do permanente contacto com os seus clientes, alia a tradição do conhecimento à visão do futuro, sendo reconhecida como uma empresa com elevado potencial de expansão de modo a acompanhar as futuras transformações e inovações nesta desafiante área de negócio. (“Cimertex, sa,” 2014)

3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Para um gestor de operações da área de logística é necessário ter consciência da importância de receber, armazenar, expedir produtos e controlar o *stock* de forma eficiente.

O departamento de peças da empresa tem por função suportar a atividade do serviço após-venda. Gere um total de quatro armazéns próprios e três armazéns de consignação, estrategicamente distribuídos pelo nosso país. Dado que a sede da empresa se situa em Perafita, o armazém principal da empresa partilha o espaço da mesma, ocupando uma área de 1.000 m². Uma imagem esquemática do armazém pode ser vista na figura 2.

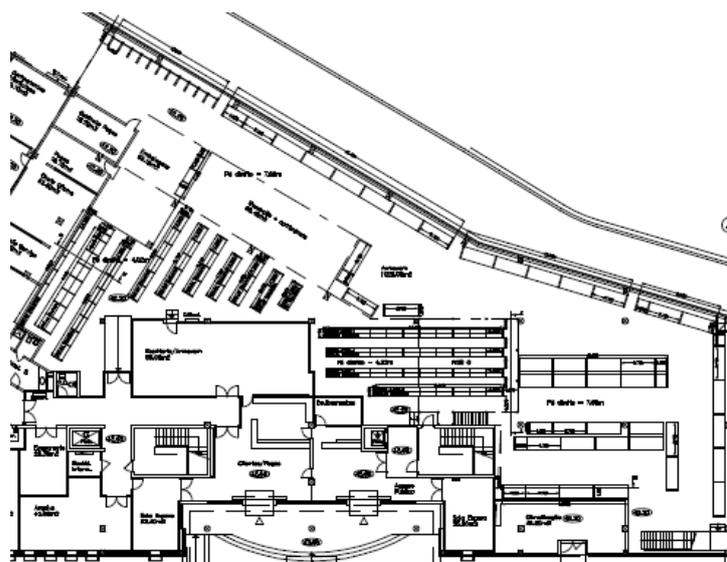


Figura 2 - Vista geral

O armazém sede caracteriza-se fisicamente por ter zonas com pé direito de 3 m e zonas com pé direito de 7,5 m. Em termos de estruturas para armazenamento de produtos, possui estantes para recolha manual com uma capacidade de armazenamento para 12.230 referências de pequenas e média dimensão e 650 posições de armazenamento para paletes.

Para melhor ilustrar o *layout* sui-generis do armazém em estudo, apresentam-se algumas imagens do projeto do mesmo e da implantação das estantes, *cantilevers* e *racks* de paletes e respetivas dimensões.

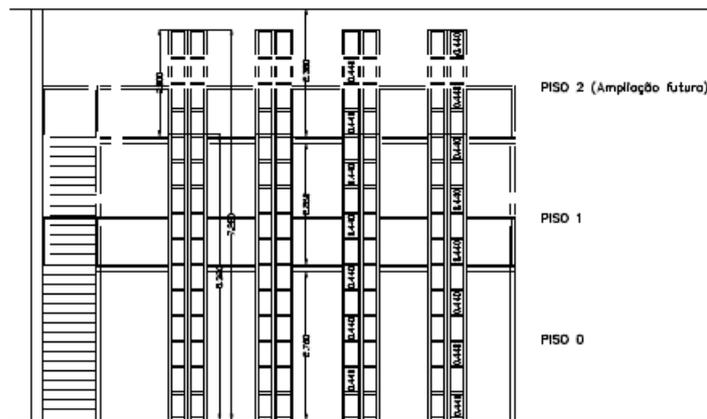


Figura 3 - *Mezzanine* - peças pequenas e médias

As estruturas de armazenamento dos materiais na empresa são do tipo convencional, encontrando-se as peças de pequena e média dimensão armazenadas em estantes metálicas e acondicionadas em caixas de cartão.

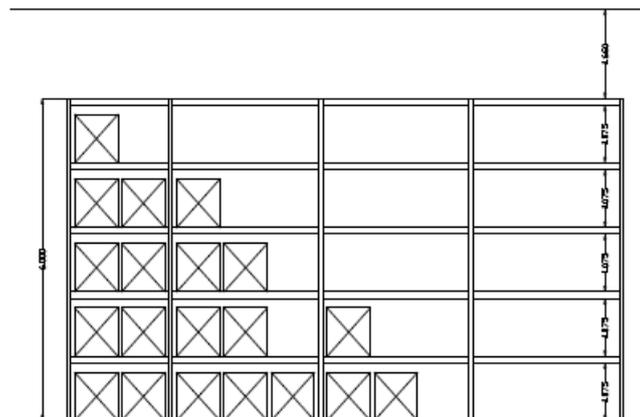


Figura 4 - *Racks* de paletes

O armazém encontra-se dividido em 7 zonas de armazenagem, tendo-se optado por privilegiar concentrar as marcas por zonas e utilizar localizações fixas da zona 1 à 3 para

peças de pequena e média dimensão colocadas em caixas de cartão e paletes nas zonas 4, 6 e 7. Na zona 5 estão instalados dois *cantilevers* que se destinam ao armazenamento de produtos longos, mais precisamente ferramentas de perfuração.

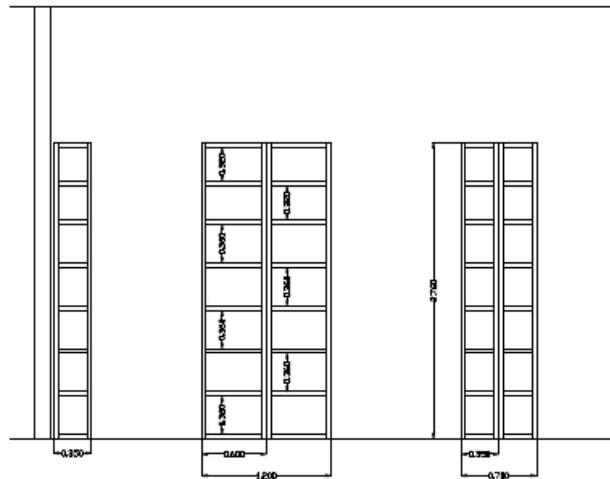


Figura 5 - Estantes - peças pequenas e médias

A área de recolha manual é de cerca de 350 m² e a localização mais afastada da secção de embalagem dista cerca de 60m.

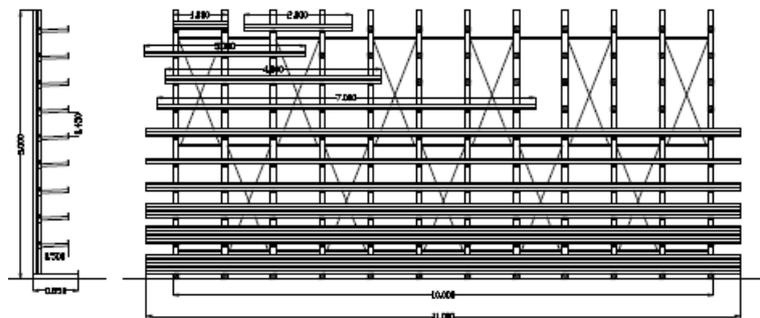


Figura 6 - Cantilever - produtos longos

Todas as posições de *stock* estão identificadas por um código alfanumérico de 5 dígitos, o que obriga a ter por prateleira, no máximo, 5 caixas grandes ou 8 caixas pequenas e 2 caixas médias, de forma a termos no máximo 10 localizações por nível.

Na zona de peças de dimensões muito reduzidas, designada como caixas SUC, onde a opção encontrada foi a manutenção do mesmo número de dígitos, no entanto o código é inteiramente alfabético. A introdução de caixas SUC para peças de pequena dimensão, conforme se apresenta na figura 7, permitiu aumentar consideravelmente a densidade de

armazenagem, pelo que, onde normalmente se poderiam encontrar 90 referências conseguimos colocar 325 referências, traduzindo-se num incremento de cerca de 260%.



Figura 7- Caixas SUC

A regra adotada para estes códigos de localização, inicia da esquerda para a direita e de baixo para cima. Passando a explicar com a ajuda de um exemplo, 1AB42, significa zona 1 corredor A, estante B, prateleira 4 e caixa 2.

Tabela 1 – Modelo de codificação de posições

1AC45		1UAAG	
1	Zona 1	1	Zona 1
A	Corredor A	U	Corredor U
C	Coluna C	A	Coluna A
4	4ª Prateleira a contar de baixo	A	1ª Prateleira a contar de baixo
5	5ª Caixa a contar da esquerda	G	7ª Caixa a contar da esquerda

À exceção das caixas SUC, todas as peças de pequena e média dimensão encontram-se armazenadas por referência em caixas de cartão, com 3 tipos de dimensões padronizadas, dado serem estruturalmente suficientes para suportar o reduzido peso das peças e sendo de cartão são muito económicas e quando alguma se danifica, é reciclada.

A opção foi feita pelo emprego de localizações fixas, pois permitem a habituação do colaborador tornando mais rápida a colocação do material em *stock* bem como a sua recolha.



Figura 8 - Estantes

No início do estudo, o armazém dispunha de 4 operadores a tempo inteiro, estando 2 dedicados ao *inbound* e 2 ao *outbound*, podendo ser contudo redistribuídos conforme as necessidades da operação. No ano de 2012, com este número de operadores, foram processadas as referências (linhas) apresentadas na tabela 2, que atingiram 88 unidades por dia e operador.

Tabela 2 - Linhas de encomenda

2012	Referências	Peças
Transferências Entrada	3.010	11.657
Compras	26.704	249.420
Total Arrumações	29.714	261.077
Contagens	11.102	55.548
Transferências Saída	13.982	52.777
Vendas	38.282	197.307
Total Recolhas	52.264	250.084
Total processado	93.080	566.709

Totais processados	Referências	Peças
p/ dia (264)	353	2.147
p/ funcionário armazém (4)	23.270	141.677
p/ dia e funcionário armazém	88	537

Apresentam-se dados de 2012 dado que se pretende mostrar o cenário anterior às alterações ao processo, as quais foram efectuadas durante 2013 e 2014.

Importa referir que a cadeia de valor onde a empresa se enquadra como Distribuidor é consideravelmente longo, visto que no mesmo intervêm vários agentes económicos entre o produto e o cliente final, conforme se apresenta no gráfico 1.



Gráfico 1 - Cadeia de valor Logística

A recolha dos produtos no armazém é realizada encomenda a encomenda – *picking* discreto, conforme a necessidade do cliente, interno ou externo, e a disponibilidade dos meios. O armazém responde a pedidos de clientes internos, como sejam a oficina, a divisão de aluguer e a divisão indústria, bem como clientes externos, que colocam encomendas via fax, portal *e-commerce*, por *email* ou presencialmente ao balcão, cada uma com um grau de urgência específico. Este grau é registado pelo caixeiro no ERP da empresa, ao processar o pedido de peças ao armazém, também designado por envio, para atender a necessidade de cada cliente.

Existem essencialmente dois tipos de encomendas; encomendas de emergência e encomendas de *stock*. As primeiras pressupõem um prazo de entrega imediato, enquanto que as segundas permitem um prazo mais alargado. A encomenda de emergência é realizada por marca, obrigando à indicação do modelo e número de série de máquina. Este facto ajuda a que a disposição de peças no armazém siga esta regra, ou seja, importa que os produtos estejam armazenados por marca e por importância da mesma em termos de peso de faturação.

Na sua grande maioria, as encomendas são para entrega imediata, pelo que, para responder a cada caso, obriga a um circuito de recolha de peças único e exclusivo. Além deste facto, quando por vezes temos que formar um novo colaborador ou acréscimos pontuais de trabalho, recorremos a mão-de-obra temporária, e após uma curta formação dos mesmos, os resultados obtidos mostram que em meia hora temos o novo colaborador enquadrado no modo de operação do armazém.

Caso uma peça para uma determinada encomenda não exista em *stock* local é despoletada uma transferência de outro armazém da empresa ou uma encomenda ao fornecedor, subdividindo a linha da encomenda de venda ou colocando um código de compra padronizado. Os pedidos de emergência a fornecedores são consolidados durante o dia e despoletam encomendas via aérea, 24 horas ou camião, 1 semana ou 2 semanas, sendo a opção tomada, função do valor, peso e volume do componente. Na tabela 3, detalham-se, os meios disponíveis para a verificação do preço e disponibilidade dos artigos, bem como a hora limite de colocação da encomenda (*cut-off*) e os prazos por fornecedor, conforme o tipo de transporte escolhido.

Tabela 3 - Encomendas a fornecedores

							
	Preço	Disponibilidade	Avião	Emergência Camião	TNT ECO	STOCK	Cut off
	Portal (*)	Portal (*)	24h / 48h	1 Semana (3f - 3f)	3 dias úteis	2 semanas (3f - 3f)	15:00
	Portal (*)	Portal (*)	24h / 48h	3 a 5 dias úteis			14:00
	Portal (*)	Portal (*)	48h	3 a 5 dias úteis		2 a 3 semanas	12:00
	Portal (*)	Portal (*)	24h / 48h	3 a 5 dias úteis		3 semanas	12:30
	Consulta por email	Consulta por email	24h / 48h	5 a 7 dias úteis		3 semanas	12:00
	Portal (*)	Portal (*)	24h / 48h	3 a 5 dias úteis		2 a 3 semanas	12:30
	Consulta por email	Consulta por email	24h / 48h	3 a 5 dias úteis		2 a 3 semanas	12:30
	Portal (*)	Portal (*)	24h / 48h	7 a 9 dias úteis	5 dias úteis	3 semanas	12:30
	Consulta por email	Consulta por email	2 a 3 semanas	45 a 60 dias			
	Consulta por email	Consulta por email	24h / 48h	3 a 5 dias úteis		2 a 3 semanas	12:30
	Consulta por email	Consulta por email	24h / 48h	3 a 5 dias úteis		2 a 3 semanas	12:30

(*) - Quando a informação não está disponível portal, é necessário fazer consulta por email

Este processamento não é totalmente automático, visto que passa por duas triagens, primeiro do caixeiro que dialoga com o cliente, o vendedor ou a sua chefia direta, verificando se não existe qualquer falha de identificação. A segunda triagem é feita na secção de Logística-Peças que avalia o impacto da encomenda em termos de custos de transporte, sugerindo alternativas, tais como o suporte desses custos por parte do cliente, total ou parcialmente, a renegociação de condições comerciais junto com opção por outro meio de transporte. Em caso de empate a decisão final é tomada a nível da direcção do departamento ou da administração.

Importa referir que nos tipos de peças armazenadas não existem condicionantes tais como a data de validade.

Todas as posições do armazém encontram-se identificadas por etiquetas com códigos de barras, bem como todas as caixas que contêm as peças estão codificadas de igual forma.

Para sua identificação, todos os produtos vêm acompanhados de uma etiqueta identificadora em que conste pelo menos a sua referência. Por vezes estas etiquetas indicam também a marca e quantidade do produto e outros dados. Estas etiquetas além de identificar o produto, conferem informação dos produtos processados ao longo da cadeia de fornecimento.



Figura 9 - Etiquetas

Dada a velocidade dos fluxos de materiais e de informação sendo imprescindível aligeirar a recolha e transmissão de dados, tornando-a o mais eficiente possível. Quer a recolha, quer a contagem de inventário são processos morosos e que não estão isentos de erros. As etiquetas com código de barras e as etiquetas de rádio frequência vieram disponibilizar um sistema mais fiável que veio reduzir ou até mesmo eliminar erros de digitação, tornando mais ágeis os processos de armazém.

De todos os fornecedores da empresa, apenas o mais significativo em termos de volume de negócio usa códigos de barras em todos os produtos. Por esse motivo a empresa dotou os seus dois armazéns principais com dispositivos de emissão de etiquetas e leitura de códigos de barras e adequou o seu ERP para suportar a sua leitura.

Os códigos de barras facilitam a identificação dos produtos dado empregar um único código em qualquer suporte, contribuem para a melhor organização e gestão de *stock* e eliminam erros de leitura visual e digitação. Obrigam contudo a que o produto codificado seja a unidade de consumo, qualquer variação (cor, forma, material, dimensão) implicará a alteração do código e necessitam de *Hard-/Software* adequado e para a sua leitura e gestão necessitam de dispositivos de leitura ótica, fixos ou móveis, estes últimos designados por PDT.

Torna-se relevante abordar este tema, bem como a RFID, dado que se prevê que brevemente esta tecnologia venha a ser utilizada pelo menos nos componentes de maior dimensão comercializados pela empresa, como sejam, motores, caixas, torques e cilindros hidráulicos, em suma, componentes aos quais se encontra associado um número de série e que permitem em alguns casos a sua reconstrução, de forma economicamente viável.

Quando um componente de maior dimensão avaria, o seu circuito logístico ramifica-se, sendo equacionada a sua reparação ou substituição pelo que se colocam três possibilidades:

1. substituição de peças danificadas, reparação e teste;
2. substituição do componente por um novo e devolução do usado;
3. substituição do componente por um reconstruído e devolução do usado.

Sendo urgente a colocação da máquina em funcionamento pode ser tomada a opção 2 ou 3, que permitem a substituição do componente com maior rapidez, por um componente original com igual garantia. Na opção 3, a substituição por um componente reconstruído, além de se tornar significativamente mais económica, privilegia o ambiente. Neste caso o componente usado é devolvido ao fornecedor, inspecionado, lavado, desmontado, reparado e testado, voltando posteriormente a entrar no circuito logístico. É relevante neste ponto definir a Logística inversa, como a atividade que ocorre no sentido oposto ao dito normal, ou seja do destino para a origem. A devolução de produtos, a recuperação o reaproveitamento e mesmo a eliminação cabem nesta lógica. No primeiro caso, envolve normalmente custos elevados de peças e mão-de-obra bem como custos de oportunidade, visto que uma máquina parada não é rentável.

Neste caso particular, as vantagens do emprego das etiquetas eletrónicas legíveis por radiofrequência são muito significativas, permitindo manter a rastreabilidade dos

componentes e disponibilizando informação sobre os mesmos, quando se usam etiquetas com IP por unidade.

Conforme já referido, a tecnologia do código de barras é a mais utilizada, devido à sua simples estrutura e baixo custo, contudo o RFID tem vindo a tornar-se cada vez mais importante dado que proporciona uma grande variedade de campos de aplicação. Esta tecnologia baseia-se na transmissão sem contacto de informação binária codificada através de ondas eletromagnéticas para um recetor móvel ou estacionário.

Comparando com o código de barras, os sistemas RFID são bastante mais vantajosos pois permitem reescrever dados, efetuar uma rápida leitura, não são sensíveis à orientação, as etiquetas são mais resistentes ao desgaste e oferecem uma maior capacidade e densidade de dados, constituindo-se o seu custo como um dos pontos negativos (Thorsten, 2007).

Em oposição à tecnologia do código de barras, em que a informação é estática, existem etiquetas RFID que permitem escrita/leitura, podendo por isso ser reutilizadas. Estas etiquetas possuem a particularidade de oferecer uma maior capacidade de suporte de dados.

3.3. STOCK

Várias vezes referido ao longo deste texto, o termo *stock* significa o conjunto de produtos que se encontram trânsito ou que existem em armazém, em quantidade suficiente para apoiar as necessidades dos clientes. Em quantidade suficiente, dado que o valor destas existências representa normalmente um elevado investimento por parte da empresa. *Stock* insuficiente pode tornar-se num facto no mínimo embaraçoso dado que dessa forma não se consegue responder ao mercado, provocando atrasos, perda de vendas e transportando para o mercado uma imagem de ineficiência, pelo que existe a tendência de se acumular *stock* em excesso evitando assim roturas. Os problemas do *stock* em excesso são menos visíveis pelo mercado, contudo estes tem que ser pagos, normalmente recorrendo a endividamento, o que acarreta elevados encargos financeiros. Além disso, *stock* em excesso ocupa espaço, tendo que ser armazenados, com os correspondentes custos de estruturas, espaço, iluminação e segurança. Variando de produto para produto, os *stocks* ou se deterioram com a idade ou se tornam obsoletos, devido a atualizações no design do produto. Por tudo isto a função de gestão de *stock* é bastante abrangente, envolve compromissos, não devendo ser

subavaliada em negócios onde esses serviços constituam a maior fonte de custos, como é o caso da distribuição em geral e em particular na empresa em estudo.

É por isso necessário que o gestor de *stock* preveja as necessidades futuras de materiais, através do histórico de vendas ou criando um *stock* protetivo para os equipamentos novos que vão sendo comercializados e, a partir desses dados sejam calculadas quais as quantidades necessárias a manter em armazém de cada produto. Numa fase seguinte é necessário identificar tudo o que existe em *stock* em termos de referências e quantidades. Óbvio que o *stock* é dinâmico, todos os dias muda, todos os dias se recebe ou se enviam produtos, pelo que é fundamental para uma boa gestão manter registos atualizados e fiáveis, controlando através de inventários permanentes. De um modo simplista, uma comparação do *stock* disponível com as previsões ou histórico de consumos permite identificar quais as quantidades a encomendar, tendo em conta o prazo de entrega de cada produto.

A organização em estudo, subdividiu o *stock* em dois grandes grupos, planeados e não planeados. O *stock* planeado subdivide-se entre *stock* planeado e *stock* de segurança. O primeiro destina-se a manter o ritmo das operações, o segundo permite acomodar a procura variável dos clientes.

O *stock* não planeado, decorre de erros, devoluções, encomendas canceladas, ou previsões incorretas, pelo que o ideal será a sua minimização.

O *stock* total, planeado e não planeado pode ser medido de duas formas, comparando com o orçamentado previamente ou em termos de rotação de stock ou taxa de cobertura (número de vezes que o stock roda num ano ou se num determinado momento deixarmos de comprar para quantos meses duraria o stock disponível).

Mantendo os custos de transporte sob controlo, assegurando um bom nível de serviço a clientes, quanto mais vezes o *stock* rodar, mais eficiente será a gestão, melhor rentabilidade terá o capital investido e consequentemente mais saudável será a empresa.

3.4. CONTROLO DE STOCK

O transporte dos materiais para o armazém, guardando-os de modo a retirá-los mais tarde deveria ser mais simples mas vários imprevistos constituem causas de problemas. O tema

do acesso ao armazém de pessoal não autorizado reveste-se de particular importância. Produtos que sejam retirados indevidamente para suprir uma qualquer emergência podem resultar em produtos fora do seu local próprio ou danificados. O ocasional operador de armazém raramente atualiza os registos de *stock*, que assim perdem a sua utilidade e levam ao aparecimento de registos privados.

As áreas de armazenagem devem estar bem fechadas e seguras e o acesso deve ser unicamente permitido a pessoal autorizado. São essenciais registos corretos e atualizados. Toda a movimentação deve ser acompanhada da documentação que a autoriza e os sistemas de registo, incluído a localização das peças, devem ser atualizados imediatamente. Um perigo comum consiste na movimentação apressada de produtos quando a necessidade é urgente, com a intenção de resolver mais tarde o procedimento administrativo, tarefa que raramente é executada.

Todos os produtos em *stock* devem estar corretamente etiquetados. Peças parecidas ou cuja identificação não existe são causa vulgar de erros. Uma má etiquetagem gera registos inadequados e pode afetar seriamente a eficiência e qualidade do serviço. Produtos com referências semelhantes devem ser colocados em posições afastadas para evitar erros de leitura. O material não etiquetado que seja detetado deve ser posto de parte para identificação pelo departamento técnico, sempre que possível.

A rotação de produtos em *stock* é essencial, pelo que se justifica plenamente que os colaboradores dos armazéns da empresa em estudo utilizem o princípio do FIFO: *first in, first out* (primeiro a entrar, primeiro a sair). Se as localizações são reabastecidas pela frente e os produtos também são retirados pelo mesmo acesso, os que estiverem mais atrás nunca serão utilizados, tornando-se obsoletos ou deteriorados. Sendo impossível datar cada produto, a arrumação dos produtos nos lotes deverá assegurar que os materiais mais antigos são utilizados em primeiro lugar. Todas as movimentações devem ser apoiadas pela documentação adequada e os registos de *stock* devem estar atualizados em permanência.

3.5. INVENTÁRIO

Em termos de processo, no que respeita ao cálculo de inventário, é carregado o mapa em *backoffice* pelo responsável do armazém, tendo em conta a secção por utilizador. O registo final da contagem também é feito em *backoffice*. As referências a inventariar estão

divididas em duas partes, primeiro e segundo cálculo. Inicialmente o colaborador de armazém deverá selecionar o primeiro cálculo de inventário, seguindo as instruções do PDT, relativamente ao artigo a contar. Efetua a picagem do código de barras do artigo como referência do mesmo e insere manualmente a quantidade. Após a primeira contagem estar completa é apresentada uma indicação no PDT de que a contagem se encontra terminada, não existindo a possibilidade de a voltar a fazer. Deverá então ser feita a segunda contagem de inventário, a qual só está disponível depois de concluída a primeira. Na segunda contagem de inventário apenas serão apresentados ao colaborador os artigos que apresentam diferenças na primeira contagem. Neste processo, as quantidades inseridas via PDT apenas alimentarão as linhas do diário, não sendo possível o seu registo via PDT. Durante a contagem, o colaborador tem a possibilidade de retroceder apenas um artigo, de forma a poder corrigir eventuais enganos que decorram do registo da quantidade preenchida.

3.6. RECEÇÕES

No que respeita à sua localização, o armazém da empresa em estudo possui um acesso fácil às redes rodoviárias mais importantes. O tráfego nas instalações flui em condições de total segurança e os percursos foram definidos de modo que os veículos de entrega consigam manobrar rapidamente. Os condutores das empresas de transporte poderão abandonar o local se a descarga não for fácil, pelo que a disposição e as instalações da área de receção tem um papel importante, devendo assegurar que as operações de carga e descarga se processem prontamente e em segurança. Cais de acesso, plataformas elevatórias, empilhadores, entre outros, são meios facilitadores das operações. O tipo de produtos, a embalagem, a quantidade e a frequência das entregas e o seu planeamento são também fatores a considerar.

Igualmente importantes são os procedimentos operacionais, pelo que foi estabelecido um horário de entregas e de recolhas de maneira a que estas se processem regularmente. Os transportadores que por sistema deixam permanentemente as entregas para o fim do dia são reeducados ou substituídos.

Na área de receção tem lugar a primeira inspeção física de forma a assegurar que os volumes recebidos se encontram na quantidade correta e sem danos. Em todos os casos, as entregas devem ser todas verificadas e os estragos e as discrepâncias imediatamente

comunicados ao transportador e/ou ao fornecedor. É preferível rejeitar de imediato os produtos defeituosos e evitar futuras discussões acerca da responsabilidade pelos estragos. De outra forma, poderá recair sobre a empresa o ónus de provar que a perda ou estrago não ocorreu sob a sua responsabilidade. Por vezes, torna-se necessário uma inspeção completa de controlo da qualidade. Quando todas as inspeções estiverem terminadas, os produtos são colocados na sua localização de destino. É essencial manter uma área de receção organizada e de acesso restrito. A receção dos produtos deve ser registada de imediato no ERP, sendo prática habitual preparar antecipadamente a receção dos materiais procedendo à conferência dos produtos recebidos contra a receção de encomenda.

Conforme se detalha esquematicamente no gráfico 2, as receções dos produtos são, na sua maioria, criadas no *backoffice*, a partir da encomenda de compra. Quando o material é recebido pelo armazém, é feito o registo das receções pela secção Logística-Peças.

No processo de receção física dos materiais, não existem atualmente operações realizadas em PDT, contudo a funcionalidade mantém-se presente, como padrão para futuras necessidades.

As arrumações são criadas automaticamente após o registo da receção. É impressa uma folha A4 da arrumação com os dados da mesma e código de barras do número da arrumação.

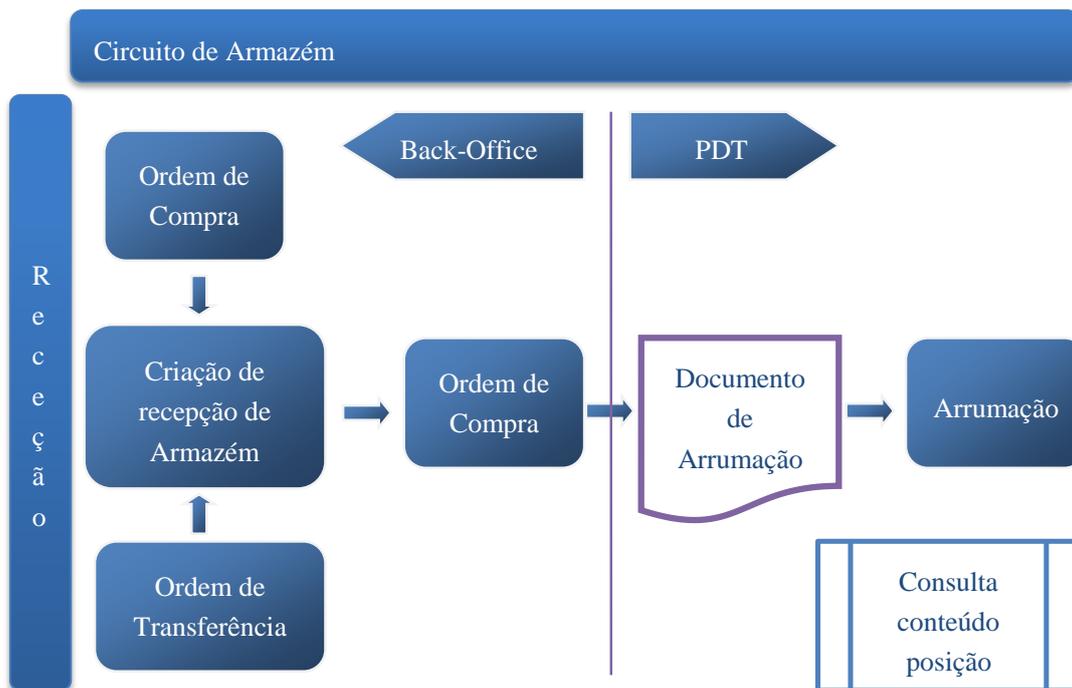


Gráfico 2 - Recepção

O material recebido pode ter dois destinos, ficar em *stock* ou transitar diretamente para a zona de expedição de modo a satisfazer uma encomenda de um Cliente interno ou externo, designando-se neste caso por *Cross-Dock* ou *X-dock*.

Nos casos de *X-dock* é impressa um documento de arrumação para cada linha de encomenda. O *layout* do documento de arrumação tem em conta o código de barras, o número da mesma e o número da encomenda de venda, nos casos em que se verifique trânsito directo (*x-dock*).

O procedimento é o seguinte, o operador pica o código de barras da folha de arrumação. É picado um artigo aleatoriamente selecionado e posteriormente é preenchida a restante informação da linha da arrumação, nomeadamente referência, código de posição e quantidade total a arrumar. É picado o código de posição de destino do artigo, podendo este ser igual ou não ao sugerido pelo PDT. A quantidade é preenchida manualmente pelo colaborador. Caso esta seja inferior à existente na arrumação é feita uma divisão da linha em duas, de forma a poder separar quantidades por posições diferentes. Finaliza-se o procedimento efetuando o registo no PDT.

Transferência de posições, também designada por realocação, é um processo padronizado em que o operador pica a posição de origem, pica o artigo a transferir, digita a quantidade e pica a posição de destino. O registo é realizado por PDT.



Figura 10 - PDT

A impressão de etiquetas não é contemplada em *backoffice*. No armazém, é inserido o número de artigo no PDT e a impressão da etiqueta é feita numa impressora sem fios. Para tal é necessário a prévia configuração das referências cruzadas dos artigos. Caso não exista referencia cruzada do artigo selecionado, não poderá ser impressa uma etiqueta com código de barras.

O fluxo de processos associado ao circuito de armazém está representado no gráfico 3.

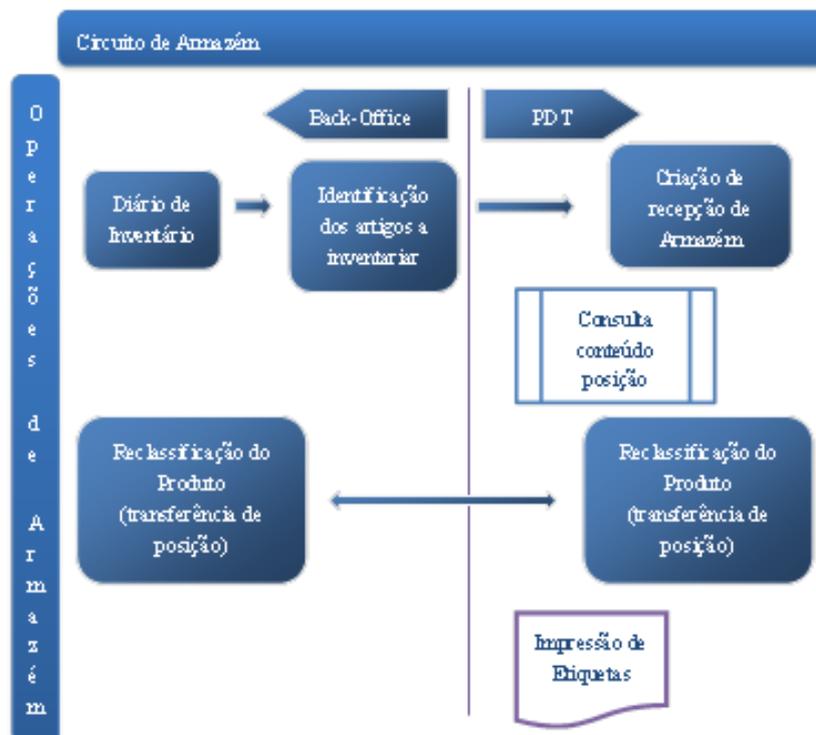


Gráfico 3 - Operações de Armazém

3.7. RECOLHA

Sendo despoletada pelas encomendas dos clientes, a recolha consiste na disponibilização dos produtos corretos, na quantidade certa de modo a satisfazer as encomendas. Esta atividade reveste-se de particular importância visto ser uma fase final onde se avalia o serviço ao cliente. Quanto mais rapidamente for efetuada a recolha, mais reduzido será o custo de imobilização do equipamento para o cliente e quanto mais eficaz, maior será a qualidade do serviço.

Na maioria dos armazéns, a área de armazenamento é grande, obrigando a grandes deslocações por parte dos recursos humanos. Uma das possibilidades de diminuir as deslocações é concentrar os produtos de maior rotação numa área mais próxima da entrada/saída de materiais, minorando desta forma o desperdício de tempo nas deslocações por parte dos colaboradores afetados a esta atividade. Comprimindo o espaço, comprimimos o tempo, minimizamos o esforço do colaborador, evitando que percorra grandes distâncias.

Existe também a possibilidade de se dividir o armazém em zona de produtos de elevado volume de armazenagem e uma zona de *stock* para o dia-a-dia. Esta última obriga a um controle mais apertado das existências, reposição frequente visto que não convirá deixar o *stock* entrar em rotura. Os produtos armazenados nestas áreas são de pequena e média dimensão e, conforme já referido, de maior rotação.

A recolha é criada a partir do envio, podendo existir dois tipos de ligações, uma recolha, um envio ou várias recolhas para um envio. Conforme se detalha no gráfico 4, o envio é criado no *backoffice* a partir da encomenda de venda e registado pelo balcão de peças. A nível de armazém, a listagem de recolhas é ordenada atualmente pela prioridade da mesma. É também importante que para além do número de recolhas e prioridade, a informação do colaborador que submeteu a recolha e o Cliente a quem a mesma se destina.

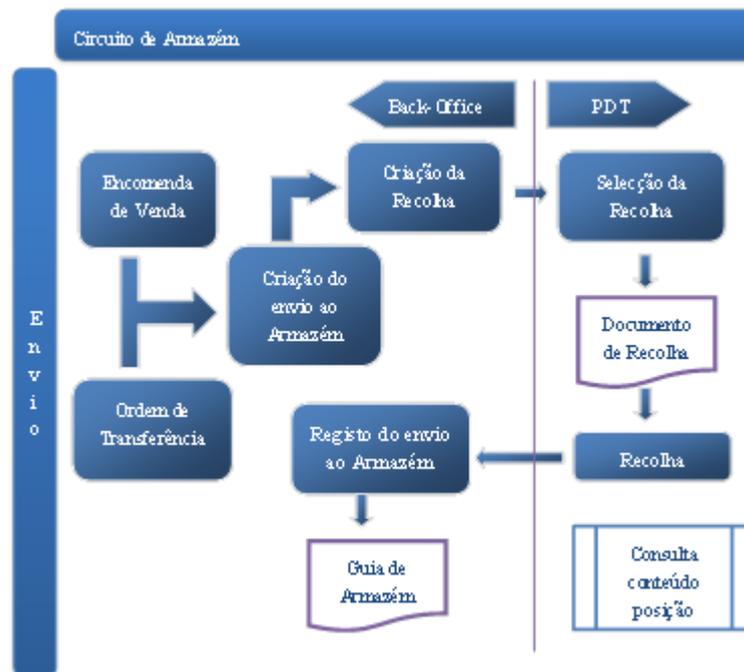


Gráfico 4 - Envio ao armazém

Apenas são apresentadas recolhas que ainda não têm nenhum colaborador associado ou então em que o colaborador associado seja o próprio. O mapa da recolha é impresso apenas uma única vez. Quando o colaborador entra na recolha é associado o seu utilizador (User ID) e esta é impressa. Caso o colaborador aceda à recolha após o seu User ID já estar associado à mesma recolha, não é impresso o mapa da recolha. O procedimento é o seguinte, o código de barras é picado como conferência do artigo, é picada a posição, podendo esta ser igual ou não à sugerida pelo PDT. A quantidade é inserida manualmente e existe a possibilidade de avançar ou recuar nas linhas da recolha. Termina com o registo efetuado no PDT.

3.8. MÉTODOS DE RECOLHA

Para poder abordar o método de recolha devemos primeiramente dar uma panorâmica sobre os procedimentos a montante deste, descrevendo sucintamente o modo de execução das receções.

Existem essencialmente dois tipos de receções, as tratadas pela secção Logística-Peças e as tratadas pelo próprio armazém.

A secção de Logística-Peças cria e regista a receção de material, o colaborador do armazém filtra cada arrumação pelo número da caixa, retira uma referência, conta e verifica o seu estado, introduz na arrumação as quantidades recebidas e escreve a posição de *stock* na referência, imprime etiqueta com código de barras, caso esta não exista. Seguidamente, agrupa as peças por zonas para as arrumar por *batch* e coloca fisicamente na posição fixa sugerida, estando esta ocupada, procura uma alternativa. Por fim regista as referências arrumadas e se necessário altera a posição onde as colocou.

No caso das receções criadas e registadas pelo armazém, o colaborador abre a caixa e confere quantidades com a lista de embalagem e cria a receção a partir da encomenda de compra. Seguidamente, regista a receção com quantidades conferidas na lista de embalagem (recebidas), anula as linhas e quantidades não movimentadas, criando desta forma a arrumação. Introduce na arrumação as quantidades recebidas, digita a posição de *stock* na referência e, caso falte, imprime etiqueta com código de barras. O colaborador agrupa as peças por zonas para as arrumar por *batch*, coloca-as fisicamente na posição fixa sugerida, estando esta ocupada, procura uma posição alternativa de *stock*, regista as referências arrumadas e, se necessário, altera a posição onde as colocou.

Em qualquer um dos casos e tratando-se de referências com reserva de venda, aplica-se o *x-docking*, sendo estas arrumadas em local próprio a aguardar expedição. Conforme já referido, o termo *x-dock* pressupõe a passagem das peças da zona de receção diretamente para a zona de expedição, fazendo um *bypass* ao *stock*.

No que respeita às recolhas, distinguem-se dois tipos; recolhas que se destinam a vendas e recolhas que se destinam a transferências.

Quando se efetuam recolhas que se destinam a uma venda, o procedimento passa por abrir a recolha e imprimir a folha correspondente. Seguidamente, o colaborador do armazém retira os produtos do *stock*, nas quantidades designadas e coloca-os numa caixa, registando as quantidades recolhidas (o ERP notifica o emissor do envio, informando-o que a recolha foi terminada). Caso não exista *stock* disponível suficiente para atender o pedido, o colaborador elimina as linhas não processadas e finaliza a embalagem para expedição.

Quando se efetuam recolhas que se destinam a transferências entre armazéns, acrescem os seguintes procedimentos aos já indicados para as recolhas de vendas. O envio da ordem de transferência (OTF) é aberto e são registadas as quantidades a enviar, sendo impresso o

documento de transporte, designado por envio de transferência (ETF). No envio, as linhas não processadas por falta de *stock* são eliminadas.

3.9. PERFIL DE ATIVIDADE

O estudo do perfil de atividade teve por objetivo recolher um conjunto de indicadores que até à data não existiam sobre o processo de *picking*.

Através deste estudo pudemos quantificar o número de recolhas efectuadas num dia normal de trabalho, a quantidade de linhas e de peças recolhidas para cada recolha, as zonas mais visitadas, o tempo despendido e a distância percorrida.

As listas de *picking* usadas na obtenção dos dados foram disponibilizadas pelo ERP, à medida que surgiam as encomendas dos clientes, havendo apenas o cuidado de seleccionar as listas que obrigassem a visitar exclusivamente as zonas onde se efectua o *picking* manual, visto que outras recolhas que conduzem à recolha de produtos noutras zonas de armazém onde é necessário usar empilhador, como é exemplo a zona de paletes. Todas as recolhas foram realizadas pelo mesmo colaborador que, usando um conta-passos, registou o tempo e distância percorrida. Para cada lista de *picking*, o colaborador efectuou o registo da hora de início da recolha, a duração da mesma e a distância percorrida. Os dados recolhidos foram posteriormente consolidados numa folha de cálculo e apurados os valores máximos, médios e totais, encontrando-se patentes na tabela 4.

Tabela 4 – Perfil de atividade (22Maio2014)

Nº recolha	Linhas de recolha	Peças (unid)	Qtd de zonas visitadas	Zonas visitadas	Tempo (min)	Distância (m)
1	1	2	1	2	2	70
2	3	4	1	1	5	60
3	1	4	1	1	1	30
4	5	9	1	2	8	90
5	1	2	1	1	1	20
7	2	4	2	1,2	3	80
8	2	2	2	1,2	2	70
9	1	1	1	1	1	60
11	1	6	1	2	2	70
13	5	5	1	1	4	80
14	3	4	2	1,2	3	78
17	1	1	1	2	3	80
18	2	2	1	1	3	50
22	2	5	1	1	2	80
23	3	17	3	2	3	80
25	19	31	2	1,2	15	300
26	17	45	3	1,2,3	17	370
Totais	91	178	39		120	2.545

No dia em causa, foram efetuadas 26 recolhas, com uma média de 3,6 linhas por recolha, representando um total de 91 linhas de encomenda e 178 peças. Para a execução de todas estas recolhas foram percorridos aproximadamente 2,5 Km.

Para melhor poder visualizar a quantidade de linhas de recolha no dia em que se efectuou o estudo, construiu-se um histograma, onde se verifica que a frequência aponta para 5,5 linhas. No gráfico, é também notória a ocorrência de alguns valores elevados que se destacam da média encontrada. O desvio padrão (4,6) indicia uma grande dispersão no número de linhas de recolha.

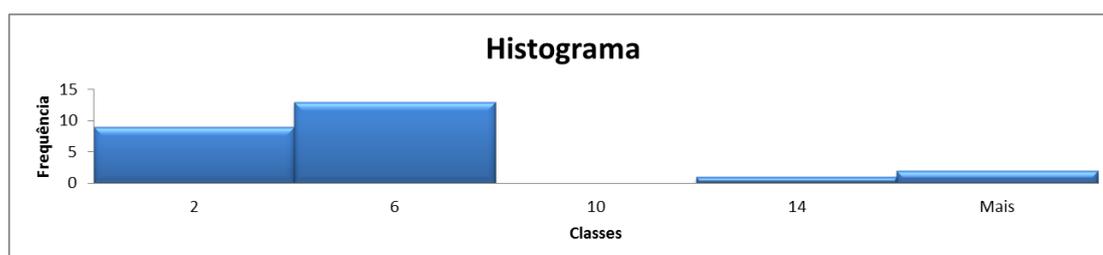


Gráfico 5 - Histograma dia de trabalho (22Maio2014)

Perante os resultados obtidos, entendeu-se válido alargar o estudo a um período mais alargado, colocando-se a hipótese da medição e registo dos parâmetros, recolha a recolha durante 6 meses.

Tendo em conta que o tempo gasto no processo de recolha de dados poderia afectar o desempenho do armazém, optou-se por retirar os dados disponíveis no ERP.

Deste modo, alargando a análise da atividade de *picking*, para o período de Janeiro a Junho de 2014, verifica-se que foram realizadas cerca de 8.000 recolhas, o que se traduz numa média de 67 recolhas por dia.

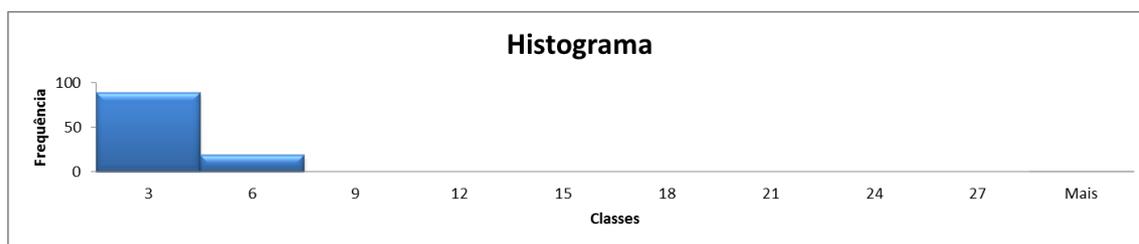


Gráfico 6 - Histórico de recolhas - Jan a Jun 2014

Pelo histograma anterior podemos inferir que a maior parte das encomendas apresenta um reduzido número de linhas por recolha.

Na tabela 5 apresenta-se um excerto do histórico de recolhas.

Tabela 5 - Histórico de recolhas Jan a Jun2014

Nº recolha	Linhas de recolha
1	4
2	3
3	2
4	2
5	3
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2
12	2
13	3
14	3
15	1
16	2
17	2
18	2
19	2
20	2
21	2
22	2
23	2
24	2
25	1
26	2
27	3
28	2
29	2
30	3

Pela análise dos dados obtidos, inferimos a necessidade de estudar com maior detalhe, o método usado, bem como outros métodos alternativos à recolha discreta.

A política atual de recolhas é baseada em métodos empíricos, existindo a oportunidade de validar a sua eficiência à luz dos conhecimentos científicos atuais.

3.10. PRINCIPAIS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

A identificação dos problemas foi feita pela observação do dia-a-dia de trabalho do armazém e conversas informais com os colaboradores e chefias.

Tendo em conta que o armazém em estudo foi construído no espaço sobrando do edifício, este encontra-se dimensionalmente restringido em termos de espaço disponível no solo, facto que tem causado alguns entraves à sua normal operação. As dificuldades principais são sentidas ao nível da movimentação de cargas, segurança dos colaboradores, arrumação em geral, o que torna difícil responder cabalmente aos picos de entrada de materiais bem como da sua expedição.

No *inbound*, a falta de espaço faz-se sentir quando existe a necessidade de acomodar as encomendas de peças que estão incompletas, por via de unidades ou produtos que ficaram em *backorder* ou quando se recebem encomendas de maior volume devido a negociação especial com a representada, aproveitamento de campanhas de produtos ou descontos de quantidade. A volumetria das peças e acessórios das máquinas também é bastante diversa, o que exige uma certa flexibilidade do espaço disponível para a receção e conferência dos materiais.

Ainda no que diz respeito ao *inbound* e com uma periodicidade semanal, é recebida uma encomenda de reposição do stock do fornecedor mais importante da empresa. Verifica-se que o processo de arrumação das peças no stock se prolonga por vários dias sendo mesmo por vezes necessário recorrer a trabalho extraordinário realizado ao fim do dia ou ao Sábado, o que penaliza os resultados da operação.

No *outbound* verifica-se a necessidade de espaço de modo a acomodar encomendas de clientes que aguardam transporte, consolidação, visto que recentemente o sector da construção, tem sofrido uma mudança de paradigma. Se no passado os clientes operavam no nosso país, a volumetria de cada encomenda não era significativa por ser reduzida,

actualmente o que se tem vindo a notar é que os clientes optam por colocar encomendas de maior volume que se destinam à exportação, o que obriga a outros cuidados em termos de embalagem, nomeadamente o maior uso de mercadoria paletizada.

Outro factor que veio interferir com a operação do armazém está relacionado com uma recente alteração a nível estratégico que pautou pela diminuição dos *stocks* nas filiais e a transferência de parte das suas existências para o armazém sede, permanecendo localmente apenas um pequeno stock para salvaguardar as necessidades mais prementes do dia-a-dia dos clientes e das oficinas da empresa. As restantes peças são fornecidas em 24h a partir do armazém sede ou dos armazéns das representadas diretamente para as oficinas das filiais ou para os clientes da área de influência de cada filial. Esta alteração provocou uma acréscimo da actividade do armazém em estudo.

A transferência para a sede da operação de peças de um dos maiores clientes do sector mineiro, que se encontrava entregue a uma das filiais, veio provocar um significativo aumento do volume de circulação de encomendas, factor que tornou mais evidente a falta de espaço no solo do armazém sede. A opção pela transferência foi tomada devido à localização remota da filial e do cliente mineiro, facto que estava a causar atrasos significativos na entrega de peças ao cliente, visto que os transportadores não conseguiam efectuar as entregas em 24h.

Ainda afectando o *outbound*, a devolução de peças que todos os anos se efectua a algumas das representadas provoca durante períodos que se estendem até um mês uma diminuição da área de trabalho disponível visto a necessidade de recolha, inspeção, embalamento e armazenamento temporário. Estas necessidades de espaço no solo não são possíveis de avaliar previamente visto estarem dependentes da aceitação da proposta de devolução por parte da representada. A ausência de zonas delimitadas para colocação de encomendas a aguardar finalização, de encomendas prontas para envio e de encomendas para as oficinas e filias, é um fator potenciador de trocas e erros, podendo também causar problemas de segurança dos colaboradores.

A demora na colocação das peças no *stock*, assim como os longos percursos efectuados na recolha para preparação das encomendas referidos na seção anterior, indiciam uma distribuição não cuidada das peças por todo o armazém, o que contribui negativamente

para a eficiência da operação e força os colaboradores a efectuar deslocações improdutivas durante o seu dia-a-dia de trabalho.

Partindo da observação dos procedimentos executados no armazém, foram detetadas algumas oportunidades de melhoria que resumidamente consistem na delimitação de zonas de trabalho, aumento da área disponível no solo, redistribuição das peças no stock e minimização dos percursos.

O objeto principal do estudo irá incidir sobre o estudo da recolha, nomeadamente passar de uma política empírica para uma política de minimização de percursos.

Iremos assim passar a desenvolver o trabalho, referindo as ferramentas disponíveis, os processos e o método de recolha utilizado, a metodologia 5S, as propostas de melhoria, onde se inclui um modelo desenvolvido em MS-Excel, sendo também feita uma abordagem à classificação ABC. Na conclusão, serão apresentando os resultados obtidos.

4. ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES

“A melhoria do processo é a única forma de aperfeiçoar os resultados que a sua empresa quer melhorar”(Georg, Rowlands, & Kastel, 2004).

Este capítulo aborda o estudo do método de recolha, a análise ABC e reorganização do armazém, a metodologia 5S e a optimização das rotas de *picking*.

4.1. RECOLHA

Como ponto de partida para o estudo da recolha, foi gerada uma lista de recolha com 30 linhas de referências sequenciadas aleatoriamente e simulada uma recolha, medindo o tempo despendido e a distância percorrida, com o auxílio de um conta passos.

Para obter um valor significativo em termos de distancia percorrida, e tendo em conta que a média de linhas de encomenda se situa na ordem das 3 linhas, optou-se por preparar uma

lista de recolha com 30 linhas, como primeira amostragem para verificar se esta atividade representa uma oportunidade de melhoria significativa.

Tabela 6 - Linhas de recolha – método atual

Pos	Nº Produto	Cód. Posição
1	951.004.001_02295	3CD43
2	707-35-91440_05696	2DC27
3	YM119620-13110_05696	3AC27
4	801015612_05696	2FK49
5	07051-01000_05696	3AC69
6	484010178_00161	1FB14
7	23B-27-11610_05696	2FB30
8	42N-01-11510_05696	1GA43
9	6217-71-9791_05696	2EK29
10	843800106_05696	1KB39
11	423-01-H2221_05696	3AC33
12	55023124_00970	2BJ26
13	20Y-70-32460_05696	1LD38
14	YQX100-A-0100_02620	2DD37
15	A-26505-43_06926	2HD48
16	206-60-51132_05696	2FK66
17	08017-32218_05696	1UC71
18	072962_06037	2GE43
19	6736-51-5142_05696	1SC20
20	07000-73020_05696	2DK42
21	37A-54-12100_05696	2DL46
22	CDB2-F15DC-KIT_02620	3FD21
23	990.202.005_02295	2LA36
24	20Y-54-51482_05696	2FA72
25	850263_06037	2DG33
26	42N-54-15380_05696	1LA72
27	01010-81220_05696	1KA60
28	312676609_05696	1ME21
29	CA0028623_05696	1MA47
30	04696260_00970	2BG14

Tempo despendido [min]	17
Distancia percorrida [m]	1.006

Foi desenvolvido um método simples para avaliar a qualidade das soluções proporcionada pelo método atual, o qual se caracterizava pela ordenação alfanumérica das posições de *stock*, tendo procedido, com o auxílio de um conta-passos, à medição do tempo e distancia percorrida na recolha de 10 listas de recolha com 50 linhas cada.

Tabela 7 – Medições - Ordem código posição

Lista	Distancia percorrida [m]	Tempo despendido [min]	m/min	m/s
1	753	15	50,2	0,8
2	771	10	77,1	1,3
3	578	10	57,8	1,0
4	737	15	49,1	0,8
5	728	10	72,8	1,2
6	481	15	32,1	0,5
7	525	10	52,5	0,9
8	772	12	64,4	1,1
9	480	11	43,7	0,7
10	720	12	60,0	1,0
Total	6.545	120	54,5	0,91
média	654	12	56,0	0,9

Seguidamente, mantendo as mesmas referências, procedeu-se à classificação de cada posição de *stock* atribuindo o valor mais baixo às posições mais afastadas do ponto de expedição de encomendas e o valor mais elevado às posições mais perto desse ponto. Procurou-se estabelecer uma rota, que conduzisse o colaborador a iniciar o *picking* na localização mais afastada, encaminhando-o sucessivamente para as localizações de *stock* mais próximas do local de embalagem e expedição.

Tabela 8 - Linhas de recolha ordenadas por classificação de posição

Pos	Nº Produto	Cód. Posição	Classificação Posição
1	YM119620-13110_05696	3AC27	3
2	07051-01000_05696	3AC69	3
3	423-01-H2221_05696	3AC33	3
4	951.004.001_02295	3CD43	7
5	CDB2-F15DC-KIT_02620	3FD21	17
6	A-26505-43_06926	2HD48	24
7	990.202.005_02295	2LA36	28
8	20Y-54-51482_05696	2FA72	29
9	23B-27-11610_05696	2FB30	30
10	072962_06037	2GE43	33
11	801015612_05696	2FK49	38
12	206-60-51132_05696	2FK66	38
13	37A-54-12100_05696	2DL46	41
14	6217-71-9791_05696	2EK29	42
15	07000-73020_05696	2DK42	42
16	850263_06037	2DG33	45
17	YQX100-A-0100_02620	2DD37	47
18	707-35-91440_05696	2DC27	48
19	04696260_00970	2BG14	57
20	55023124_00970	2BJ26	59
21	42N-01-11510_05696	1GA43	88
22	484010178_00161	1FB14	89
23	42N-54-15380_05696	1LA72	96
24	01010-81220_05696	1KA60	96
25	843800106_05696	1KB39	97
26	20Y-70-32460_05696	1LD38	99
27	CA0028623_05696	1MA47	101
28	312676609_05696	1ME21	105
29	6736-51-5142_05696	1SC20	124
30	08017-32218_05696	1UC71	133

Tempo despendido [min]	6
Distancia percorrida [m]	324

Como se pode constatar por comparação entre as medições efetuadas patentes na tabela 8 e os resultados obtidos anteriormente e expressos na tabela 6, é notória a poupança em termos de tempo (65%) e distancia (68%). Dado se ter constatado que a poupança era muito significativa, estendeu-se a classificação de posição a todas as posições do armazém.

Tendo em conta que por limitações de desempenho do ERP da empresa se trabalha no máximo com 50 linhas por encomenda de venda, gerou-se aleatoriamente uma lista de 500 referências, usando a ferramenta de análise “Amostragem”, do Excel. Seguidamente subdividiu-se essa lista em 10 outras listas de 50 referências cada, ordenando cada uma

pela classificação de posição. Apresenta-se apenas a primeira lista gerada, a título de exemplo.

Tabela 9 - Classificação de Posição

Pos	Nº Produto	Cód. Posição	Classificação Posição
1	K91324-02702_02620	3AA28	5
2	078.571.401_02295	3CE65	6
3	88114229_00970	3CC33	8
4	203-70-33210_05696	3BB27	9
5	40M3.3-100003_02620	3BB47	9
6	HDCS20-0003_02620	3BA46	10
7	GB/T301-95_02620	3FB64	19
8	YQXD100H1-KIT_02620	2LC60	22
9	20Y-04-K4061_05696	2HB54	26
10	6741-61-1621_05696	2GA12	29
11	850306_06037	2GE24	33
12	5007916_01125	2FK58	38
13	395-70-13891_05696	2EJ46	43
14	206-979-K140_05696	2EJ70	43
15	707-76-80480_05696	2EG41	45
16	GQQ1514-11_02620	2EE51	46
17	20K-22-31310_05696	2DA38	50
18	01010-61660_05696	2DA59	58
19	816210297_05696	2CJ71	59
20	01310-00812_05696	2BJ51	59
21	6136-61-6120_05696	2CK67	60
22	42U-70-HOP35_05696	2BK47	60
23	33785051_00970	2BL21	61
24	9602801_01125	2AG70	67
25	20K-14-31290_05696	2AG68	67
26	CA0145900_05696	2AG33	67
27	154317_07212	2AE11	69
28	900000_07212	2AE56	69
29	7315-3663_08322	1CA60	80
30	6211-61-1533_05696	22D4/24	83
31	708-2L-35210_05696	18D0444	83
32	702-16-71160_05696	18A0451	83
33	7804-4993-01_08322	1DA27	84
34	708-25-15130_05696	30A4/18	85
35	902262_07212	36E/39	85
36	19M-43-33460_05696	1FB54	89
37	01010-60660_05696	1HA47	92
38	1294807H1_05696	1JA61	92
39	20T-70-81620_05696	1HA29	92
40	825010079_05696	1HC28	94
41	707-99-32250_05696	1HC59	94
42	7861-93-1812_05696	1NA41	101
43	1238776H1_05696	1MB67	102
44	07002-22434_05696	1MB53	102
45	01435-01025_05696	1NE34	105
46	CA0373953_05696	1PC24	108
47	6754-11-5141_05696	1QD51	115
48	37A-70-11231_05696	1QA33	118
49	42N-54-14330_05696	1SC59	124
50	88065679_00970	1UH37	128

Para cada uma das 10 listas de recolha, foi medida a distância percorrida e o tempo despendido, obtendo os valores patentes na tabela 10.

Tabela 10 - Medições - Ordem classificação de posição e comparação

Lista	Distancia percorrida [m]	Tempo despendido [min]	m/min	m/s
1	430	6	71,7	1,2
2	450	7	64,3	1,1
3	330	6	55,0	0,9
4	430	7	61,4	1,0
5	420	6	70,0	1,2
6	270	8	33,8	0,6
7	300	6	50,0	0,8
8	440	8	55,0	0,9
9	270	6	45,0	0,8
10	421	8	52,6	0,9
Total	3.761	68	55,3	0,92
Var	-42,5%	-43,3%	1,4%	1,4%
média	376	7	55,9	0,9

As variações apresentadas na tabela 10, surgem da comparação entre as medições realizadas com o método de classificação de posição, face às medições efetuadas empregando o método anterior, ordenação por código de posição. Estas variações mostram claramente que com o novo método, a classificação de posições, se obtêm poupanças superiores a 40%, portanto significativas, em termos da distância bem como no tempo despendido na realização do *picking*.

Seguidamente, procurou-se encontrar formas complementares que aportassem ainda mais valor ao estudo. Para tal, procedeu-se à observação do trabalho dos operadores acompanhando-os durante o *picking*, tendo-se constatado que em cada corredor, o *picking* era inicialmente realizado numa face da estante e seguidamente na outra face. Este procedimento despertou a possibilidade de considerar a alteração do mesmo. Para tal, começou-se por avaliar o tempo despendido e o caminho percorrido no *picking* unilateral, de modo a posteriormente medir e comparar com o bilateral, pelo que se aproveitou o trabalho de recolha realizado dia-a-dia para efetuar algumas medições. Começou-se por uma recolha tipo, decorrente de uma encomenda de venda para um cliente.

Geral	Facturação	Envio	Comércio Externo	E - Commerce	Pagamento	Local de Carga
Nº	EVP140100916				Data Registo	15-05-14
Venda-a Nº Cliente	6777				Data Encomenda	15-05-14
Venda-a Nº Contacto	6777				Data Documento	15-05-14
Venda-a Nome Cliente	MOTA-ENGIL,ENG E CONST,SA				Data Entrega Requerida	
Venda-a Endereço	CASA CALÇADA, LARGO DO PAÇO,6				Data Entrega Prometida	
Venda-a Endereço 2					Nº Proposta	
Venda-a C.P.+Localidade	4600-017		AMARANTE		Proposta CRM	
Venda-a País	Porto				Nº Pedido REMAN	
Venda-a Contacto	Artur Marques				Nº Documento Externo	TESTE RECOLHA
Grau de Urgência Venda	7 Não efectuar Picking				Cód. Vendedor	
Tipo de Encomenda					Centro Responsabilidade	SAV
Valor Retomas					Estado	Liberto
Id. Utilizador	ARTUR_MARQUES		Nº Versões ... 1		Estado Encomenda	Cancelada
Gr. Contabilístico Cliente	NACIONAL		Interno		Estado da Factura	Não Facturada
Grau de Urgência Compra	0				Sua Referência	

Linha	T... Nº	Descrição	Quantidade	Qtd. a Enviar	Cód. Posição	Quantidade Enviada	Cód. Localizaçã
1	P.. 708-2L-35690_05696	RETENTOR	1				
2	P.. 22P-03-11991_05696	ESPONJA VEDA...	1				
3	P.. 01011-61690_05696	PARAFUSO	1				
4	P.. 600-311-3722_05696	SENSOR	1				
5	P.. 6162-15-4750_05696	JUNTA	1				
6	P.. 07000-F5180_05696	VEDANTE	1				
7	P.. 7111052912_00161	CORREIA VENT...	1				

Figura 11 - Teste Recolha

Com a ajuda de um pequena folha de cálculo ordenou-se a recolha por posição, registando o tempo despendido e a distância percorrida na recolha.

Linha	Doc	Orig	Nº Produto	Descrição	Qtd	Posição	Letra	Classificação
7			07000-F5180_05696	VEDANTE	1	1LA48	1	106
3			01011-61690_05696	PARAFUSO	1	1MB54	2	102
2			22P-03-11991_05696	ESPONJA VEDAÇÃO	1	1ME45	3	108
4			600-311-3722_05696	SEN SOR	1	1NA53	4	101
8			7111052912_00161	CORREIA VENTONHA	1	1NC59	5	96
1			708-2L-35690_05696	RETENTOR	1	1NE60	6	105
5			6162-15-4750_05696	JUNTA	1	1PA40	7	105

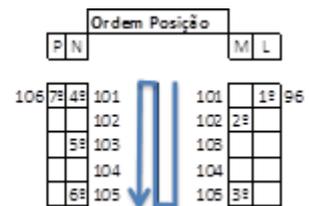


Figura 12 - Recolha Unilateral

Ordenou-se os mesmos produtos por classificação de posição, voltando a registar o tempo despendido e a distância percorrida durante a recolha.

Linha	Doc Orig	Ordem Classificação		Descrição	Qty	Cód. Posição	Letra	Classificação
		Nº Produto						
7		7111052912	00161	CORREIA VENTONHA	1	1LA48	1	96
3		600-311-3722	05696	SENSOR	1	1NA53	2	101
2		01011-61690	05696	PARAFUSO	1	1MB54	3	102
4		22P-03-11991	05696	ESPONJA VEDAÇÃO	1	1NC59	4	103
8		708-2L-35690	05696	RETENTOR	1	1NE60	5	105
1		6162-15-4750	05696	JUNTA	1	1ME45	6	105
5		07000-F5180	05696	VEDANTE	1	1PA40	7	106

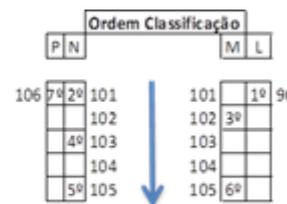


Figura 13 - Recolha bilateral

Facilmente se constatou que efetuar a recolha dos dois lados do corredor, é bastante mais rápido que efetuar a recolha primeiro de um lado e depois do outro. A primeira recolha, unilateral, demorou 120 segundos e foram percorridos 40 m, enquanto que na bilateral o tempo gasto foi de 90 segundos e a distancia foi de 30 metros. Apesar da quantidade de localizações de *stock* ser reduzida (7) e consequentemente o trajeto a percorrer ser pequeno, a opção pela recolha bilateral evidencia logo à partida uma poupança de 25% no tempo despendido.

4.2. METODOLOGIA 5S

Esta metodologia é o primeiro passo para o alcance da qualidade total, a sua implementação começa no local de trabalho, contudo os seus efeitos ecoam por toda a organização. A adoção da metodologia 5S veio tornar os postos de trabalho mais eficientes, mais seguros e mais organizados.

Os 5S referem-se a cinco palavras japonesas que traduzem cinco práticas de senso comum.

Seiri (Organização) – Passa por identificar tudo o que não seja necessário utilizar para a atividade e proceder à sua remoção do local de trabalho;

Seiton (Arrumação) – Tudo deve ter o seu lugar, de modo a que quando for necessário seja facilmente encontrado;

Seiso (Limpeza) – Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que se procura trabalhar com qualidade;

Seiketsu (Uniformização) – A definição de padrões é fundamental para a manutenção dos progressos alcançados

Shitsuke (Disciplina) – Significa trabalhar consistentemente através de regras e normas de organização, arrumação e limpeza.

Os principais benefícios decorrentes da prática desta metodologia são:

- Maior produtividade
- Menos acidentes de trabalho
- Redução de despesas e melhor aproveitamento de material
- Melhoria da qualidade dos produtos e serviços

Quando pensamos na otimização de operações de armazém, somos levados a pensar em sistemas de gestão de armazéns, sistemas de manuseamento automático de materiais, códigos de barras e recolha automática de peças e de dados, negligenciando por vezes os pormenores mais simples que também podem afetar as operações de armazém. Na maior parte dos casos estes pormenores necessitam de um reduzido investimento ou mesmo nenhum, e podem ter um impacto significativo nos resultados.

4.2.1. FORMAÇÃO

Não pretendendo considerar a formação como pormenor ou apenas um detalhe, o treino dos colaboradores é um investimento válido, com o mais elevado retorno de toda a operação. Armazéns que não disponham de procedimentos claros e colaboradores formados irão ter baixo desempenho, fraca produtividade, provocam queda de motivação e perda de controlo por parte dos encarregados. As condições de trabalho rapidamente se tornam caóticas, devido à pouca ou mesmo ausência de formação, evoluindo negativamente até tornar o trabalho dos responsáveis difícil, obrigando-os a repetir instruções de forma continuada, acabando por entrar num ciclo vicioso. A única forma de estancar este problema é parar, definir e documentar os procedimentos e implementar um plano adequado de formação e acompanhamento dos colaboradores.

Apesar do estabelecimento de regras e normas ser um bom princípio, muitos encarregados de armazém acanham-se na transmissão das mesmas aos colaboradores. Adicionalmente, dos que comunicam políticas e procedimentos claros, poucos são os encarregados que lideram pelo exemplo, ao cumprirem eles mesmos essas regras. Normalmente os

colaboradores são avessos a que lhes seja dito como desempenhar corretamente uma tarefa, contudo verifica-se que num ambiente sem controlo as pessoas trabalharão muito pior. Este tipo de não-trabalho afetará os melhores colaboradores, dado que, indiretamente irão ser prejudicados pelos colegas que não façam o seu trabalho nas devidas condições.

4.2.2. FERRAMENTAS

Assegurar que os colaboradores possuam as ferramentas adequadas e disponíveis para realizar as suas tarefas, produz um impacto significativo nas operações do armazém. Tempo perdido à procura do porta-paletes ou da fita adesiva é muito mais oneroso que o custo de possuir estes auxiliares em maior quantidade. É importante instruir os colaboradores de forma a tomarem conta das suas ferramentas de trabalho, como sejam máquinas de calcular, canetas, marcadores, x-acto, pistolas de pregar, contudo convém estarmos cientes que muitos destes poderão desaparecer. Caso estas ferramentas sejam perdidas, danificadas, sigam junto no camião de um transportador, sejam cedidos a outras secções e não devolvidas, não altera o facto de serem necessárias para que os colaboradores desempenhem corretamente as suas funções. Será preferível tratar estas ferramentas como ferramentas de desgaste rápido do que arriscar erros de contagem, danos em produtos ou em pessoas por não terem uma máquina de calcular ou não encontrarem uns óculos de proteção. Convém assegurar que estes artigos sejam fiáveis, por exemplo, o filme retráctil não deve rebentar a meio do embalamento, a fita adesiva não deve rasgar ou descolar facilmente.

É fundamental que as ferramentas sejam arrumadas em áreas determinadas para esse fim, cada coisa no seu lugar, um lugar para cada coisa. As ferramentas para o dia-a-dia devem estar mais próximas do centro de ação, enquanto que as usadas ocasionalmente deverão estar arrumadas em locais mais afastados das áreas de maior atividade.

4.2.3. EQUIPAMENTO DE BAIXO CUSTO

Existe muito equipamento de baixo custo que ajuda a aumentar significativamente a produtividade e a segurança num armazém; porta-paletes, tapetes de rolos, suportes para rolos de embalagem, entre outros. Catálogos de produtos para armazém, em conjunto com uma boa dose de criatividade podem ser muito uteis.

É muito importante que os postos de trabalho sejam bem pensados, visto que é neles que os colaboradores passam muito do seu tempo a desempenhar tarefas, pelo que importa também envolver o colaborador na configuração do seu posto de trabalho. Tudo o que o colaborador necessita terá que estar facilmente acessível e devemos garantir que materiais que não estejam a ser utilizados não estorvem. Importa assegurar que as dimensões e a localização do posto de trabalho, sejam as mais adequadas para a tarefa desempenhada. Ponderar a introdução de pequenas modificações nos postos de trabalho de modo a ir ao encontro das necessidades específicas de cada um, por exemplo, aplicar um porta-documentos num carrinho de transporte de produtos, disponibilizar bancos elevados na receção para tornar mais confortável o registo das arrumações no sistema informático.

Os rodízios dos carrinhos devem ser de boa qualidade e corretamente dimensionados de modo a suportar os pesos que transportam. É impressionante a diferença no nível de esforço necessário para deslocar um carrinho equipado com rodízios adequados. Se os carrinhos forem usados com frequência vale bem a pena investir nuns rodízios em condições.

4.2.4. MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO

A correta manutenção do equipamento de armazém é importante para a produtividade bem como para a segurança. Devem ser criados planos de manutenção para os empilhadores, tapetes de rolos transportadores, plataformas elevatórias e para todo o tipo de equipamentos auxiliares. Os colaboradores devem ser formados e encorajados a reportar de imediato qualquer problema que ocorra no equipamento. Devem ser definidos planos de contingência para todos os equipamentos-chave de modo a estarem preparados na falha de um equipamento como por exemplo um carregador da bateria de empilhador. A manutenção das estantes de paletes não deve ser descuidada. Todo o armazém que disponha de estantes de paletes, está sempre sujeito a sofrer algum tipo de dano. Por questões de segurança qualquer dano deve ser reparado de imediato ou caso não seja possível deverá proceder-se à substituição do bastidor danificado. Ao não assegurar a substituição imediata de secções danificadas assume-se um risco de propagação do dano que pode ter consequências irreversíveis. Proteções de canto contra choques de empilhadores devem ser instaladas com carácter obrigatório, inspecionadas e reapertadas regularmente.

4.2.5. IDENTIFICAÇÃO

A clara identificação dos produtos e localizações torna a recolha e a arrumação mais rápida e precisa, assim como a clara identificação das áreas de armazenamento e marcações no solo evitam o congestionamento. Devem ser colocadas etiquetas bem legíveis nas paletes e embalagens, na identificação das posições de *stock*, nos corredores e estantes. Fita adesiva ou pintura do chão do armazém contribui para a identificação das diversas zonas do armazém, diferenciando o espaço de circulação de pessoas do de empilhadores.

4.2.6. FORMULÁRIOS

Os formulários e documentação necessária para o funcionamento do armazém devem ser claros e bem organizados de modo a que se gaste pouco tempo no seu preenchimento, complementando com folhas de cálculo ou processamento de texto. O uso de formulários padronizados assegura a transparência, rigor e consistência na documentação. Não devem ser usadas cópias de cópias de formulários porque, com o tempo, estas se tornam ilegíveis. Devem ser mantidos os originais guardados numa base de dados e em conjunto com os responsáveis da qualidade, deve ser efetuado um registo de impressos padronizados. Não custa mais fazer bem.

4.2.7. TRATAMENTO DE ARMAZENAGEM DIVERSA

Guardar no armazém material diverso como sejam ferramentas, latas de tinta, folhetos, equipamento obsoleto ou partido, amostras, ocupa espaço válido e dificulta a circulação. Convirá nestes casos convencer os donos destes produtos a tomarem conta do material ou então enviá-los para reciclagem. Todo o material ou equipamento que não seja de aplicação imediata (ou nos próximos dias) não deve ser deixado na área de receção, abandonado, deve-lhe ser dado um destino, ou ser colocado no *stock*. Materiais ou equipamentos que não tenham uso definido devem ser imediatamente vendidos como sucata ou reciclados.

4.2.8. AMBIENTE

A temperatura elevada é inimiga da produtividade. Dependendo das dimensões do armazém, arrefecer ou aquecer um volume de ar grande é bastante dispendioso. Como

alternativa ao arrefecimento pode promover-se a introdução de ar forçado e filtrado criando uma pressão ligeiramente superior no armazém de forma a evitar acumulação de pó no seu interior.

No que respeita ao aquecimento de armazéns de maior dimensão, o aquecimento a gás é uma boa alternativa e permite manter um nível de conforto adequado. Adicionalmente, um bom arejamento evita a acumulação de humidade e previne danos nos produtos em stock.

4.2.9. CASA ARRUMADA

A manutenção de práticas corretas de arrumação, higiene e segurança irá resultar em melhorias e motivação elevada. A expectativa de superfícies de trabalho limpas num armazém de trabalho podem ser consideradas irrealistas, contudo implementando procedimentos de limpeza regular, assegurará um ambiente de trabalho limpo e seguro. Detritos tais como restos de fita adesiva, fita de aço, restos de paletes danificadas devem ser imediatamente recolhidos, dado serem fonte de problemas. Superfícies contaminadas com restos de óleo devem ser evitadas e limpas de imediato. Os produtos devem estar acomodados nas estantes em caixas ou embalagens adequadas, protegidos do pó. Devem existir áreas específicas para arrumação de paletes, etiquetas, materiais de embalagem, disponibilizados contentores para colocação de materiais para reciclagem, plástico, papel e madeiras. O material de embalagem deve ser reaproveitado o mais possível e as caixas de cartão e o papel não utilizado, devem ser enviados para reciclagem.

Esta lista de boas práticas que podem ser aplicados num armazém para melhorar ou manter a qualidade do serviço pode à partida parecer um conjunto de evidências, isoladamente, cada uma delas, aportará pouco valor, contudo em conjunto causarão um grande impacto positivo nos colaboradores e na operação do armazém.

Em conjunto com as alterações descritas na secção anterior promoveu-se uma formação em 5S aos colaboradores de forma a sensibilizá-los para a organização, arrumação, limpeza, padronização e disciplina, com vista a obter maior produtividade, redução de acidentes de trabalho, minimização das despesas e melhor aproveitamento do material e melhoria da qualidade dos serviços.



Figura 14 - Implementação 5S

Essencialmente, os resultados da formação dada materializaram-se na separação de objectos necessários dos não necessários, melhoria da limpeza do armazém, arrumação das ferramentas e acessórios de forma funcional, identificação de locais perigosos, reforço da utilização de cores, etiquetas e avisos que facilitem a operação.

Na figura 14, algumas caixas de cartão encontram-se colocadas em posição invertida nas prateleiras de modo a ficarem mais protegidas do pó e serem mais facilmente identificadas por estarem vazias. As localizações onde se encontram estas caixas podem ser reutilizadas sempre que os produtos tenham sido descontinuados ou a suas vendas não justifiquem a manutenção de existência. Caso o produto não tenha tido movimento nos últimos 12 meses, a localização pode ser libertada para outro produto.

Os colaboradores foram sensibilizados para que se mantivessem os equipamentos limpos e arrumados, com vista à sua pronta utilização, tendo-se investido na sinalização e nos EPI (Equipamentos de Protecção Individual), tentando dessa forma induzir nos colaboradores, hábitos de forma a manter vivos os princípios da filosofia 5S.



Figura 15 – Acessórios de limpeza

Na expedição foram ainda criadas simples estruturas de suporte para rolos de papel de embalagem, etiquetas autocolantes pré-impressas e respetivas caixas para o seu armazenamento.



Figura 16 - Expedição

O estacionamento dos carrinhos de transporte de produtos foi também objeto de intervenção tendo optado por aproveitar a parte inferior do *cantilever* para a sua arrumação.



Figura 17 - Estacionamento dos carrinhos

Na eventualidade do encarregado encontrar algum carrinho fora do estacionamento ou uma ferramenta desarrumada, sensibiliza os colaboradores para a sua correta arrumação.

No dia-a-dia de uma empresa ficamos frequentemente com a visão toldada pelos hábitos instituídos, pelo ambiente de trabalho, tornando-se muitas vezes difícil mudar procedimentos com vista à melhoria da organização. O estabelecimento de procedimentos detalhados, a criação de indicadores do processo, razoáveis e controláveis muito contribuem para o sucesso da operação.

No presente caso de estudo, o conjunto de alterações efetuadas resultou num impacto positivo em toda a empresa, sendo o retorno do investimento foi rápido e significativo.

No seguimento dos resultados obtidos procurou-se intervir no *layout* das estantes, diminuindo a largura dos corredores, passando de 1,10 m para 0,80 m, de forma a facilitar a operação de recolha bilateral. A opção pelos 0,80 m foi tomada dado ter-se determinado que esta medida era adequada aos carrinhos de *picking* existentes na empresa.



Figura 18 - Corredor antes e depois da intervenção

Consequência desta alteração, conseguiu-se libertar uma área de solo considerável, tão necessária em qualquer armazém, mais ainda no objeto de estudo, criando assim uma área de receção e inspeção de mercadorias de maior dimensão, que muito facilitou o trabalho e aumentou a segurança dos colaboradores. Por sua vez, esta alteração veio disponibilizar mais área na zona de mercadoria a aguardar expedição.

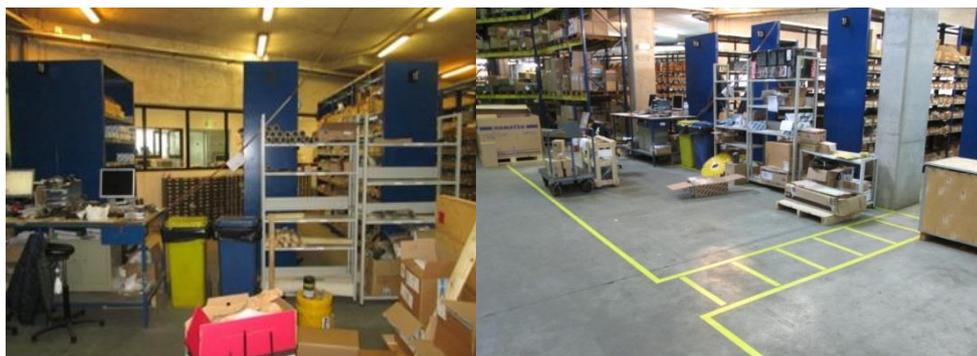


Figura 19 - Receção antes da intervenção

Importa referir que anteriormente a área para a receção e conferência dispunha de 20 m² de, o que provocava significativos constrangimentos de desempenho, a nível da segurança dos colaboradores e obstáculos à livre circulação de empilhadores.



Figura 20 - Espaço conquistado após intervenção

Com a alteração efetuada passamos a ter uma área de trabalho de 48 m², o que se traduz num incremento de 140%.



Figura 21 – Área de receção depois da intervenção

Para executar esta alteração foi necessário deslocar uma estante para outra zona do armazém, desmontar outras duas estantes e relocalizar os produtos nelas armazenados.

Para diminuir a largura dos corredores, sem encarecer o processo, optou-se por mover as estantes carregadas com as peças, tendo para tal criado duas simples estruturas de suporte, em construção aparafusada e que permitiam o seu encaixe nas verticais das prateleiras.



Figura 22 - Processo mudança

As referidas estruturas possuíam o mínimo de rigidez necessário para suspender, em dois porta-paletes, uma fiada inteira de estantes completamente carregadas, a cerca de 10 mm do chão, permitindo movimentá-las usando apenas dois colaboradores.



Figura 23 - Posição anterior / posição nova

O empenho dos colaboradores foi de tal forma elevado, que apenas num dia de trabalho, a tarefa foi dada como concluída.

No que respeita à segurança foi verificada a utilização de um conjunto gaiola/empilhador retráctil para recolha de produtos em altura. Foi feita uma inspeção por um técnico externo, devidamente creditado e, na sequência do seu relatório técnico, abandonado o uso do

equipamento, tendo sido adquirido para o efeito um *order-picker* de uma das marcas distribuídas pela empresa.

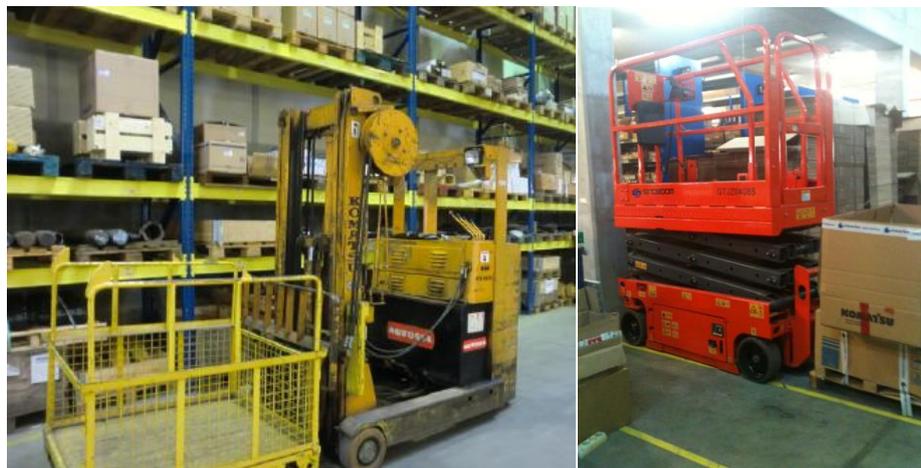


Figura 24 - *Order-picker* – solução antiga e nova

4.3. CLASSIFICAÇÃO ABC

O estudo do comportamento da procura quer em termos de frequência de vendas bem como do volume de unidades vendidas, dota o gestor de um conjunto de dados que analisados com ferramentas simples, muito contribuem para uma melhoria na distribuição dos artigos no armazém.

O mercado onde a empresa se insere caracteriza-se por procura independente, determinada pelos mecanismos de mercado, sendo fundamental para efetuar uma análise ABC possuir o histórico de consumos, caso contrário a base do estudo poderia ter que passar por uma previsão de vendas com vista à definição de quais os artigos mais estratégicos, separando os artigos com mais rotação, dos que são apenas complementares, portanto de menor significado.

A análise ABC baseia-se na regra 80/20 criada por um sociólogo e economista italiano de nome Wilfredo Pareto (Silva, n.d.) e permite subdividir os artigos em três ou mais classes tendo em conta a importância estratégica de cada grupo para a empresa. Os fatores de avaliação utilizados podem ser a procura, o valor de facturação ou a margem que geram. Os artigos do tipo “A” serão então os mais importantes, pelo que o nível de serviço destes deve ser mantido num patamar elevado, caso contrário aportaria graves consequências à empresa.

A metodologia de análise ABC consiste na divisão dos artigos em três ou mais categorias, sendo a categoria “A” normalmente formada por um número reduzido de artigos que proporciona a maior parte da quantidade total de unidades vendidas. Em posição oposta, os artigos da categoria “C” são constituídos por um grupo muito numeroso de artigos que se vendem em menor quantidade.

Através do histórico de vendas e do método ABC é possível relocalizar os artigos, de forma a que os artigos com mais rotação fiquem mais próximos da entrada/saída e os de menor rotação mais afastados.

Através deste método classificam-se os artigos por ordem decrescente da respetiva percentagem das quantidades vendidas ou da frequência de vendas, o que permite clarificar quais os artigos que por um lado mais contribuem para o movimento de armazém (A), por outro lado, os que menos contribuem para o mesmo efeito (C) e os que se situam entre os dois (B).

Partindo do princípio de Pareto, efectuou-se uma classificação ABC dos artigos com movimento, armazenados nas zonas 1, 2 e 3, cuja frequência de venda nos últimos 12 meses foi diferente de zero. A aplicação deste método ao armazém em estudo produziu os resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Metodologia ABC - 3 categorias

Tipo	n.º artigos	% artigos	% saídas
A	2.157	43%	80%
B	1.996	39%	15%
C	911	18%	5%

Esta análise contemplou um total de 5.062 referências, verificando-se que 2.157 artigos representaram 80% das saídas de Janeiro a Dezembro de 2013 e 4.153 artigos em 5.062 representaram 95% das saídas no mesmo período. Optou-se por esta classificação ABC porque se considerou ser a mais adequada à realidade da empresa. Na prática verificou-se que existiam 950 artigos do tipo “A” que se encontravam fora da zona 1, pelo que se procedeu a relocalização dos mesmos para posições mais próximas da expedição.

Com base na análise ABC e utilizando o modelo retilíneo (Lopes, 2013) procedeu-se ao cálculo das poupanças potenciais resultantes de uma eventual mudança de posição dos artigos classe A para novas localizações mais perto do ponto de expedição.

O modelo retilíneo, tem por base a seguinte expressão matemática:

$$\text{Min} \sum_{j=1}^m V_j |x_j - a| + |y_j - b| \quad (1)$$

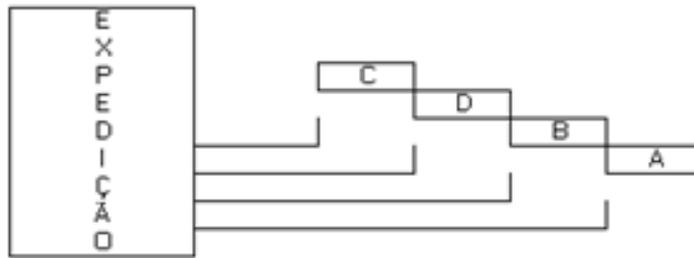
Considerou-se o fluxo de mercadorias V_j , como sendo a frequência de vendas anual.

Partindo de uma situação inicial, constituída pela expedição e por quatro localizações, designadas por A, B, C e D, usou-se o sistema de coordenadas x e y e as correspondentes fórmulas do MS-Excel para automatizar o cálculo das distâncias entre a referida expedição e os diversos pontos onde se iria efetuar uma possível recolha.

Cada deslocação do colaborador significa o percurso efetuado desde a expedição até à posição onde se encontra o produto e o regresso à zona de expedição, o que deu origem à matriz de deslocações, na Figura 25.

Tendo em conta os dados do problema, o resultado obtido foi de 2,1 Km.

Situação Inicial



	x	y	FREQ VND ULTMO S 12M
A	7	9	200
B	6	8	10
C	4	6	5
D	5	7	2

Expedição	2	4
-----------	---	---

Deslocações	A	B	C	D
Expedição	200	10	5	2

n.º de
(2n) ida e volta = 434

Distâncias	A	B	C	D
Expedição	10	8	4	6

Distancia total percorrida = 2000 80 20 12 = 2.112 m

Figura 25 - Situação inicial

Após o rearranjo das posições dos produtos no armazém, tendo em conta a frequência de vendas, foi criada, nos mesmos moldes que a anterior, uma nova folha de cálculo a que se chamou Reorganização ABC.

Reorganização ABC

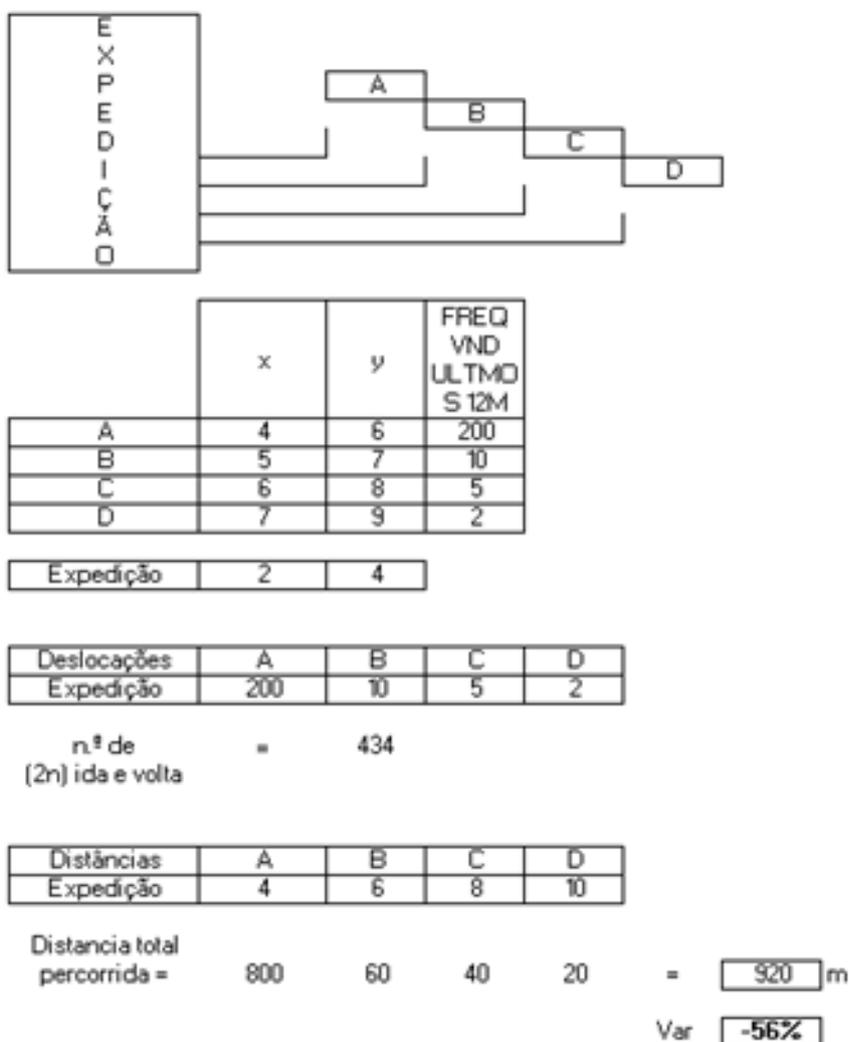


Figura 26 - Reorganização ABC

Reorganizando os produtos, dispendo-os no armazém por ordem de frequência de venda, verifica-se, perante este modelo, que a distância total percorrida se reduz para menos de 1 Km, o que representa uma poupança superior a 50% no percurso efetuado.

Este estudo refletiu-se de forma visível na atividade operacional, pelo que se procedeu à mudança das 250 referências detetadas com sendo produtos da classe A, para localizações vazias, que se encontravam mais próximas da expedição. Este procedimento foi tomado como padrão de futuro para o armazém em estudo e alargado aos outros armazéns da empresa que possuam dimensões que justifiquem tal reorganização. Complementarmente, procurou-se armazenar os artigos com maior rotação a meia altura de forma a facilitar a recolha, contagem e arrumação.

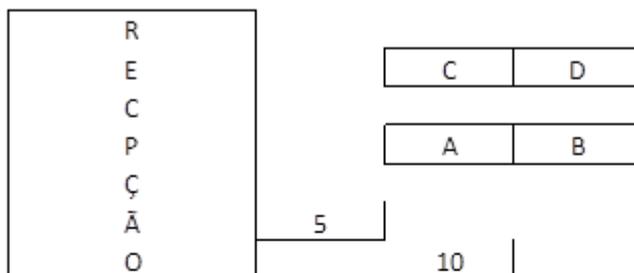
Com uma frequência regular o camião com a encomenda de reposição de *stock* chega às instalações da empresa todas as segundas-feiras, sendo descarregado de imediato. As receções são previamente preparadas e encontram-se disponíveis no ERP, por número de caixa. O colaborador da recepção transporta a caixa da entrada do armazém para a zona de receção, procede à verificação de cada artigo, mediante a referência e quantidade, contra o documento da recepção e, estando tudo correcto, coloca o produto em *stock*. Este procedimento arrastava-se por vários dias, obrigando mesmo por vezes à realização de horas extras. No seguimento da reorganização efectuada, foi notório o ganho em produtividade na arrumação dos materiais de encomendas para *stock*. O que no passado, demorava praticamente uma semana, passou a ser executado em cerca de 2 dias de trabalho.

4.4. ARRUMAÇÃO EM *BATCH* VS DISCRETA

Com base nos resultados positivos obtidos na secção anterior, foi efectuada uma comparação semelhante entre o método de arrumação produto a produto e em *batch*.

Assim usando uma folha de cálculo semelhante às anteriores, considerando na mesma quatro localizações, que se convencionou distarem 5 e 10 metros lineares da zona de receção, procedeu-se ao cálculo da distância percorrida na arrumação produto a produto, ou discreta.

**Arrumação
produto a produto**



Deslocações	A	B	C	D
Recepção	2	2	2	2

n.º de deslocações = 2 x 4 = 8
(2n) ida e volta produtos

Distâncias	A	B	C	D
Recepção	5	10	5	10

Distancia total
percorrida = m

Figura 27 - Arrumação discreta

A distância total resultante do cálculo foi de 60 metros.

Para o cálculo teórico da distância percorrida numa arrumação em *batch*, foram criadas duas matrizes quadradas, uma para as deslocações, outra para as distâncias entre pontos.

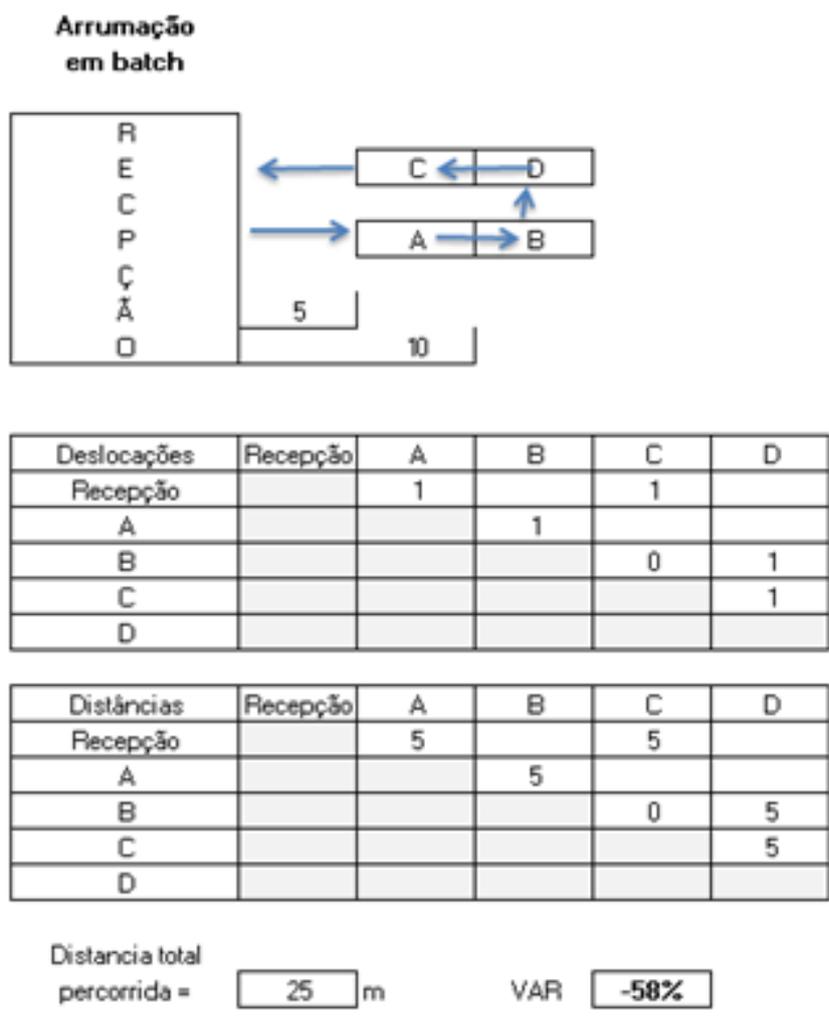


Figura 28 - Arrumação em *batch*

A distância total resultante do cálculo foi de 25 metros, o que evidencia uma poupança próxima dos 60%, no caminho percorrido.

As conclusões obtidas para a arrumação, levaram a ponderar alterar outros procedimentos, nomeadamente a recolha, estudando a eventual passagem de recolha discreta para recolha em *batch*, particularmente no caso de recolhas para encomendas não-urgentes.

4.5. RECOLHA DISCRETA VS *SORT-WHILE-PICKING*

Na sequência dos resultados obtidos na secção anterior, procedeu-se à recolha dos dados de um mês de *picking*, durante um período alargado mais precisamente o mês de Maio 2014. Com os dados obtidos construiu-se o gráfico do anexo B, que mostra quantas vezes por dia cada referência foi recolhida. Os dados englobam todas as referências recolhidas durante o período em estudo.

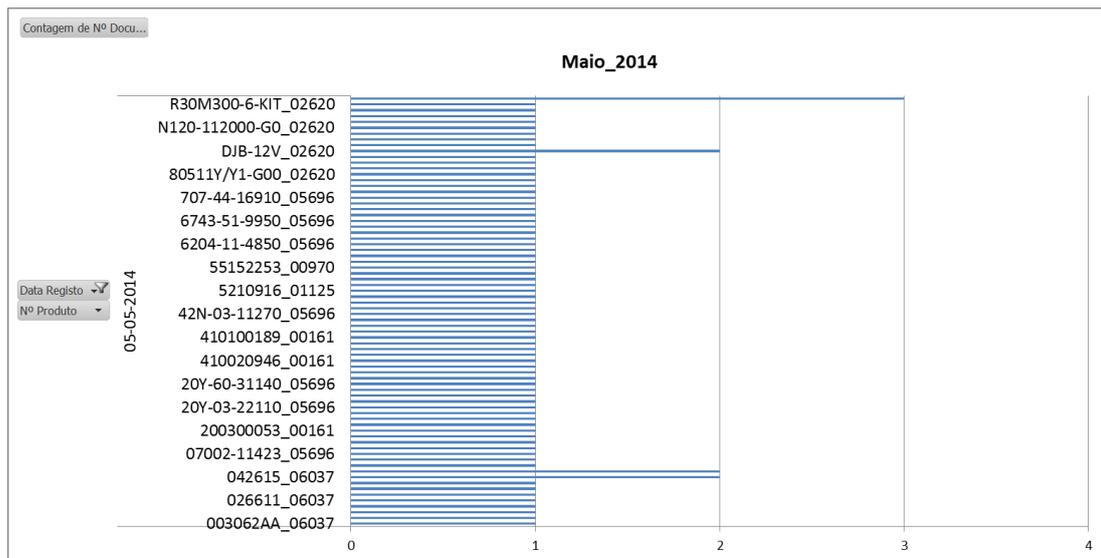


Gráfico 7 - Referências recolhidas em 5 de Maio 2014

Pelo panorama apresentado no gráfico 7, bem como o do gráfico no anexo B, no qual se detalha todos os produtos recolhidos durante o mês de Maio de 2014, verifica-se a existência de uma muito reduzida repetibilidade média (5%) das referências recolhidas durante o período em estudo, pelo que se colocou a hipótese de consolidar algumas das recolhas, passando a realizar *picking* por *batch* em alternativa ao *picking* discreto. Esta alteração poderia contribuir para o aumento da eficiência da recolha no armazém, visto que o *picking* por *batch* traduz-se no agrupamento de várias encomendas na mesma rota de *picking*, obrigando a uma posterior separação dos artigos recolhidos para cada uma das encomendas, operação nem sempre isenta de erros. Importa também referir que este tipo de recolha pode provocar trocas de peças entre encomendas, prejudicando a qualidade do serviço.

Na tabela 12, apresenta-se as recolhas efetuadas durante o mês de Maio de 2014, em que se verifica não existir uma elevada repetibilidade das referências recolhidas em cada dia de recolha.

Tabela 12 - Recolhas diárias em Maio 2014

Data	Contagem de Nº Documento	Contagem refas duplicadas	Incidencia diária
02-05-2014	33	0	0%
05-05-2014	79	4	5%
06-05-2014	90	5	6%
07-05-2014	101	5	5%
08-05-2014	263	35	13%
09-05-2014	104	5	5%
12-05-2014	86	1	1%
13-05-2014	94	8	9%
14-05-2014	117	5	4%
15-05-2014	138	5	4%
16-05-2014	98	2	2%
19-05-2014	81	3	4%
20-05-2014	86	1	1%
21-05-2014	78	5	6%
22-05-2014	84	3	4%
23-05-2014	38	2	5%
26-05-2014	136	8	6%
27-05-2014	87	2	2%
28-05-2014	56	5	9%
29-05-2014	56	4	7%
30-05-2014	89	4	4%

Ao verificar que a frequência das referências recolhidas, comuns a cada encomenda de clientes é muito baixa e tendo por base os ganhos obtidos na arrumação, levou a ponderar alterar o método de recolha de discreta para *sort-while-picking*.

Além de depender do *layout*, da disposição dos produtos e estantes, dos equipamentos disponíveis, o desempenho da recolha é afetado pelo método de recolha, pelo se entendeu oportuno proceder ao estudo das consequências de uma eventual alteração no método de recolha. Para tal, foram criados três modelos em MS-Excel que permitissem estabelecer uma comparação entre o percurso efetuado na recolha discreta e na recolha em *batch* em conjunto com *sort-while-picking*.

Começando pela recolha discreta, partiu-se das quatro localizações já empregues para outros modelos, criando um sistema de coordenadas para calcular as distâncias das posições de *stock* até à zona de expedição. Construiu-se um modelo formado por uma matriz para as encomendas, em que o produto A será, recolhido 10 vezes, o produto B 20 vezes, o produto C 5 vezes e o produto D 10 vezes.

Importa referir que estes dados não resultam da prática, limitam-se apenas a servir de suporte aos cálculos. As designações A, B, C e D agora empregues para os produtos, não

tem a ver diretamente com o método ABC, são somente uma opção de referenciação dos produtos.

Considerando que se iria fazer a recolha discreta dos produtos, pelo que se forçou a capacidade do carrinho para uma unidade. Isto significa que o operador iria efetuar a recolha encomenda a encomenda.

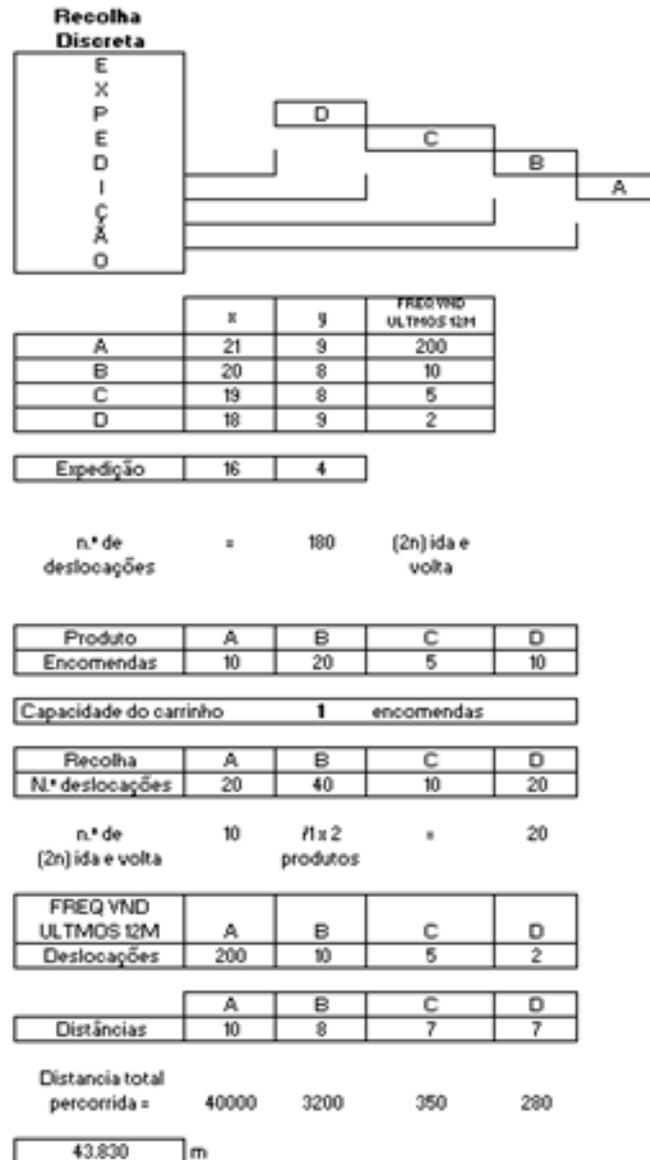
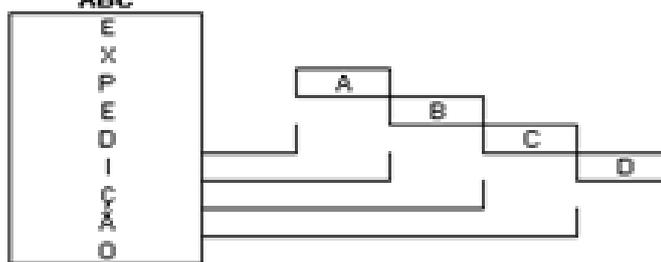


Figura 29 - Recolha discreta

O modelo devolveu um percurso total de aproximadamente 44 Km. Testou-se seguidamente a conjugação da recolha discreta com a reorganização ABC.

Reorganização ABC



	x	y	FREQ VND ULTMOS 12M
A	18	6	200
B	19	7	10
C	20	8	5
D	21	9	2

Expedição	16	4
-----------	----	---

n.º de deslocações = 180 (2n) ida e volta

Produto	A	B	C	D
Encomendas	10	20	5	10

Capacidade do carrinho 1 encomendas

Recolha	A	B	C	D
N.º deslocações	20	40	10	20

n.º de (2n) ida e volta = 20
n x 2 produto

FREQ VND ULTMOS 12M	A	B	C	D
Expedição	200	10	5	2

Distâncias	A	B	C	D
Expedição	4	6	8	10

Distancia total percorrida = 16000 2400 400 400

19.200 m Var -56%

Figura 30 - Reorganização ABC

Os resultados do cálculo mostram um percurso total de cerca de 19 Km, o que representa uma diminuição superior a 56%.

De seguida foi efetuada uma simulação, em que se usou a recolha híbrida, tendo sido convencionando que o carrinho permitiria realizar a recolha de várias encomendas em simultâneo, pelo que se alterou a capacidade do carrinho para 8.

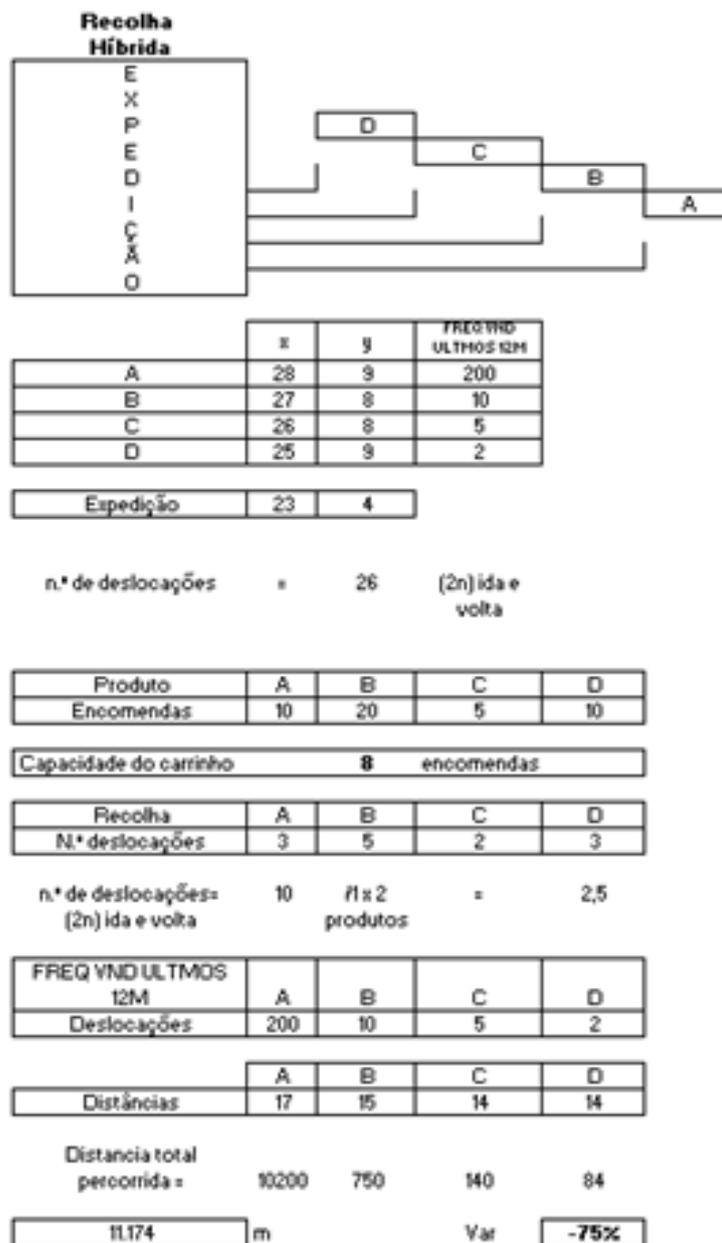


Figura 31 - Recolha Híbrida

Os resultados obtidos apontam para um percurso total de aproximadamente 11 Km, o que representa uma diminuição superior a 75%, em relação à situação inicial.

Por último, na recolha híbrida conjugada com a reorganização por classes ABC, manteve-se a possibilidade de efetuar a recolha de 8 encomendas em simultâneo e reorganizou-se a colocação dos produtos em armazém de modo a corresponder à classificação ABC.

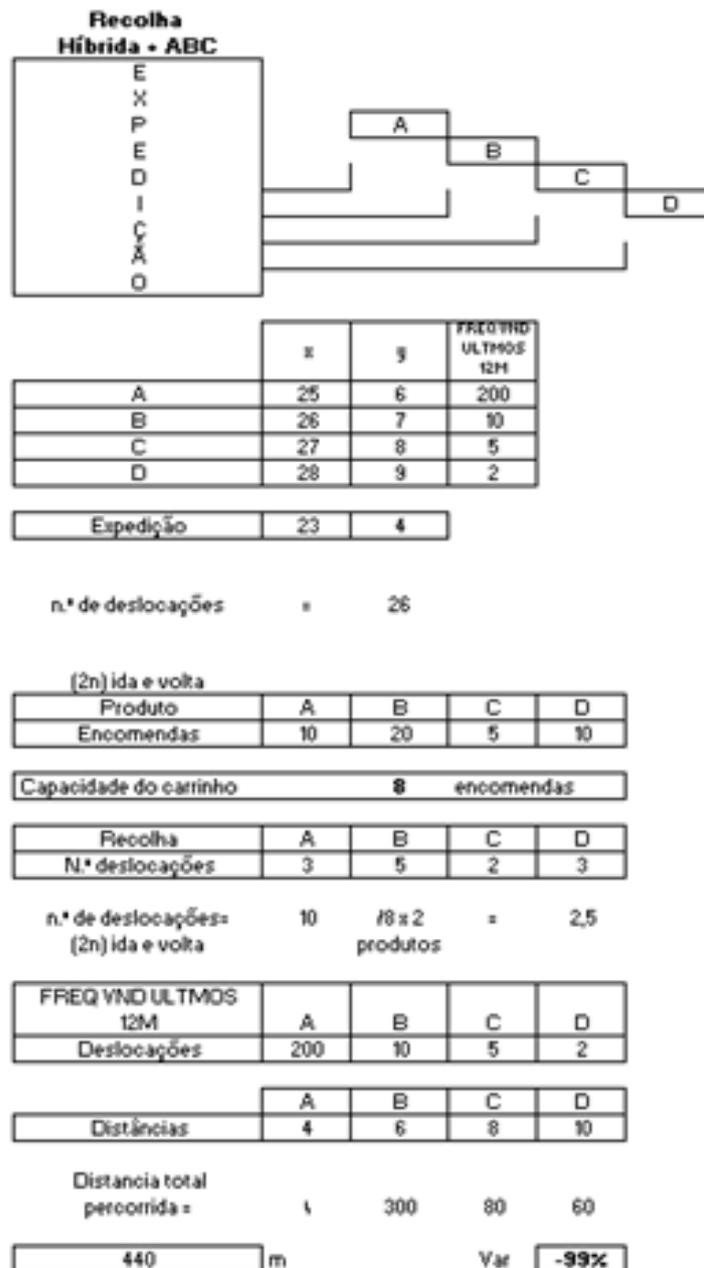


Figura 32 - Recolha Híbrida conjugada com ABC

Os resultados desta solução mostram um percurso total de cerca de 440 m, o que representa uma diminuição próxima dos 99%. Por esse motivo, procedeu-se à mudança do processo de *picking* das encomendas menos urgentes.

Funcionalmente, o carrinho de *picking* fica no corredor, o colaborador desloca-se à posição, efetua a recolha e ao colocar os produtos no carrinho procede à subdivisão dos mesmos nas 8 encomendas. Não se considerou ir além da recolha de 8 encomendas em

simultâneo, porque se por um lado se previne o erro que poderia surgir ao tratar demasiadas encomendas em simultâneo, por outro, estamos limitados pela capacidade e dimensões do carrinho, que por sua vez estão constringidas pela dimensão dos corredores do armazém.

Dentro das condicionantes, foi possível estabelecer dois períodos de *picking*, um circuito de recolha de manhã pelas 11h30 e outro de tarde pelas 15h30, tendo o cuidado de interromper a recolha em *batch* sempre que houvesse necessidade de dar prioridade a recolhas urgentes.

Para que o acima exposto se verifique importa que a capacidade do carrinho seja suficiente para suportar o transporte de várias encomendas em simultâneo, pelo que foi concebido e adquirido um carrinho de *picking* com dimensões adaptadas ao sinuoso traçado do armazém.



Figura 33 - Novo carrinho de recolha

O carrinho de recolha encontra-se equipado com uma impressora de etiquetas sem fios, que permite a impressão das etiquetas de produto, das posições de armazém e das folhas de *picking*, onde constam, entre outras informações, o número e nome do cliente, o nome do

caixeiro, o número da encomenda e as referências e quantidades dos produtos e respectivas localizações.

4.6. OTIMIZAÇÃO DAS ROTAS DE *PICKING*

Tendo como objetivo encontrar uma solução de melhoria para minimizar a distância percorrida durante a recolha de produtos, que aponta para mais de 2,5 Km, procurou-se encontrar um modelo adaptado à realidade do armazém objeto de estudo.

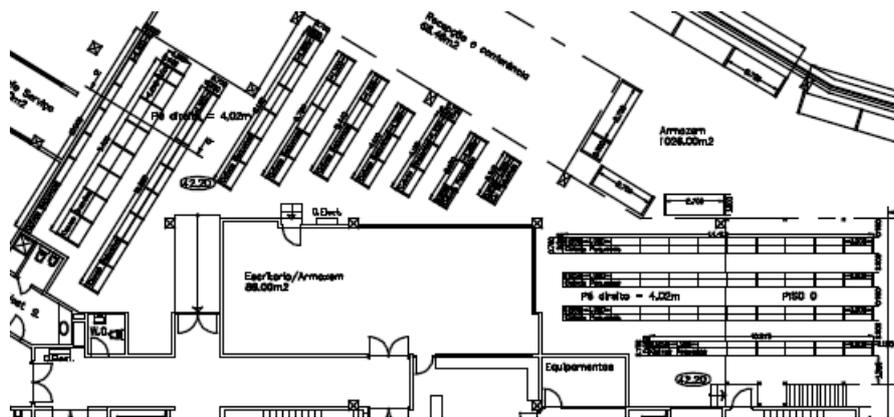


Figura 34 - Disposição das estantes

As rotas de picking são problemas do caixeiro-viajante (TSP) que consiste na procura do menor percurso que um caixeiro-viajante terá que percorrer para visitar um certo número de cidades, uma única vez e regressar ao seu ponto de partida.

Para avaliar a qualidade do método atual de definição de rotas de picking, foi desenvolvido um estudo de comparação com a solução ótima do problema TSP. Este estudo foi planeado da seguinte forma:

- 1- Criação de um conjunto de problemas de teste para avaliar o desempenho dos métodos de definição das rotas de picking;
- 2- Cálculo das distâncias percorridas com o método atual;
- 3- Cálculo da solução exata do TSP com base no *software open-source* “Volgenan”;
- 4- Comparação dos resultados obtidos e conclusões.

Importa referir que se considera um problema TSP como simétrico, quando se verifica que o custo da deslocação de uma localização de *stock* “*i*” para uma localização “*j*”, tem o mesmo custo que o percurso inverso.

4.6.1. PROBLEMAS DE TESTE

Neste estudo foram usados os mesmos problemas de teste já referidos na secção 4.1, do capítulo 4, que consistiam essencialmente em 10 listas de recolha geradas aleatoriamente com 50 linhas de artigos cada. Importa referir que a quantidade de cada produto a recolher não constitui um dado importante para o estudo, visto que este incide na minimização das distâncias percorridas durante a rota de *picking*.

Para a medição das distâncias percorridas do tempo despendido optou-se por usar um conta-passos, contudo durante as medições constatou-se que este equipamento não era fiável, visto depender do operador que o usava. Repetiram-se alguns dos percursos, anotando os valores devolvidos pelo conta-passos, mantendo o operador tendo-se verificado que o conta-passos apresentava medições diferentes. Perante esta constatação procurou-se encontrar o método mais rigoroso de medição das distâncias entre posições de *stock*. Foram estudadas várias hipóteses de solução, que passaram pela hipótese de medir o armazém todo manualmente, hipótese descartada quase de imediato por se revelar uma tarefa hercúlea. Tentou-se também encontrar uma solução através da abordagem dos modelos euclidiano e retilíneo, que se vieram a revelar inadequadas para este armazém. Para além disto, a pesquisa bibliográfica efectuada nesta área do conhecimento não apresentou resultados que conduzissem à resolução do problema, pelo que se impôs a necessidade de encontrar um método algébrico de cálculo das distâncias entre pares de localizações do armazém.

4.6.2. MÉTODO DE GRAFOS PARA O CÁLCULO DA MATRIZ DE DISTÂNCIAS DE UM ARMAZÉM

O método desenvolvido e que de seguida se detalha, permite calcular das distâncias entre pares de localizações em armazéns com qualquer configuração de *layout* e dimensão. Tem como base a teoria dos grafos e a aplicação do algoritmo de Floyd-Warshall.

Dado que a dimensão da seção do armazém em estudo é bastante significativa, optou-se por subdividir o problema em três outros problemas de menor dimensão, tendo para isso

utilizado as mesmas três zonas em que o armazém se encontra dividido. Iniciou-se deste modo a procura de um modelo de resolução para o problema da medição das distâncias entre localizações, pela zona de menor área, a zona 3.

A solução encontrada passou pelo emprego de um grafo, que tem em conta a proximidade entre localizações de *stock*.

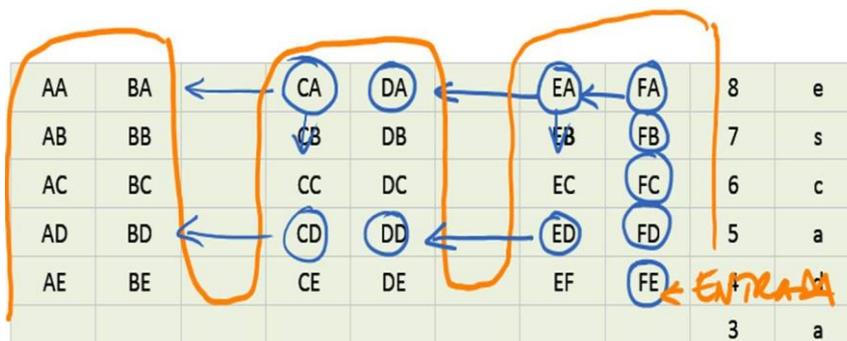


Figura 35 - Criação do grafo da zona 3

Seguidamente introduziram-se as distâncias entre as localizações adjacentes, tendo em conta que a largura das estantes é de 1,3 metros e a distância percorrida entre cada duas localizações mais próximas dos extremos é de 4 metros.

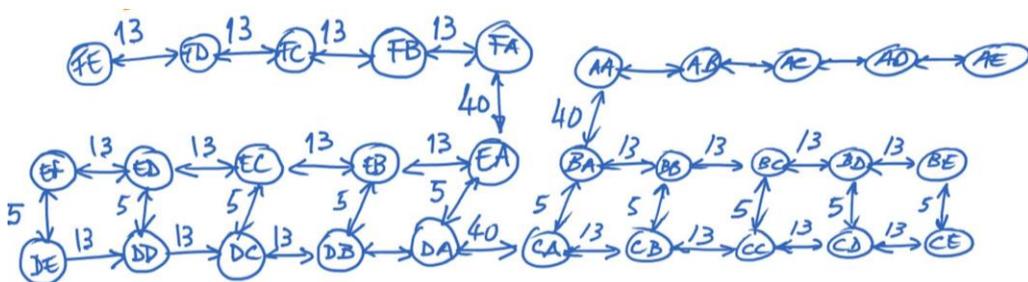


Figura 36 - Grafo inicial zona 3

Para simplificar, as medidas são números inteiros e estão representadas em decímetros [dm].

Transcreveu-se para uma folha de MS-Excel a implementação das estantes com a respectiva codificação simplificada, usando os 3 primeiros caracteres, que indicam a zona, o corredor e a estante, e colocaram-se as medidas das prateleiras e dos corredores.

A codificação das posições de *stock* foi simplificada para 3 dígitos, em substituição do código de 5 dígitos, já detalhado anteriormente. O motivo desta simplificação prende-se

com o facto de os 3 primeiros dígitos do código definirem inequivocamente a vertical da estante onde se encontram os artigos, sendo suficiente para o cálculo da distância entre posições no percurso a efetuar.



Figura 37 - Zona 3 (mezzanine)

Seguidamente, estendeu-se este mapeamento às duas outras zonas do armazém, nomeadamente 1 e 2, indicando os respectivos pontos de ligação entre estas e a zona 3 e as respectivas distâncias.

A ligação entre as zonas 2 e 3 é feita através das localizações 2HE e 3FE.

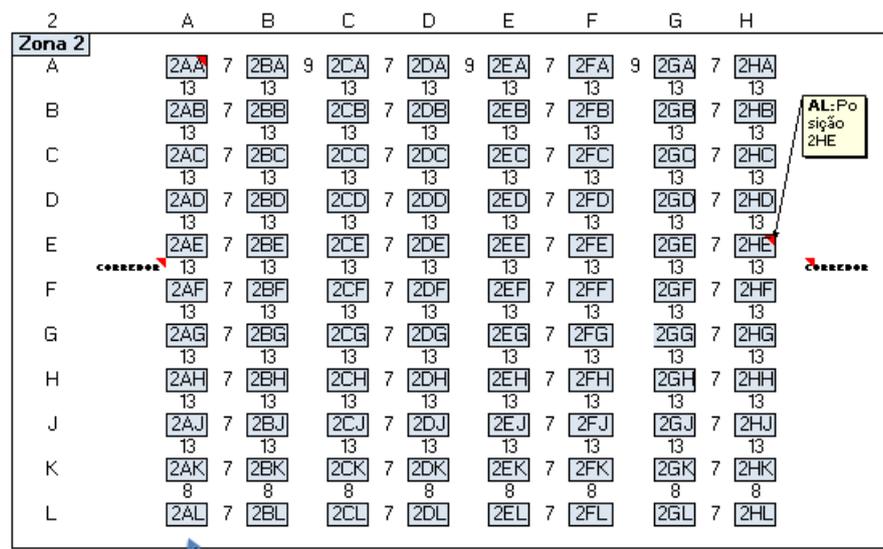


Figura 38 - Zona 2

Entre a zona 2 e a 1 a ligação é efetuada pelas posições 2AL e 1AB.

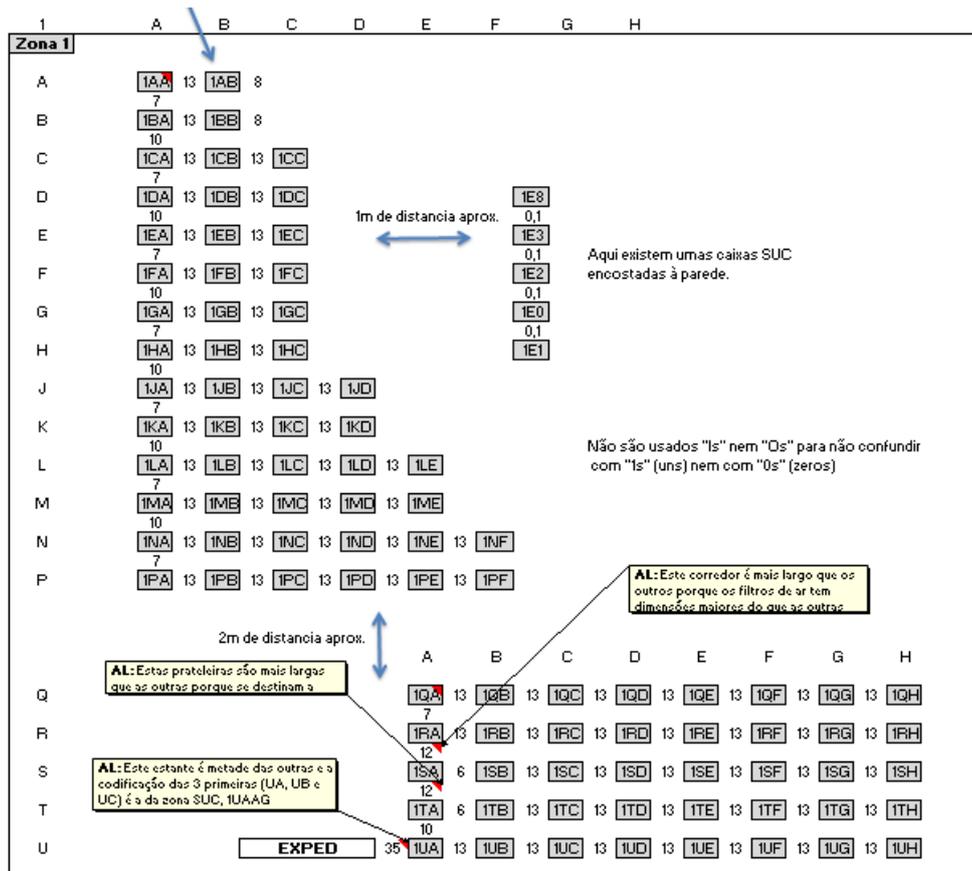


Figura 39 - Zona 1

Seguidamente criaram-se grafos das localizações do armazém, onde cada vértice representa uma localização e os arcos, ligam os vértices adjacentes.

A distância entre cada par de localizações foi lida no Excel de implementação de cada zona e transcrita para o grafo respetivo. O grafo criado para cada uma das zonas foi posteriormente concatenado num grafo geral, representativo das 3 zonas e respetivas ligações, já referidas no texto.

A macro em VBA, gerou uma matriz, que se designou por matriz geral de custos e que se caracterizava por apresentar 212 linhas e 212 colunas.

Tabela 14 – Excerto da matriz geral de custos

	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
187	0	83	98	113	128	143	88	103	118	133	148	111	126	141	156	171	116	131	146	161	176	139	154	169	184	199
188	83	0	15	30	45	60	5	20	35	50	65	28	43	58	73	88	33	48	63	78	93	56	71	86	101	116
189	98	15	0	15	30	45	20	5	20	35	50	43	58	73	88	103	48	63	78	93	108	71	86	101	116	131
190	113	30	15	0	15	30	35	20	5	20	35	58	73	88	103	118	63	78	93	108	123	86	101	116	131	146
191	128	45	30	15	0	15	50	35	20	5	20	73	88	103	118	133	78	93	108	123	138	101	116	131	146	161
192	143	60	45	30	15	0	65	50	35	20	5	88	103	118	133	148	93	108	123	138	153	116	131	146	161	176
193	88	5	20	35	50	65	0	15	30	45	60	23	38	53	68	83	28	43	58	73	88	51	66	81	96	111
194	103	20	5	20	35	50	15	0	15	30	45	38	53	68	83	98	43	58	73	88	103	66	81	96	111	126
195	118	35	20	5	20	35	30	15	0	15	30	53	68	83	98	113	58	73	88	103	118	81	96	111	126	141
196	133	50	35	20	5	20	45	30	15	0	15	68	83	98	113	128	73	88	103	118	133	96	111	126	141	156
197	148	65	50	35	20	5	60	45	30	15	0	83	98	113	128	143	88	103	118	133	148	111	126	141	156	171
198	111	28	43	58	73	88	23	38	53	68	83	0	15	30	45	60	5	20	35	50	65	28	43	58	73	88
199	126	43	58	73	88	103	38	53	68	83	98	15	0	15	30	45	20	5	20	35	50	43	58	73	88	103
200	141	58	73	88	103	118	53	68	83	98	113	30	15	0	15	30	35	20	5	20	35	58	73	88	103	118
201	156	73	88	103	118	133	68	83	98	113	128	45	30	15	0	15	50	35	20	5	20	73	88	103	118	133
202	171	88	103	118	133	148	83	98	113	128	143	60	45	30	15	0	65	50	35	20	5	88	103	118	133	148
203	116	33	48	63	78	93	28	43	58	73	88	5	20	35	50	65	0	15	30	45	60	23	38	53	68	83
204	131	48	63	78	93	108	43	58	73	88	103	20	5	20	35	50	15	0	15	30	45	38	53	68	83	98
205	146	63	78	93	108	123	58	73	88	103	118	35	20	5	20	35	30	15	0	15	30	53	68	83	98	113
206	161	78	93	108	123	138	73	88	103	118	133	50	35	20	5	20	45	30	15	0	15	68	83	98	113	128
207	176	93	108	123	138	153	88	103	118	133	148	65	50	35	20	5	60	45	30	15	0	83	98	113	128	143
208	139	56	71	86	101	116	51	66	81	96	111	28	43	58	73	88	23	38	53	68	83	0	15	30	45	60
209	154	71	86	101	116	131	66	81	96	111	126	43	58	73	88	103	38	53	68	83	98	15	0	15	30	45
210	169	86	101	116	131	146	81	96	111	126	141	58	73	88	103	118	53	68	83	98	113	30	15	0	15	30
211	184	101	116	131	146	161	96	111	126	141	156	73	88	103	118	133	68	83	98	113	128	45	30	15	0	15
212	199	116	131	146	161	176	111	126	141	156	171	88	103	118	133	148	83	98	113	128	143	60	45	30	15	0

A folha de cálculo em MS-Excel, foi construída de modo a que a leitura dos valores da matriz geral de custos fosse feita de forma automática para cada um dos problemas de teste. A título de exemplo a tabela 15 apresenta alguns dos dados do problema 9.

Tabela 15 – Excerto da matriz do problema 9

9=	EXP	3FE	3EA	3DD	3CB	3CA	3BC	2HE	2HD	2GD	2FH	2EJ	2EB	2DH	2DE	2DD	2DC	1SH	1SG	1RA	1PB	1NE	1NB	1NA	1MC	1KD	1KC	1GB	1GA	1EC	1EB	1EA	1E	EXP				
EXP	94																																		0			
3FE	212	543																																		543		
3EA	203		83																																	83		
3DD	201			50																																50		
3CB	194				83																															83		
3CA	193					15																														15		
3BC	190						35																													35		
2HE	176							169																												169		
2HD	175								15																											15		
2GD	164									113																										113		
2FH	157										65																									65		
2EJ	147											98																								98		
2EB	140												105																							105		
2DH	135													95																						95		
2DE	132														45																					45		
2DD	131															15																				15		
2DC	130																15																			15		
2DB	129																	15																		15		
1SG	85																		15																	15		
1RA	54																			15																15		
1PB	28																				35															35		
1NE	49																					102														102		
1NB	27																						57													57		
1NA	13																							45												45		
1MC	38																								15											15		
1KD	42																									35										35		
1KC	36																										72									72		
1GB	21																											15								15		
1GA	7																												34						34			
1EC	31																													15						15		
1EB	19																																			15		
1EA	5																																			15		
1E	93																																			50		
EXP	94																																			301		
		contapassos															270	m		total matriz															360	m		3597

Este procedimento permitiu calcular, para cada um dos problemas de teste, a distância total percorrida.

4.6.3. DESEMPENHO DO MÉTODO ATUAL

O método atual de sequenciação da rota de picking, em que era seguida a ordenação alfanumérica das posições de stock, obrigava o operador a realizar percursos longos e ineficientes, com idas e regressos a posições onde já tinha recolhido produtos. Para obstar a esta situação, o operador desviava-se frequentemente da rota sugerida, construindo, à medida que se deslocava de uma localização para outra e por sua iniciativa, uma rota própria, que se lhe afigurava mais lógica do que o sistema lhe apresentava. Existia assim uma falta de confiança do operador no sistema de gestão, portanto uma franca oportunidade de melhoria.

A solução ideal seria concretizar a migração para uma solução ótima através da implementação do TSP, contudo esta alteração acarreta algum investimento tecnológico não oportuno no tempo presente, dado o recente *upgrade* efectuado ao ERP, pelo que se estabeleceu um passo intermédio, conseguido através do desenvolvimento de uma heurística que consistiu na atribuição de pesos às localizações de *stock*, e respectiva sequenciação das linhas de recolha nas listas de *picking*, método já devidamente detalhado no início do capítulo 4.

4.6.4. ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

A adaptação do ERP à heurística desenvolvida, em conjunto com as alterações ao *layout* importou em 1.460 Euro.

Tabela 17 - Análise custo beneficio

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Margem Bruta	840.000	856.800	882.504	917.804	963.694
* Vendas secção	2.800.000	2.856.000	2.941.680	3.059.347	3.212.315
* Margem	1.960.000	1.999.200	2.059.176	2.141.543	2.248.620
Custos	137.776	129.616	132.211	134.861	137.567
* Formação	500				
* Sistemas de Informação	538				
* Material	100				
* Mão-de-obra	323				
* Custos d Pessoal	136.315	129.616	132.211	134.861	137.567
** Remuneração Fixa	135.135	128.205	130.769	133.384	136.052
** Diversos	900	1.125	1.148	1.170	1.194
** Rem. Variável	280	286	294	306	321
Resultado Anual	702.224 	727.184 	750.293 	782.943 	826.127

Com a redução de meio colaborador obteve-se uma poupança de 6.700 Euro por ano. O *payback* do investimento realizado foi alcançado ao fim de 2 meses.

4.6.5. TSP1

O programa TSP1, da autoria de T. Volgenant e W. B. van den Hout, permite resolver problemas até 250 localizações, número mais que suficiente para o caso em estudo, visto que este no máximo, considera 50 localizações. A maior matriz de dados dos problemas de teste continha cerca de 2.100 dados, mais precisamente a matriz do problema 3, contudo foi no problema 6 que se verificou o maior número de iterações (3.628.881), o tempo de cálculo mais longo foi observado no problema 9, cerca de 45 minutos para 3.187.243 iterações. A máquina usada foi um IBM ThinkPad lenovo, modelo R61, com processador de 32 bit.

Os dados de entrada do programa TSP, podem ser introduzidos sob a forma de coordenadas x, y ou então matrizes de custos. A opção foi tomada por esta última, dado ser a forma que melhor se aproximava do problema real. Como a matriz é simétrica, o TSP apenas necessita da metade inferior da matriz de custos.

Os resultados são apresentados também sob a forma de ficheiro texto, no qual o *software* TSP devolve o percurso ótimo e a sequência da rota a percorrer.

Submetendo cada um dos problemas no TSP, foi obtido o total do percurso, pelo método exacto.

```

TSP Version 1.2          1-11-2014  16:34
Institute of Actuarial Science & Econometrics      (c)1990
University of Amsterdam      Department of Operations Research

Coprocessor not utilized
Input      :  9N45.1
Category   :  2
Size       :  45
Number     :  1

Optimal Tour : 263

1- 28- 32- 34- 36- 35- 37- 33- 38- 41- 40- 42- 24- 11- 10- 9- 5- 7- 6-
4- 3- 2- 8- 12- 14- 15- 16- 17- 18- 13- 19- 23- 22- 21- 20- 45- 44- 43-
39- 31- 30- 29- 25- 26- 27- 1

```

Figura 42 - Resultado do TSP problema 9

Para cada problema de teste calculou-se através do *software* TSP o percurso e a respectiva sequência ou rota ótima.

4.6.6. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Após ter corrido cada um dos 10 problemas de teste no *software* TSP, e tendo como base a mesma matriz de custos, construiu-se uma tabela comparativa que deu origem ao seguinte gráfico.

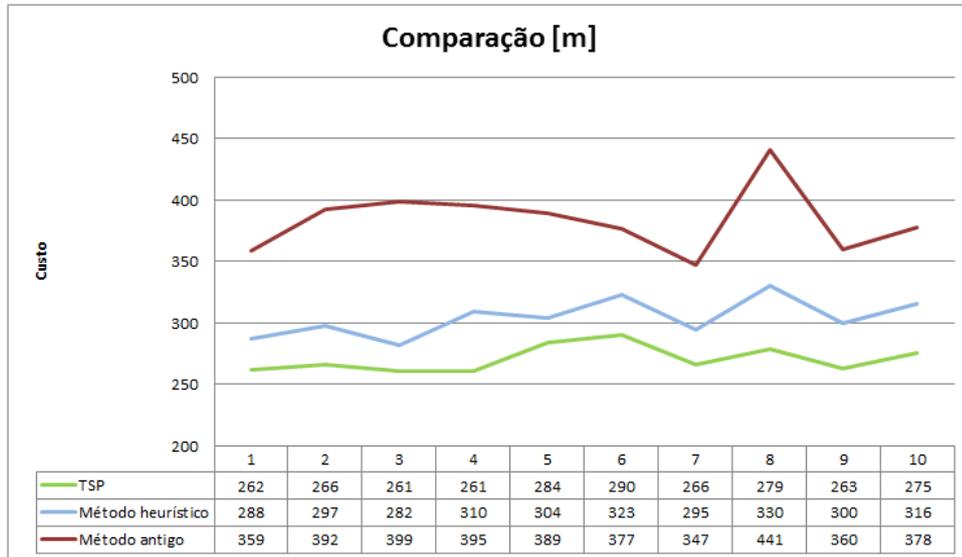


Gráfico 8 - Comparação de custos entre métodos

Pela interpretação do gráfico anterior, comparando o método antigo e o heurístico, verifica-se uma redução de 792 metro no percurso efetuado durante a recolha de 10 encomendas de 50 linhas cada, o que se traduz numa poupança total de 21% no caminho percorrido.

Tendo em conta que, em termos médios, no armazém em estudo se efetuam 350 linhas de recolhas por dia, obtemos uma poupança de 550 metro por dia usando a heurística, o que se traduz em cerca de uma hora e meia do tempo de trabalho, ou seja, cerca de 45 dias de (não-)trabalho ao fim de um período de um ano.

Geral									
Nº	T-REC140109378	ID Utiliz. Atribuído.	ARTUR_MARQU...						
Cód. Localização	1	Data Atribuição	20-10-14						
Filtro Separação	<input type="checkbox"/>	Hora Atribuição	11:47:47						
Prioridade	7	<input type="checkbox"/> Não efectuar Picking	Método Ordenação	Classificação P...					

Nº Origem	Nº Produto	Descrição	Cód. Zona	Cód. Posição	Quantidade	Qtd. a Processar	Qtd. moviment...	Qtd. Pendente
EVP140101703	07000-11007_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	4	0	0	4
EVP140101703	700-61-49160_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	1	0	0	1
EVP140101703	723-63-31850_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	1	0	0	1
EVP140101703	07000-12030_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	1	0	0	1
EVP140101703	700-93-11320_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	1	0	0	1
EVP140101703	702-21-55450_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	1	0	0	1
EVP140101703	07002-13634_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	2	0	0	2
EVP140101703	07002-11423_05696	VEDANTE	EXPED	EXPED	2	0	0	2
EVP140101703	07000-11007_05696	VEDANTE	PICK	2FC52	4	0	0	4
EVP140101703	700-61-49160_05696	VEDANTE	PICK	24C4/41	1	0	0	1
EVP140101703	723-63-31850_05696	VEDANTE	PICK	24B4/43	1	0	0	1
EVP140101703	07000-12030_05696	VEDANTE	PICK	1EC37	1	0	0	1
EVP140101703	700-93-11320_05696	VEDANTE	PICK	1HB22	1	0	0	1
EVP140101703	702-21-55450_05696	VEDANTE	PICK	1HC66	1	0	0	1
EVP140101703	07002-13634_05696	VEDANTE	PICK	1UA58	2	0	0	2
EVP140101703	07002-11423_05696	VEDANTE	PICK	1UAFQ	2	0	0	2

Figura 43 – Método de recolha implementado (heurístico)

Adicionalmente, comparando com o método TSP, apesar de simples de implementar, a solução heurística fica próxima da solução exata pelo que podemos afirmar que os resultados indicam a boa qualidade do método usado.

5. CONCLUSÕES

“Conhece o terreno, conhece o tempo e a tua vitória será total” (Tzu, 2000)

Este trabalho surgiu da necessidade da melhoria da eficiência do armazém sede da empresa tendo-se pautado pela otimização da atividade de *picking*. A alteração mais significativa assentou essencialmente na passagem de uma política empírica para uma política de minimização de percursos. Foi estudada a realidade atual do armazém, tendo sido definidos um conjunto de dez problemas de teste, comuns a todas as análises a efetuar. O método de sequenciamento utilizado, ordenação alfanumérica das localizações de *stock*, apresentava grandes possibilidades de melhoria quando comparado com o TSP, cuja implementação carece de algum esforço tecnológico, pelo que foi desenvolvida uma heurística mais eficiente que o método actual, de modo a ser facilmente integrada no ERP da empresa, contudo o trabalho futuro passará pela implementação do TSP.

Ao longo do texto foram sendo apresentados diversos pontos que foram objeto de estudo e de consequente alteração. Muito contribuiu a modelização dos sistemas e a execução de pequenas simulações em MS-Excel que permitiram sustentar as opções de desenvolvimento efetuadas ao longo do trabalho.

Em termos funcionais, as aplicações desenvolvidas foram verificadas face aos objetivos pretendidos e validadas pelos utilizadores, destacando-se as seguintes melhorias:

- Redução das distâncias percorridas;
- Redução dos recursos humanos, apesar do aumento de volume;
- Disponibilização de tempo para análise ABC, relocalizações e contagens de inventário;
- Impacto positivo na equipa de trabalho.

No que respeita à avaliação do desempenho das alterações introduzidas, a fase de teste decorreu muito favoravelmente, com a passagem de uma média de 92 linhas de encomenda processadas por colaborador em 2012, para 136 linhas de encomenda no primeiro semestre de 2014, o que se traduz num aumento de produtividade superior a 45%.

No seguimento das alterações e melhoramentos introduzidos, foi possível constatar o aumento da eficiência da atividade de recolha de peças, o que veio concretizar a poupança de recursos humanos, permitindo dispensar a outra divisão da empresa metade do tempo de um colaborador.

Em 2012, o armazém tinha 4 colaboradores.

Tabela 18 - Trabalho processado por colaborador/dia - 2012

2012	Linhas Enc.	Peças (unid)
Transf. Entrada	3.010	11.657
Compras	28.120	253.914
Total de Arrumações	31.130	265.571
Contagens	11.000	54.000
Transf. Saída	13.982	52.777
Vendas	38.282	197.307
Total de Recolhas	52.264	250.084
Total processado	94.394	569.655
Dias úteis (256)	369	2.225
N.º de colaboradores	4	
P/ colaborador	92	556

Após as alterações implementadas, foi dispensado meio-dia de um colaborador, passando a desempenhar outras funções noutra divisão da empresa.

Tabela 19 - Trabalho processado por colaborador/dia – Jan a Jun 2014

Jan a Jun2014	Linhas Enc.	Peças (unid)
Transf. Entrada	1.068	3.082
Compras	18.837	159.589
Total de Arrumações	19.904	162.671
Contagens	5.500	27.000
Transf. Saída	5.363	15.834
Vendas	28.410	170.969
Total de Recolhas	33.773	186.803
Total processado	59.177	376.474
Dias úteis (124)	477	3.036
N.º de colaboradores	3,5	
P/ colaborador	136	867

Os resultados obtidos demonstram que as alterações introduzidas no método de recolha e no *layout* resultaram nos seguintes ganhos de produtividade, tendo em conta o número de linhas de encomenda:

- Arrumações: +27%
- Recolhas: +29%
- Total processado por colaborador: +48%.

O método heurístico encontrado pauta por ser simples, tendo sido prontamente aplicado ao processo em estudo.

O futuro passará com certeza pela adoção do método ótimo, baseada no *software* TSP, em conjunto com o algoritmo de Floyd-Warshall, processo mais elaborado, mais preciso e que requer naturalmente um maior esforço informático. Este método destaca-se claramente do heurístico por ser inovador, podendo ser aplicado a todo o tipo de armazém de qualquer formato ou dimensão.

“O resultado de um negócio é um cliente satisfeito.”(Drucker, 2008)

Referências Documentais

- Aybar, E. (2008). *A storage assignment problem with multi-stop picking tours in an automotive spare parts warehouse*. Bilkent.
- Berglund, P. (2010). Optimal placement of warehouse cross aisles in a picker-to-part warehouse with class-based storage.
- Bindi, F., Pareschi, A., & Regattieri, A. (2007). Similarity coefficients and clustering techniques for the correlated assignment problem in warehousing systems.
- Broulias, G. P. et al. (2003). Warehouse management for improved order picking performance: an application case study from the wood industry.
- Caron, F., Marchet, G., & Parego, A. (2000). Optimal layout in low-level picker-to-part systems. *International Journal of Production Research*, 38, 101–117.
- Cimertex, sa. (2014). Retrieved from <http://www.cimertex.pt/>
- Courtois, A., Pillet, M., Martin-Bonnefous, C. (2006). *Gestão da Produção* (5ª ed.). Lidel
- Crespo de Carvalho, J. M. (2002). *Logística* (3ª ed., p. 3). Sílabo.
- Davendra, D. (2010). *Traveling salesman problem, theory and applications*.
- De Koster, R., & Le-Duc, T. (2005). Travel distance estimation and storage zone optimization in a 2-block class-based storage strategy warehouse. *International Journal of Production Research*, 43, 3561–3581.
- Drucker, P. (2005). *Diário de Drucker*. (Actual, Ed.) (p. 41).
- Drucker, P. (2008). *O Essencial de Drucker*. (Actual, Ed.) (p. 24).
- Dukic, G., & Oluic, C. (2007). Order-picking methods: improving order-picking efficiency. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 3(4), 451. doi:10.1504/IJLSM.2007.013214
- Fumi, A., Scarabotti, L., & M., M. (2013). The Effect of Slot-Code Optimization in Warehouse Order Picking. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 1. doi:10.5772/56803
- Georg, M., Rowlands, D., & Kastel, B. (2004). *O que é o Six Sigma*.
- Gibson, D., & Sharp, G. (1992). Order batching procedures. *European Journal of Operational Research* 58, 57–67.

- Goetschalckx, H. Ratliff, M. (1988). An efficient algorithm to cluster order picking items in a wide aisle. *Engineering Costs and Production Economics* 13, 263–271.
- Hall, R. W. (IIE T. (1993). Distance approximations for routing manual pickers in a warehouse.
- Henn, S. (2009). Algorithms for On-line Order Batching in an Order-Picking Warehouse.
- Jaikumar, R., & Solomon, M. (1990). Dynamic operational policies in an automated warehouse. *IIE Transactions*, 370–376.
- Karasek, J. (2009). An Overview of Warehouse Optimization.
- Koster, R. De, Le-duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking : a literature review Design and control of warehouse order picking : a literature review, 182, 481–501.
- Kotler, P. (2008). *Administração de Marketing* (5^a ed., p. 513). Atlas.
- Laporte, G. (1991). The Travelling Salesman Problem: An overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research* 59.
- Limere, V., & Soldner, M. (2011). Warehousing Efficiency in a Small Warehouse.
- Lopes, M. P. (2013). *Problemas de localização de instalações* (p. 6).
- Malmberg, C. J. (1996). Storage assignment policy tradeoffs. *International Journal of Production Research* 34, 363–378.
- Marques, A. R. (UM). (2013). *Optimização de um sistema de encomendas Entrepósito-Lojas*.
- Michael, J., & Reinelt, G. (1994). The Traveling Salesman Problem, (92).
- Nikolakopoulos, A. (2013). Army Rapid Fielding by Optimizing Order Picking Routes in Warehouses with Parallel Aisles – Implementation in a Real Case Study, 3(4), 137–163.
- Oliveira, J. A. (2000) Aplicações de Modelos e Algoritmos de Investigação Operacional ao Planeamento de Operações em Armazéns, U. Minho
- Petersen, C. G. (1997). An evaluation of order picking routing policies. *International Journal of Operations & Production Management*, 17, 1098–111.
- Petersen, C. G. (1999). The impact of routing and storage policies on warehouse efficiency. *International Journal of Operations & Production Management*, 19, 1053–1064.
- Petersen, C. G. (Decision S. I. P. (1995). Routing and storage policy interaction in order picking operations.

- Petersen, C. G., & Aase, G. (2004). A comparison of picking, storage and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, 92, 11–19.
- Petersen, C. G., & Schmenner, R. W. (1999). An evaluation of routing and volume-based strage policies in an order picking warehouse. *Decision Sciencies*, 30, 481–501.
- Pinto, J. P., (2006). *Gestão de Operações na Industria e nos Serviços*, Lidel
- Roodbergen, K. J. (2011). An explanation of some rack layout concepts for warehouses, (February).
- Roodbergen, K. J., & Koster, R. (2001). Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. *International Journal of Production Research*, 39(9), 1865–1883. doi:10.1080/00207540110028128
- Roodbergen, K. J., Sharp, G. P., & Vis, I. F. a. (2008). Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. *IIE Transactions*, 40(11), 1032–1045.
- Roodbergen, K., & Vis, I. (2006). A model for warehouse layout. *IIE Transactions*, 38, 799–811.
- Rosenwein, M. (1996). A comparison of heuristics for the problem of batching orders for warehouse selection. *International Journal of Production Research* 34, 657–664.
- Rousseau, J. A. (2008). *Manual de Distribuição*. (Principia, Ed.) (2^a ed.). Cascais.
- Silva, M. M. (n.d.). *Técnicas e Ferramentas da Qualidade*.
- Tarczýnski, G. (2012). Analysis of the impact of storage parameters and the size of orders on the choice of the method for routing order picking, (4). doi:10.5277/ord120406
- Theys, C., Bräysy, O., Dullaert, W., & Raa, B. (2010). Using a TSP heuristic for routing order pickers in warehouses. *European Journal of Operational Research*, 200(3), 755–763. doi:10.1016/j.ejor.2009.01.036
- Thorsten, H. (2007). *Warehouse Management* (pp. 214–220). Springer.
- Tzu, S. (2000). *Arte da guerra*. (E. América, Ed.) (3^a ed., p. 8).
- Williams, R. (1981). An automated or conventional warehouse: The choice. In *Proceedings of the 4th International Conference on Automation in Warehouse*. Tóquio, Japão.
- Yoon, C., & Sharp, G. (1995). Example application of the cognitive design procedure for an order picking system: Case study. *European Journal of Operational Research* 87, 223–246.

Anexo A. Folha de picking

Neste anexo é mostrado um exemplo de uma folha de picking após a recolha dos produtos ter sido efetuada.

19 Maio 2014
15:56:36
Pág. 1
Baha002

113/10

Lista Recolha
Cmaritas - Mór.

Car. Atividade Armazém: N.º T-REC140100350

Cód. Localização: T-REC140100350 1

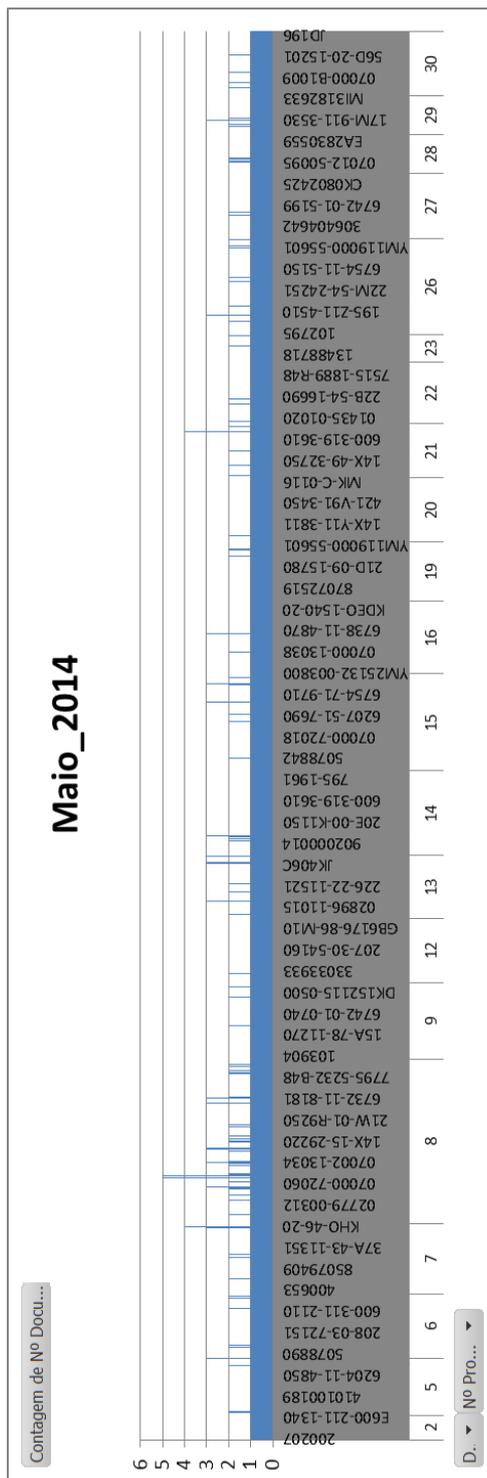
ID Utiliz. Atribuído

Prioridade: 20 Outros

N.º Origem	N.º Destino	Destino	Cela Col. Verificada	Transparência	Angulo	Tip. Angulo	N.º Produto	Descrição	Cód. Zona	Cód. Picking	Qtz. Prod. Process.	Qtz. GLV. Profissional
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	07000-11037_05099	VEDANTE	PCK	2F02	4	0 28,00
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	700-61-69160_06695	VEDANTE	PCK	24CAH1	1	0 7,00
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	723-65-31960_06699	VEDANTE	PCK	24BA43	1	0 7,00
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	07000-12230_05099	VEDANTE	PCK	1EC27	1	0 3,00
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	700-65-11320_06699	VEDANTE	PCK	1H822	1	0 51,00
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	700-21-55460_06699	VEDANTE	PCK	1MC26	1	0 12,00
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	07000-13034_05099	VEDANTE	PCK	1UA38	2	0 55,00
OTF140201068	2	Quilte	19-05-14			Rebr	07000-11433_06699	VEDANTE	PCK	1UMFG	2	0 7,00

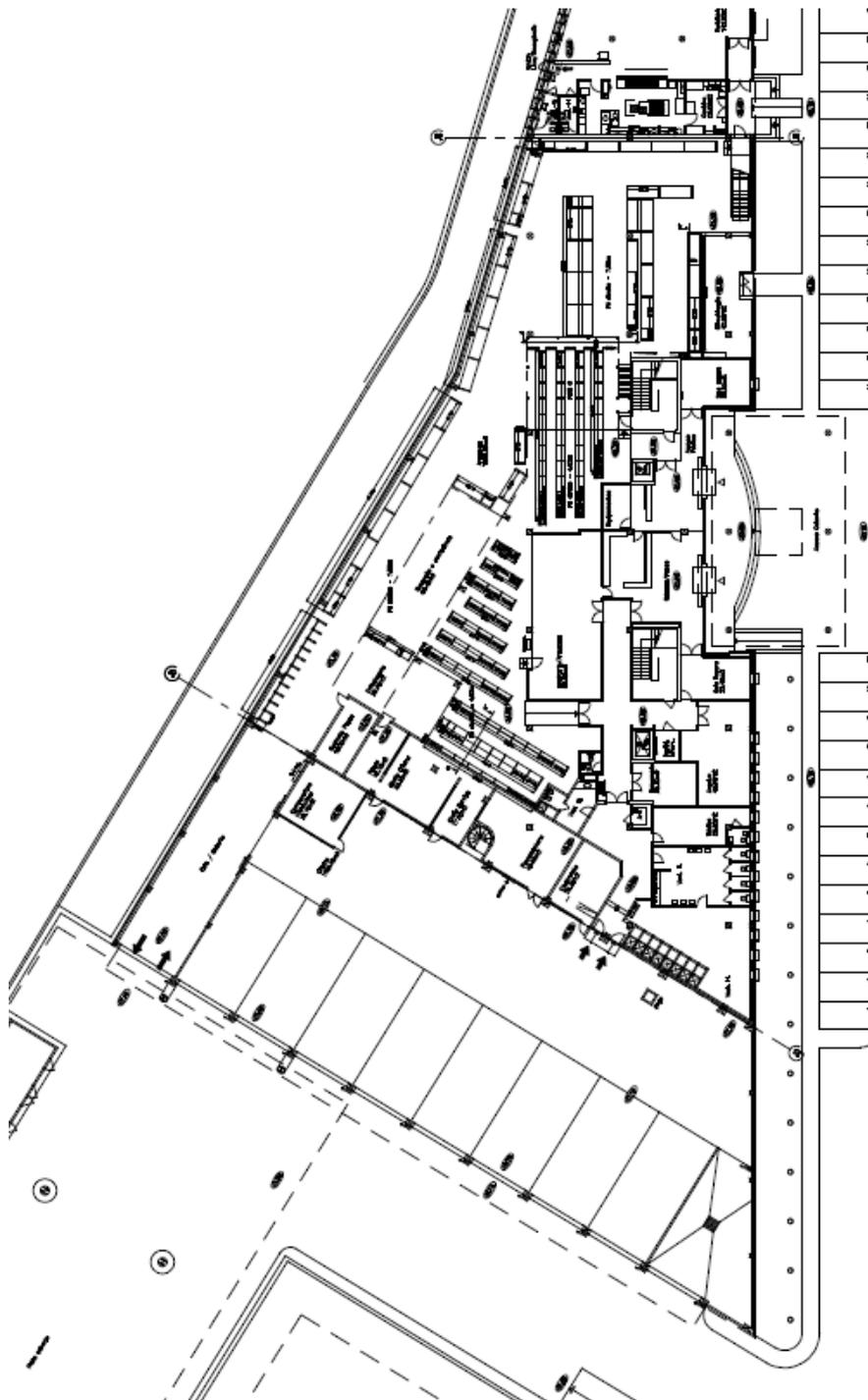
Anexo B. Recolhas em Maio 2014

Neste anexo é mostrado uma tabela com todos os produtos recolhidos durante o mês de Maio de 2014.



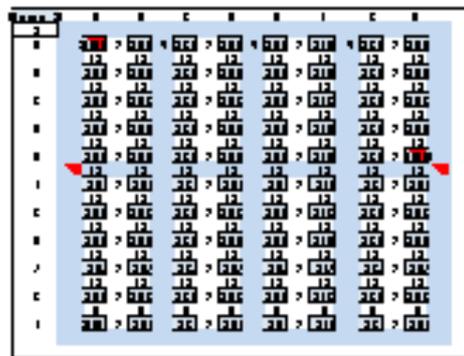
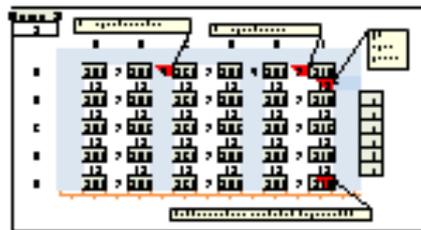
Anexo C. Vista geral

Neste anexo é apresentada uma vista geral do armazém com a implantação das estantes de *picking* manual e de paletes.

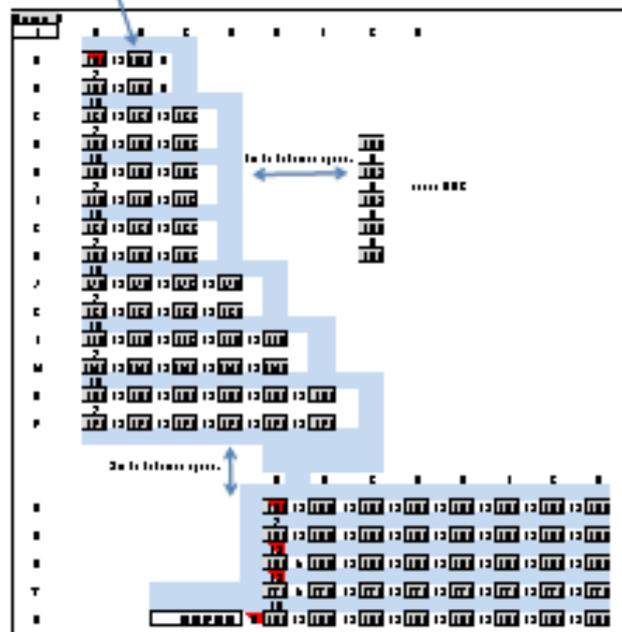


Anexo D. Tradução da implantação em folha de cálculo

Neste anexo é apresentada a conversão do *layout* para o MS-Excel, destacando à cor azul, os corredores de circulação.



4m de distância aprox.



Anexo E. Problema de teste n.º 9

Neste anexo é apresentado o problema 9, formado por 50 linhas de recolha, em que se indicam além das referências de cada produto, a classificação de posição, o código de posição, o código de posição simplificado para 3 dígitos e o resultado da eliminação de códigos repetidos.

N.º	N.º Produto	Cód. Posic	Classificacão	27º metr	Zona	
				€ minutos		
1	N15M300-300005	3FE41		16	3FE	3FE
2	JB982-77-14_026	3EA22		15	3EA	3EA
3	JF300-645000-0	3DD60		12	3DD	3DD
4	YQX100-0013_026	3CB30		9	3CB	3CB
5	YQX30-4001_0262	3CA63		10	3CA	3CA
6	YM121250-44901	3BC34		8	3BC	3BC
7	T-27505-64_0692	2HE26		23	2HE	2HE
8	EA2830919_05696	2HD28		22	2HD	2HD
9	002487AA_06037	2GD62		32	2GD	2GD
10	03150202_08087	2FH27		36	2FH	2FH
11	06040-06209_056	2EJ50		43	2EJ	2EJ
12	971096094_01125	2EJ33		43	2EJ	2EB
13	YQX100-1200_026	2EB51		49	2EB	2DH
14	CA0139199_05696	2DH40		44	2DH	2DE
15	37B-09-11363_056	2DE31		46	2DE	2DD
16	11000865_02620	2DD39		47	2DD	2DC
17	YQX100-5100_026	2DC42		48	2DC	2DB
18	22L-09-R3820_05	2DB48		49	2DB	2DA
19	JK106_02620	2DA23		50	2DA	2CG
20	YMR000290_0569	2CG55		57	2CG	2CE
21	N163-220029-00	2CE42		55	2CE	2CC
22	6742-01-1900_056	2CC68		53	2CC	2CA
23	208-30-54160_056	2CA35		51	2CA	2AG
24	KD7-35719-0211	2AG31		67	2AG	1UG
25	6732-81-3360_056	1UG79		129	1UG	1UC
26	6155-71-5340_056	1UCHP		133	1UC	1UB
27	07000-13040_056	1UBCA		134	1UB	1UA
28	21T-09-11430_056	1UAJC		135	1UA	1TH
29	101-60-15171_056	1TH10		127	1TH	1SH
30	04004047_00970	1SH30		119	1SH	1SG
31	848101145_05696	1SG10		120	1SG	1RA
32	0830-G00_02620	1RA59		126	1RA	1PB
33	565-03-11270_056	1PB62		107	1PB	1NE
34	YM119802-51590	1NE47		105	1NE	1NB
35	01010-80830_056	1NB62		102	1NB	1NA
36	42N-03-11220_056	1NA69		101	1NA	1MC
37	42N-62-12790_056	1MC45		103	1MC	1KD
38	708-7T-51210_056	1MC22		103	1MC	1KC
39	20P-70-71351_056	1KD46		99	1KD	1GB
40	820510469_05696	1KC69		98	1KC	1GA
41	KD0-25000-8491	1GB40		89	1GB	1EC
42	142-43-11170_056	1GA37		88	1GA	1EB
43	6732-71-3220_056	1EC35		86	1EC	1EA
44	EA4895038_05696	1EB32		85	1EB	1E
45	7803-7663-01_081	1EA77		80	1EA	
46	6732-41-4541_056	1EA36		84	1EA	
47	850484_06037	1E32B47		85	1E3	
48	04064-06525_056	1E30C04		85	1E3	
49	17A-06-41981_056	1E22B04		83	1E2	
50	37B-09-15834_056	1E18D47		83	1E1	

Anexo H. Matriz geral

Neste anexo é apresentado um excerto da matriz geral, que se caracteriza por apresentar 212 linhas e 212 colunas.

