



OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS NO ARMAZÉM DE PRODUTO ACABADO DE UMA INDÚSTRIA CORTICEIRA

ALEXANDRE DIAS SANTOS

julho de 2023

OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS NO ARMAZÉM DE PRODUTO ACABADO DE UMA INDÚSTRIA CORTICEIRA

Alexandre Dias Santos

2022/2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS NO ARMAZÉM DE PRODUTO ACABADO DE UMA INDÚSTRIA CORTICEIRA

Alexandre Dias Santos

1171443

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Especialista Eduardo José Rego Gil da Costa e coorientação da Doutora Marisa João Guerra Pereira de Oliveira

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, tiveram um impacto significativo na concretização deste projeto ao longo destes intensos meses de trabalho. Neste momento especial, gostaria de destacar e expressar a minha profunda gratidão às seguintes pessoas.

Em primeiro lugar, à minha família, que merecem um agradecimento especial. O seu apoio incondicional, não apenas ao longo deste projeto, mas ao longo de todo o meu percurso académico, foi fundamental para tornar possível cada etapa desta jornada. Estou imensamente grato por todo o encorajamento, paciência e apoio que me deram.

Gostaria de agradecer também aos meus orientadores académicos, o professor Eduardo Gil da Costa e a professora Marisa Oliveira, pela sua inestimável contribuição para este trabalho. A sua orientação, conhecimento e disponibilidade ao longo deste processo foram fundamentais para o sucesso deste projeto.

Não posso deixar de mencionar todos os colaboradores da empresa onde realizei o estágio, cuja presença e contribuição, mesmo que em gestos pequenos, foram de extrema importância para a realização deste projeto. Em especial, gostaria de agradecer à minha orientadora, Vera Silva, por todo o conhecimento que partilhou comigo. Além disso, estou grato ao meu colega Jorge Costa, pelas suas palavras de incentivo e motivação constantes, que me ajudaram a crescer, a manter-me motivado e no caminho certo. Sem eles, a concretização deste projeto não teria sido possível.

Quero expressar a minha imensa gratidão à minha namorada, Ana, por ter estado sempre presente ao longo de todo o meu percurso académico. Agradeço por todas as alegrias e momentos que vivemos juntos, bem como pelas palavras de força e motivação que foram essenciais para a construção da pessoa que sou hoje. A tua dedicação e apoio inabaláveis foram uma fonte inestimável de inspiração para mim.

Por fim, gostaria de agradecer a todos aqueles que se cruzaram comigo ao longo desta jornada. A todos os amigos, colegas e conhecidos, o meu muito obrigado. Cada interação e experiência partilhada contribuíram para o meu crescimento pessoal e académico.

A todos os mencionados e a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste projeto, o meu mais profundo agradecimento.

RESUMO

A logística é um elemento crítico na cadeia de abastecimento, que desempenha um papel fundamental no desempenho geral das organizações. O projeto foi desenvolvido na empresa líder mundial no setor da cortiça e como tal possui elevados níveis de competitividade e exigências de qualidade tornando assim a otimização de processos logísticos essencial para garantir a eficiência operacional e a satisfação do cliente. Neste contexto, esta tese de mestrado concentra-se na otimização dos processos logísticos na indústria corticeira. O projeto desenvolvido divide-se essencialmente em dois subprojectos. O primeiro subprojecto, foca-se na otimização da sequência das rotas de *picking* nomeadamente do *picking* de separação, recorrendo ao Excel e à linguagem de programação *Visual Basic for Applications*, de modo a criar um portal para visualização de remessas, através da heurística do vizinho mais próximo, para obter a melhor sequência de *picking*. O segundo subprojeto foca-se no desenvolvimento de uma ferramenta em *PowerApps*, para otimizar não só o fluxo de informação entre os diversos intervenientes, como ainda melhorar a qualidade da informação e consequentemente promover a redução do *stock* livre. Os resultados mostram que a utilização dessas ferramentas pode melhorar significativamente o desempenho dos processos logísticos da indústria corticeira, reduzindo custos e aumentando a eficiência operacional. Além disso, as ferramentas desenvolvidas podem ser aplicadas noutras empresas do setor e noutras indústrias que enfrentem desafios semelhantes nos seus processos logísticos.

PALAVRAS-CHAVE

Order Picking; Gestão de armazenamento; Gestão de *stocks*; Planeamento de rotas.

página propositadamente em branco

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE LOGISTIC PROCESSES IN THE FINISHED PRODUCT WAREHOUSE OF A CORK INDUSTRY

Logistics is a critical element in the supply chain that plays a fundamental role in the overall performance of organizations. The project was developed in the world-leading company in the cork sector, which has high levels of competitiveness and quality requirements, making the optimization of logistics processes essential to ensure operational efficiency and customer satisfaction. In this context, this master's thesis focuses on optimizing logistics processes in the cork industry. The developed project is essentially divided into two sub-projects. The first sub-project focuses on optimizing the sequence of picking routes, more specifically in separation picking, using Excel and Visual Basic for Applications programming language to create a portal for shipment visualization and obtaining the best picking sequence through the nearest neighbor heuristic. The second sub-project focuses on developing a PowerApps tool to improve not only information flow between stakeholders, but also to improve information quality, and consequently promote the reduction of free stock. The results show that the use of these tools can significantly improve the performance of logistics processes in the cork industry, reducing costs and increasing operational efficiency. Additionally, the methodology developed for implementing the tools can be applied to other companies in the sector and in other industries facing similar challenges in their logistics processes.

KEYWORDS

Order Picking; Warehouse management; Stock management; Routing policies.

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. METODOLOGIA.....	2
1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. GESTÃO DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO	4
2.2. GESTÃO DE <i>STOCKS</i>	5
2.2.1. CUSTOS ASSOCIADOS À GESTÃO DE <i>STOCKS</i>	6
2.2.2. ANÁLISE ABC	7
2.2.3. INDICADORES	8
2.3. GESTÃO DE ARMAZENAMENTO	9
2.3.1. OPERAÇÕES DE ARMAZENAMENTO	10
2.3.2. <i>ORDER PICKING</i>	11
2.3.3. SISTEMAS DE <i>ORDER PICKING</i>	12
2.3.4. ESTRATÉGIAS DE ARMAZENAMENTO	15
2.3.5. <i>LAYOUT</i>	16
2.4. OTIMIZAÇÃO DO <i>PICKING</i>	17
2.4.1. MÉTODOS EXATOS	18
2.4.2. MÉTODOS HEURÍSTICOS	20
2.4.3. MÉTODOS METAHEURÍSTICOS.....	22
2.4.4. PLANEAMENTO DE ROTAS	23
3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO	26
3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	26
3.1.1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	26
3.1.2. LOGÍSTICA – ARMAZÉM DE PRODUTO ACABADO	28
3.2. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL	30
3.2.1. <i>ORDER PICKING</i> - SITUAÇÃO INICIAL.....	30
3.2.2. <i>STOCK LIVRE</i> – SITUAÇÃO INICIAL	33
3.3. RESUMO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS	35
4. DESENVOLVIMENTO	36
4.1. PROJETO <i>ORDER PICKING</i> : ARMAZENAMENTO AO SOLO	36
4.2. <i>ORDER PICKING</i> : <i>RACKS</i>	41
4.3. PROJETO B: <i>STOCK LIVRE</i>	43

4.3.1. EXCEL E POWERQUERY.....	43
4.3.2. POWERAPPS.....	46
4.3.3. SHAREPOINT.....	50
4.3.4. POWER AUTOMATE	51
4.3.5. POWER BI	52
5. ANÁLISE DE RESULTADOS	54
5.1. ORDER PICKING	54
5.2. STOCK LIVRE	59
6. CONCLUSÃO	61
6.1. CONCLUSÕES FINAIS	61
6.2. LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE A- ANÁLISE INICIAL DAS KEYWORDS SEGUNDO O VOSVIEWER	66
APÊNDICE B- ANÁLISE FINAL DAS KEYWORDS SEGUNDO O VOSVIEWER.....	67
APÊNDICE C- COORDENADAS DOS PONTOS MÉDIOS DAS POSIÇÕES DO ARMAZÉM	68
APÊNDICE D- MATRIZ DE DISTÂNCIAS ENTRE OS PONTOS DO ARMAZÉM	69
APÊNDICE E- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DA LIST BOX.....	70
APÊNDICE F- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DA DROPDOWN LIST	71
APÊNDICE G- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DA CAIXA DE TEXTO.....	72
APÊNDICE H- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DO BOTÃO “SEGUINTE”	73
APÊNDICE I- CÓDIGO EM VBA DA CRIAÇÃO DA HEURÍSTICA DO VMP	74
APÊNDICE J- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DO BOTÃO “CANCELAR”	76
ANEXO A- FLUXOGRAMA TO-BE DA EXPEDIÇÃO	77
ANEXO B- EXEMPLO DE UMA PICKING LIST	79
ANEXO C- PICKING LIST DA REMESSA 3852031509	80
ANEXO D- PICKING LIST DA REMESSA 3852031384	81
ANEXO E- PICKING LIST DA REMESSA 3852031466	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia <i>action research</i> [2]	2
Figura 2- Curva ABC [10]	7
Figura 3-Percentagem da distribuição de custos das operações de um armazém [18]	10
Figura 4- Funções típicas de um armazém [20]	10
Figura 5-Distribuição das tarefas de <i>order picking</i> [18]	12
Figura 6-Métodos de <i>Order Picking</i> [24]	13
Figura 7-Exemplos de fluxos de <i>layouts</i> de armazéns [29]	16
Figura 8-Armazenagem por classes [31]	17
Figura 9-Métodos de otimização [32]	18
Figura 10- Método <i>Branch and Bound</i> [36]	19
Figura 11-Vizinho mais próximo [44]	21
Figura 12-Inserção mais barata [45]	21
Figura 13-Políticas de planeamento de rotas [33]	25
Figura 14-Estrutura organizacional	27
Figura 15-Departamento da Logística	27
Figura 16-Layout do APA	28
Figura 17-Cargas ao solo	29
Figura 18- <i>Racks</i>	29
Figura 19-Locais de expedição	30
Figura 20-Etiqueta <i>EWM</i>	30
Figura 21-Pistola para <i>picking</i>	31
Figura 22-Plano de cargas em <i>PowerApps</i>	32
Figura 23-Cais de carga em <i>PowerApps</i>	32
Figura 24-Picking de carregamento em <i>PowerApps</i>	33
Figura 25-Valor inicial do <i>stock</i> livre	33
Figura 26- Situação inicial da análise do planeamento	34
Figura 27- Situação inicial de análise do APA	34
Figura 28-Posições das cargas ao solo e expedição	36
Figura 29- Coordenadas dos pontos médios das posições do armazém	37
Figura 30-Layout do armazém através de um gráfico de pontos	37
Figura 31-Matriz de distâncias entre pontos do armazém	38
Figura 32-Queries & Connections	38
Figura 33- <i>Layout UserForms</i>	39
Figura 34- <i>Layout</i> do <i>UserForm</i>	39
Figura 35-Localização do material em armazém	39
Figura 36- <i>MsgBox</i> de alerta de material em falta	40
Figura 37-Matriz resumo <i>Order Picking</i>	40
Figura 38-Distância percorrida	40
Figura 39-Ordem do <i>picking</i> de separação	41
Figura 40-Ordenação inicial do sequenciamento de picking na zona das racks	42
Figura 41-Nova ordenação do sequenciamento do picking nas racks	42
Figura 42- <i>Merge queries</i> de diretos	43

Figura 43-Base de dados de alocações diretas	44
Figura 44- Designação de produtos com embalagens diferentes.....	44
Figura 45-Merge queries de indiretos	44
Figura 46-Merge queries de stock livre	45
Figura 47-Atualização automática da base de dados.....	45
Figura 48-Portal logística em PowerApps.....	46
Figura 49-Galeria em PowerApps de alocações diretas	46
Figura 50-Galeria em PowerApps de alocações indiretas	47
Figura 51-Galeria em PowerApps de matérias em stock livre.....	47
Figura 52-Filtros das galerias em PowerApps.....	48
Figura 53-Botão do pop-up	48
Figura 54-Informação presente no pop-up	49
Figura 55-Botão para ativação de fluxo	49
Figura 56-Lista de alocações diretas em SharePoint.....	50
Figura 57-Lista de alocações indiretas em SharePoint.....	50
Figura 58-Lista de stock livre em SharePoint	51
Figura 59-Fluxo de informação em PowerAutomate	51
Figura 60-Pré-definição do e-mail enviado em PowerAutomate.....	52
Figura 61-Dashboard de stock livre.....	52
Figura 62-Análise de horas úteis dirigidas à operação de picking	54
Figura 63- Distribuição de tempos na realização das tarefas de order picking	54
Figura 64- Média de tempos nas tarefas de recolha e procura	55
Figura 65- Resultado efetivo das melhorias.....	55
Figura 66-Velocidade média de deslocamento do operador com recurso a um empilhador	55
Figura 67-Order picking utilizando o novo método	56
Figura 68- Rota realizada na remessa 3852031509	56
Figura 69-Rota associada à remessa 3852031384	57
Figura 70-Rota associada à remessa 3852031466	58
Figura 71-Evolução dos valores de stock livre.....	59
Figura 72-Redução do valor de stock livre	59
Figura 73-Valores de possíveis alocações	60
Figura 74-Stock livre por unidade industrial	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Classificação de <i>stocks</i> [11]	5
Tabela 2-Distribuição da classificação ABC	8
Tabela 3-Sistemas de Order Picking	13
Tabela 4-Estratégias de armazenamento.....	15

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

AMP	Armazém de Matéria-Prima
APA	Armazém de Produto Acabado
CCS	<i>Cork Customised Solutions</i>
CHC	<i>Cork High-density Components</i>
CNM	<i>Cork Natural Materials</i>
CRM	<i>Cork Rubber Materials</i>
EWM	<i>Extended Warehouse Management</i>
FIFO	<i>First In First Out</i>
GS	<i>Grandes Superfícies</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
MTO	<i>Make To Order</i>
MTS	<i>Make To Stock</i>
OF	Ordem de Fabrico
OV	Ordem de Venda
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
SAC	Serviço de Apoio ao Cliente
SAP	<i>System Applications and Products</i>
TSP	<i>Travelling Salesman Problem</i>
UC	Unidade Comercial
UI	Unidade Industrial
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>
VMP	Vizinho Mais Próximo
WIP	<i>Work In Progress</i>

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo visa introduzir este projeto de estágio intitulado como “Otimização de processos logísticos no armazém de produto acabado de uma indústria corticeira”. Este projeto foi desenvolvido na empresa líder mundial no setor da cortiça no âmbito da dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Mecânica, no ramo de especialização de Engenharia e Gestão Industrial.

Neste capítulo é apresentada a contextualização do tema do projeto, os objetivos propostos e os métodos utilizados para a realização do mesmo assim como a estrutura da organização do presente relatório, e uma breve apresentação da empresa em que foi realizado o projeto de estágio, em questão.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No mundo atual, a incerteza vivida no dia a dia, aliada ao fator da enorme competitividade no mercado, força as empresas a constantes adaptações de modo a promover uma maior rapidez de resposta aos seus clientes. Cada vez mais, para se obter o sucesso empresarial, é necessário um maior foco no cliente e nas suas necessidades. Fatores como o menor tempo de resposta, uma maior variedade de produtos para oferta, com o menor custo possível, condicionam a satisfação do cliente.

Desse modo, um dos setores que tem de possuir maior capacidade de adaptação é a logística. O processo logístico varia de empresa para empresa e cada uma tem de perceber qual o seu mercado e qual o melhor modo de obter uma maior vantagem competitiva.

O presente trabalho foi desenvolvido na secção de produto acabado pertencente ao departamento de logística. Esta secção tem como principal objetivo armazenar o produto acabado e, assim que solicitado pelo cliente, expedi-lo no menor tempo possível.

A presente tese de mestrado deve-se à necessidade de otimizar os processos no armazém de produto acabado, nomeadamente de melhorar os tempos nas rotas de *picking* e de implementar ferramentas para uma melhor deteção do *stock* livre no armazém.

O *picking* é uma atividade que gera cerca de 55% dos custos operacionais num armazém e 50% do tempo de *picking* é consumido nas rotas [1]. Assim, a otimização dessa mesma atividade, permite à empresa uma redução de custos e um aumento da agilidade no processo. Para tal é necessário criar um layout do armazém, identificar os tempos realizados pelo operador com o método atual na recolha dos materiais e implementar métodos, de modo a minimizar tempos e distâncias na realização deste mesmo processo.

Por outro lado, a gestão de *stock*, consiste na criação do equilíbrio entre assegurar o *stock* necessário para responder o mais rápido possível às necessidades dos clientes e evitar o excesso de mercadoria armazenada. O *stock* livre é resultante de encomendas não alocadas a clientes, maioritariamente devido a cancelamentos de encomendas que já se encontravam no processo produtivo ou, até mesmo, encomendas, que já se encontravam acabadas. Atualmente, na empresa, o processo de deteção do *stock* livre é pouco rigoroso, sendo realizado através de um ficheiro *Excel* extenso e pouco intuitivo, pelo que será fundamental desenvolver metodologias de deteção, de

modo a melhorar esse processo e de forma a torná-lo mais visual e de mais fácil entendimento, permitindo que esse *stock* possa ser alocado a encomendas ainda não processadas e assim reduzir custos e evitar desperdícios.

1.2. OBJETIVOS

O presente projeto de estágio tem como principal objetivo a otimização de processos no armazém de produto acabado, focando-se essencialmente em dois grandes grupos:

- Melhorar o sequenciamento das rotas de *picking* na fase do *picking* de separação;
- Definir metodologias de deteção do *stock* livre.

Quanto ao primeiro tópico, este incide inicialmente em realizar um estudo do *layout* do armazém e, de seguida, recorrendo a métodos exatos ou heurísticas, determinar qual a melhor rota para uma determinada remessa, de forma a minimizar desperdícios como o transporte e movimentações, garantindo uma diminuição do tempo do processo.

Em relação ao segundo tópico, é considerado como *stock* livre todo o material do tipo *make to order* que, de alguma forma, não está alocado a nenhuma ordem de venda. Desta forma, torna-se fundamental a diminuição desse *stock*, uma vez que a acumulação desse género de *stock* gera custos adicionais para a empresa, como manutenção e gestão do espaço de armazenamento do produto, e ainda o risco de o produto passar a ser considerado obsoleto.

1.3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para atingir os objetivos referidos no subcapítulo 1.2. foi a metodologia *action research*, (Figura 1) [2], caracterizada pela participação e envolvimento entre profissionais, sejam eles académicos ou outros profissionais, com os membros da organização sobre um assunto que lhes diz genuinamente respeito [2].

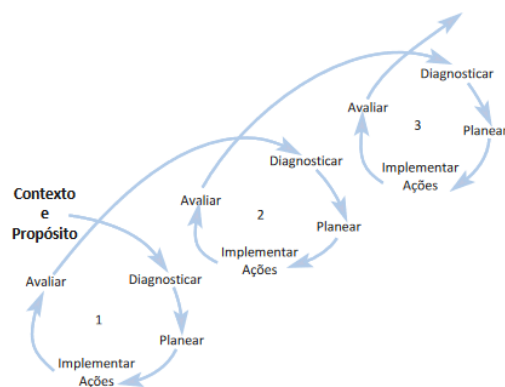


Figura 1 - Metodologia *action research* [2]

O estágio na empresa iniciou-se com um período de integração que consistiu em reunir com o responsável de cada departamento da empresa para uma breve explicação do seu funcionamento.

Após o período de integração na empresa, iniciou-se o processo de investigação para a realização do capítulo da revisão bibliográfica, acerca do tema do projeto de estágio, que se centrou na otimização dos processos no armazém de produto acabado e cuja pesquisa incidiu nas palavras-chave referidas.

Foi conduzida uma pesquisa de artigos na base de dados *Web of Science*, publicados até 1 de dezembro de 2022, que relacionassem *logistics* e *supply chain management*, utilizando as palavras-chave: “*warehous**” e “*order picking*”. Posto isto, recorreu-se à utilização do software *VOSviewer* onde se procedeu à determinação de um mapa de palavras-chave (Apêndice A) (Apêndice B), que possibilitou a ampliação da pesquisa, da qual, resultaram as palavras-chave finais: “*Order Picking*”, “*Gestão de armazenamento*”, “*Gestão de Stocks*” e “*Planeamento de rotas*”.

Nesta pesquisa foram aplicados os seguintes filtros: “*Sort by: Highest Citation first*” e “*Supply Chain & Logistics*”.

1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente relatório está organizado em seis capítulos.

O Capítulo 1 é composto pela contextualização do projeto, pelos objetivos, pela metodologia utilizada e pela estrutura do relatório.

No Capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica onde está presente toda a informação teórica sobre os conceitos alinhados com o tema. Este capítulo é constituído por quatro subcapítulos que enquadram o tema na área da gestão de cadeias de abastecimento e otimização de rotas de *picking*. Entre estes encontram-se:

- uma breve introdução à gestão de cadeias de abastecimento onde é apresentada uma definição do conceito e o modo como este se integra nas mais diferentes áreas;
- a gestão de *stock*, onde são apresentados os respetivos tipos de *stock* existentes, os custos associados à gestão do *stock*, a análise ABC e ainda indicadores;
- a gestão de armazenamento, onde são descritas as operações de armazenamento, em particular, o *order picking*, sistemas de *order picking*;
- no subcapítulo da gestão de armazenamento são referidas estratégias de armazenamento e tipos de *layouts*;
- os métodos de otimização de rotas de *picking*, entre eles, métodos exatos, métodos heurísticos, métodos metaheurísticos e planeamento de rotas.

No Capítulo 3 é feita uma contextualização do projeto, onde se apresenta a empresa de acolhimento, o organograma da mesma, o departamento onde o projeto foi realizado assim como a situação inicial dos projetos propostos e os problemas que estiveram na origem deste projeto.

No Capítulo 4 são apresentados os desenvolvimentos dos projetos de melhoria e as ferramentas utilizadas para a elaboração das mesmas. No Capítulo 5 são descritos os resultados das melhorias desenvolvidas e apresentadas no Capítulo 4.

Por fim, no Capítulo 6 são divulgadas as conclusões finais do projeto, as limitações e ideias de trabalho futuro a desenvolver.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica acerca de temas e estratégias relacionadas com o presente projeto de dissertação.

Na seguinte revisão bibliográfica aborda-se o tema da gestão de cadeias de abastecimento como tópico mais geral. De seguida, e como um dos objetivos é relacionado com o *stock* livre, será abordado o tema da gestão de armazéns em particular a gestão de *stock* e as operações de armazenamento. Posteriormente, será abordado o tema dos métodos de *picking* existentes. Para finalizar este capítulo, serão referidos métodos para otimizar as rotas de *picking*, que se demonstrem de importância fundamental para o desenvolvimento deste projeto.

2.1. GESTÃO DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO

A gestão de cadeias de abastecimento, pode ser definida como o conjunto de atividades, que engloba o planeamento de todas as atividades logísticas. Sendo que, aos dias de hoje, com o efeito da globalização, as gestões de cadeias de abastecimento estão cada vez mais complexas.

O facto de incluir a coordenação e colaboração de todos os parceiros pertencentes ao processo, como fornecedores, fabricantes, armazéns, centros de distribuição e distribuidores que, de forma integrada, trabalham de forma a minimizar o custo de todo o sistema da cadeia de abastecimento e satisfazer as necessidades dos clientes, tornam ainda mais complexo todo o sistema [3].

As diversas áreas como a logística, *marketing*, recursos humanos, economia, gestão, tecnologias, informação e finanças, definem gestão de cadeias de abastecimento de modo diferente, tendo em conta as suas áreas de atuação, mas existem elementos comuns e claramente interligados. Elementos como a abordagem sistemática, estratégia e orientação para o cliente são pontos de ligação entre as diversas áreas [4].

As empresas adotam diferentes abordagens para as diversas atividades incluídas nas cadeias de abastecimento como o aprovisionamento de material, a programação da produção, o armazenamento do material e a respetiva distribuição do mesmo, sendo que, a gestão dos recursos logísticos é uma estratégia importante para a gestão de toda a cadeia de abastecimento funcionar de forma mais eficiente. Desse modo, agilizar a atribuição dos recursos logísticos e controlar a movimentação de matérias-primas, trabalhos em curso e produto acabado, promovem uma maior satisfação dos parceiros que pertencem à cadeia de abastecimento [5].

Uma gestão de cadeias de abastecimento bem-sucedida requer diversas decisões relacionadas com o fluxo de informação, produtos e fundos. Para tal, a gestão de cadeias de abastecimento pode ser dividida em três fases, dependendo da frequência e do período durante o qual a fase de decisão tem impacto [6]:

1. **Estratégia e conceção da cadeia de abastecimento:** a empresa deve assegurar que a configuração da sua cadeia de abastecimento apoia os seus objetivos estratégicos. As decisões de conceção e estratégia devem ser tomadas a longo prazo, uma vez que é dispendioso promover alterações em cima da hora. Para tal, as empresas devem ter em consideração as incertezas do mercado e as previsões para os anos seguintes;

2. **Planeamento:** é o conjunto de políticas que as empresas devem seguir, que regem as operações a curto prazo. Este planeamento deve ser feito no período de três em três meses a um ano;
3. **Operação:** diz respeito às decisões tomadas relativamente às encomendas individuais dos clientes. Tem como objetivo principal tratar da melhor forma possível as encomendas no menor tempo possível.

2.2. GESTÃO DE STOCKS

Os *stocks* podem ser definidos como as existências de produto acabado, de matérias-primas ou ainda como produto intermédio. Uma adequada gestão de *stocks*, permite à empresa possuir a quantidade correta de material, com a qualidade certa, pela fonte certa, para ser entregue no sítio certo, na hora certa ao preço certo [7].

Em traços gerais, os objetivos dos *stocks* são contribuir para o aumento da competitividade da empresa no mercado e assegurar a continuidade do fluxo de abastecimento, de modo a garantir a produção e o funcionamento de todas as outras funções. Deve ainda assegurar a compra de materiais, abastecimentos e serviços ao mais baixo preço, sem afetar negativamente a qualidade do produto e desse modo aumentar a competitividade da empresa. Por fim, deve garantir o valor dos *stocks* e cultivar uma boa relação de confiança com os fornecedores, garantindo uma boa relação de entre ambos [8].

Quase todos os tipos de matérias podem ser mantidos em *stock*. Esses *stocks*, por sua vez, podem ser divididos e classificados da forma apresentada na Tabela 1.

Tabela 1- Classificação de *stocks* [11]

Classificação	Descrição
Trabalho em Curso (<i>Work in Progress</i>, WIP)	Materiais que já iniciaram o processo produtivo, mas ainda não o terminaram. O material pode encontrar-se no processo produtivo ou em transporte entre centros de fabrico.
Stock de Segurança	Recorre-se a este tipo de <i>stock</i> para prevenir erros de previsão. A procura de material no futuro é estimada através de métodos de previsão. De modo a prevenir esses mesmos erros de previsão são criados os <i>stocks</i> de segurança para diminuir os custos associados.
Stock Sazonal	É utilizado quando a quantidade de um determinado produto varia ao longo do tempo. Neste caso, pode ser mais rentável, em determinadas alturas, acumular <i>stocks</i> , especialmente quando a procura é baixa, para colmatar os picos de procura mais tarde.

Tabela 1 - Classificação de *stocks* [11] (Cont.)

Classificação	Descrição
Stocks de Lote de Fabrico	Este <i>stock</i> é o resultado de empresas que utilizam um sistema produtivo através de lotes de fabrico. Esta classificação encontra-se dividida em duas subclasses: • Economias de escala: Deste modo, com o aumento do lote, menor o custo médio de produção, compra ou movimentação. • Imposições tecnológicas: Alguns processos de fabrico obrigam a que sejam produzidas elevadas quantidades de produtos.
Outros Stocks	Os <i>stocks</i> podem existir ao longo do processo produtivo através de armazéns intermédios criados para separar os diversos processos. Esses armazéns intermédios promovem um elevado grau de independência. Outra razão para a constituição de <i>stocks</i> é antecipar um possível aumento dos preços.

Esta classificação por vezes torna-se arbitrária, uma vez que, os produtos acabados de uma empresa são matéria-prima para outra. Algumas empresas, como as retalhistas, têm *stock* apenas de produto acabado, enquanto os fabricantes possuem alguns dos tipos de classificação anteriormente mencionados [10].

O objetivo a longo prazo é a rentabilidade, que se traduz em objetivos financeiros e operacionais que podem ser aplicados ao quotidiano. O objetivo do controlo do *stock*, em relação ao apoio às operações comerciais, é otimizar os seguintes pontos [8]:

- Serviço ao cliente;
- Custo do *stock*;
- Custos operacionais.

2.2.1. CUSTOS ASSOCIADOS À GESTÃO DE STOCKS

Quando são constituídos *stocks*, são criados custos inerentes aos mesmos, podendo estes ser dos seguintes tipos: custos de aprovisionamento, custos ligados à existência desses mesmos *stocks* e ainda custos associados à sua rutura.

No que se refere aos custos associados ao aprovisionamento, os mesmos são constituídos pelo valor a ser pago pelo produto ao seu fornecedor e ainda pelo custo associado ao processamento da encomenda que foi realizada.

Quanto aos custos associados à existência, estes podem provir de diversos locais como a sua armazenagem, o seguro, a perda da qualidade, caso esteja à muito tempo armazenado ou mal armazenado e ainda os custos de capital.

Por fim, quanto aos custos associados à rutura, os mesmos acontecem quando o produto é necessário, mas não existe. Esta situação pode originar trabalho de urgência para satisfazer o cliente, criando custos adicionais.

De modo, a solucionar os problemas associados aos custos de gestão de *stocks*, são adotadas medidas que incorrem em custos para o sistema. Para controlar o sistema, de modo a não entrar

em incumprimento, força-se um maior controlo do sistema. Esse maior controlo cria custos, mas em contrapartida existirão menos ruturas de *stocks*, logo maior satisfação do cliente [9].

2.2.2. ANÁLISE ABC

A análise ABC é um método de classificação dos produtos no armazém. Este método permite organizar os produtos dependendo da sua relevância no armazém, sendo que essa mesma relevância depende essencialmente de dois fatores: quantidade consumida e custo unitário.

A classificação ABC segue o princípio de *Pareto*, onde um pequeno número de artigos representa um elevado grau de custos e, por outro lado, um elevado número de artigos representa uma pequena amostra dos custos [11].

Embora seja uma ferramenta de fácil utilização, ao longo do tempo tem demonstrado uma grande importância, no que toca à identificação dos artigos de maior importância no armazém. Na realização desta análise é necessário dividir os produtos em três grupos, de acordo com o seu grau de relevância. Os grupos são designados e definidos da seguinte forma [9] [12]:

- Grupo **A**: Os artigos que pertencem a este grupo constituem uma elevada percentagem dos custos, no entanto, significa apenas uma pequena amostra;
- Grupo **B**: Os artigos deste grupo são aqueles que não se inserem nem no grupo A nem no grupo C;
- Grupo **C**: Os artigos deste grupo são o inverso do grupo A. Neste grupo uma pequena parcela dos custos representa uma elevada quantidade de artigos.

Na Figura 2 é apresentado um gráfico genérico curva ABC.

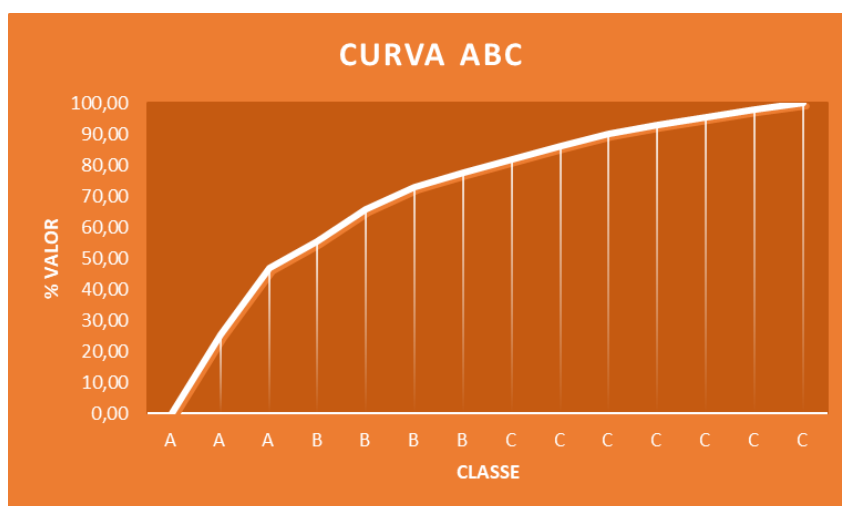


Figura 2- Curva ABC [10]

As distribuições de percentagens relativas à classificação ABC são apresentadas na Tabela 2 [9].

Tabela 2-Distribuição da classificação ABC

Classe	% de artigos	% de custo
A	15-25	70-80
C	>50	5-10

2.2.3. INDICADORES

Os indicadores para a gestão de *stocks* podem ser divididos em dois grupos. Um primeiro grupo, que diz respeito ao nível de *stock* e à sua rentabilidade, pode ser avaliado pela sua taxa de rotação e pela sua taxa de cobertura. O segundo grupo está associado ao nível de rutura e ao nível de serviço. Para este grupo os indicadores existentes são a taxa de rutura e o nível de serviço.

Quanto à taxa de rotação, Equação 1, esta indica que, quanto maior for essa taxa, maior será a sua rentabilidade, ou seja, menor o valor imobilizado do *stock* em armazém. No entanto, quanto maior a taxa de rotação, maior é o risco de rutura, uma vez que, como os produtos são de elevada rotação, o *stock* dos mesmos é reduzido [9] [13].

$$\text{Taxa de Rotação} = \frac{\text{Quantidade Consumida ao Longo do Ano}}{\text{Quantidade Média em Stock}} \quad (1)$$

Em contrapartida à taxa de rotação, Equação 1, temos o inverso da mesma, denominada como taxa de cobertura, Equação 2. A taxa de cobertura reflete o tempo médio que o *stock* abastece a procura sem a necessidade de recorrer a novas ordens de fabrico [13] [9].

$$\text{Taxa de Cobertura} = \frac{\text{Quantidade Média em Stock}}{\text{Quantidade Consumida ao Longo do Ano}} \quad (2)$$

A taxa de rutura, Equação 3, demonstra a quantidade de encomendas que foram feitas ao armazém e não foram atendidas devido à rutura do *stock* [13] [9].

$$\text{Taxa de Rutura} = \frac{\text{Nº de encomendas não realizadas por ano}}{\text{Nº total de encomendas por ano}} \quad (3)$$

O nível de serviço, Equação 4, visa quantificar o nível da qualidade do serviço prestado e complementa a taxa de rutura. Isto é, para uma taxa de rutura de 0%, o nível de qualidade, ou seja, o nível de serviço, seria de 100% [13] [9].

$$\text{Nível de Serviço} = \frac{\text{Quantidade anual enviada do armazém}}{\text{Quantidade anual encomendada}} \quad (4)$$

2.3. GESTÃO DE ARMAZENAMENTO

As questões mais típicas, quando nos referimos à gestão de armazenamento, são a gestão dos *stocks* existentes e a alocação dos materiais às posições onde os mesmos devem permanecer armazenados. Uma melhor gestão dos *stocks* existentes, num armazém, pode resultar na redução de custos de armazenagem [14].

As formações de *stocks*, originam o armazenamento de produtos em armazéns ao longo das cadeias de abastecimento. Estes *stocks* não originam valor aos produtos e muitas vezes observa-se o contrário, originando custos às empresas mas, apesar disso, a sua armazenagem é uma parte fundamental e necessária no processo [15].

As razões para a constituição de *stock*, como foi referido anteriormente, têm um papel fundamental na gestão de cadeias de abastecimento pelos seguintes motivos [10] [16]:

- Proporciona um *buffer* para suavizar as variações entre oferta e procura e entre os diversos processos de fabrico ou as ligações logísticas;
- Permite economias de escala na produção e distribuição;
- Permite a redução nos custos associados aos transportes;
- Cobre as flutuações sazonais;
- Proporciona aos clientes uma vasta gama de produtos numa só localização;
- Maior cobertura de planeamento ou repartição de produção ou ainda de distribuição.

Num armazém que funcione no regime *Make To Order* (MTO), com um elevado número de artigos diferentes a serem produzidos, é realizado um elevado número de movimentações e transações num armazém. Devido a esse elevado número de transações, qualquer alteração promovida por uma melhoria, por mais pequena que seja a poupança individual, resulta em poupanças significativas no geral.

Na medida que o número de artigos diversificados aumenta, a atribuição de espaços no armazém torna-se cada vez mais complexa e também mais dispendiosa. Como consequência de o armazém alocar artigos MTO, é promovido um elevado número de movimentações que causam dificuldades na gestão de operações do mesmo [17].

As atividades de um armazém podem ser divididas em quatro categorias macro: receção, armazenamento, *picking* e expedição. O *picking* é a atividade neste processo mais importante, mas também a mais dispendiosa, resultando em cerca de 55% das atividades, (Figura 3) [18].

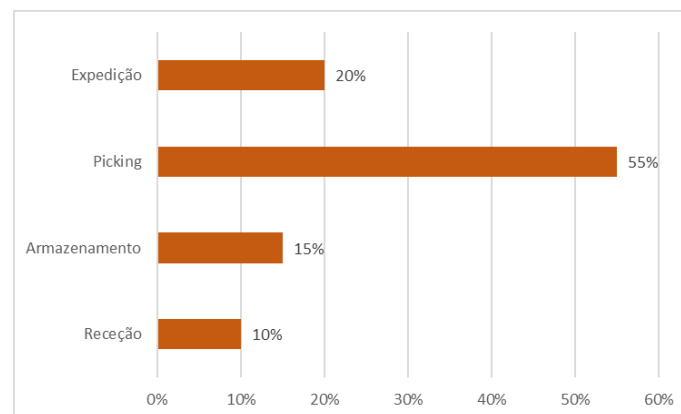


Figura 3-Percentagem da distribuição de custos das operações de um armazém [18]

2.3.1. OPERAÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Relativamente à caracterização das operações de armazenamento, estas podem ser divididas em três secções: processos, recursos e organização. O processo é todo o caminho que os produtos atravessam após a sua receção. Recursos são todos os meios, desde equipamentos a pessoal, necessários para operar no armazém. Por fim, a organização inclui todos os procedimentos de controlo e planeamento para gerir todo o sistema [19].

As áreas e os fluxos típicos num armazém estão representadas na Figura 4. Nas principais atividades de um armazém estão incluídas a receção, transferência/arrumação e *picking* de encomendas, acumulação/transferência, *cross-docking* e expedição [20].

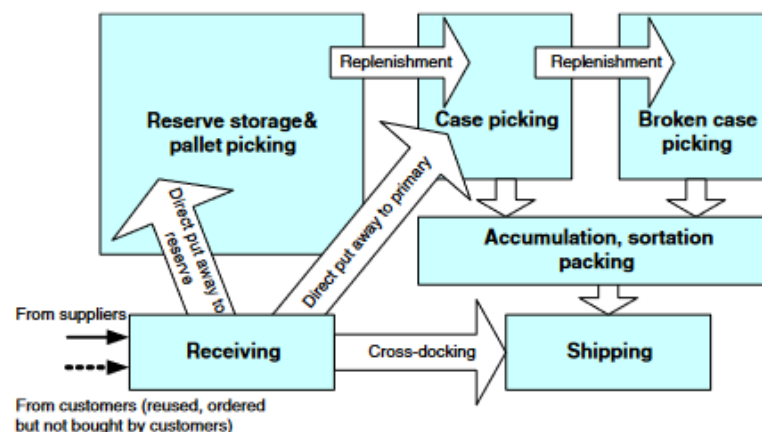


Figura 4- Funções típicas de um armazém [20]

- **Receção** de material inclui a descarga do produto, atualização dos registos de inventários e inspeção, tanto de quantidades, como de qualidade;
- **Transferência/arrumação** das encomendas contempla a movimentação da carga rececionada para o local de armazenagem. Pode ainda englobar algum tipo de embalagem ou paletização. Quanto ao *picking*, é a principal atividade do armazém.

Envolve o processo de quantificação das quantidades corretas, para cada encomenda de cada cliente;

- A atividade de **seleção** é uma atividade necessária, caso o *picking* tenha sido feito por lotes e as encomendas sejam individuais. Assim, os operadores têm de selecionar os produtos e quantidades a retirar de cada lote para agrupar as encomendas para cada cliente;
- **Cross-docking** é realizado quando a receção de produtos passa diretamente para os locais de expedição;
- Na **expedição**, as encomendas são verificadas e carregadas para o transporte em questão.

2.3.2. ORDER PICKING

O processo de *order picking*, é conhecido como a atividade de armazém mais desafiante em termos de mão de obra e custos. Normalmente, o tempo para cumprir a entrega das encomendas, possui uma restrição temporal bem definida pelo cliente e qualquer erro no processo de recolha pode afetar toda a cadeia de abastecimento [21].

Como já foi referido anteriormente, o processo de *picking* representa cerca de 55% dos custos totais de funcionamento num armazém, o que demonstra que esse processo é de extrema importância para o bom funcionamento do mesmo. Embora tenham sido realizadas várias tentativas ao longo dos anos para tentar automatizar o processo de *picking*, o mesmo continua a envolver operadores humanos na sua prática. Esse fator acontece, essencialmente, porque o ser humano reage melhor a processos de mudança que podem ocorrer durante o processo de *picking* [18].

O desempenho e a eficiência dos processos de *order picking* dependem essencialmente dos seguintes fatores [22]:

- O padrão da procura;
- Do *layout* do armazém;
- Da estratégia de armazenamento dos produtos no armazém;
- Da forma como são agrupadas as encomendas e como são divididas as *picking list* pelos operadores;
- Da forma como é determinada a sequência da *picking list*.

Nos processos de *picking* manual, o tempo despendido depende das distâncias das recolhas. Uma vez que é a atividade que consome mais tempo, (Figura 5), é frequentemente considerado o mais afeto a tentativas de otimização [20].

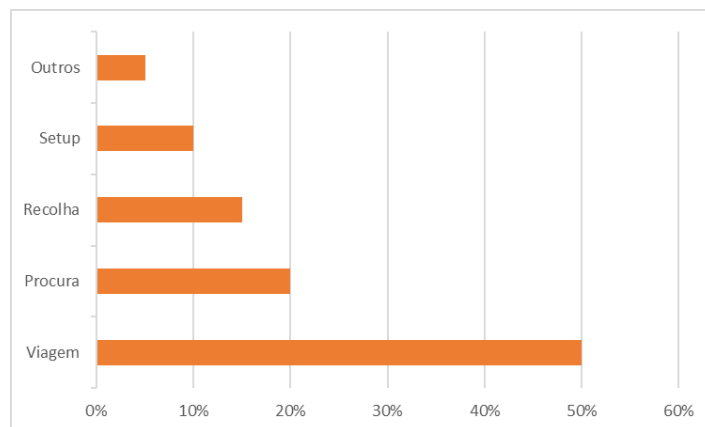


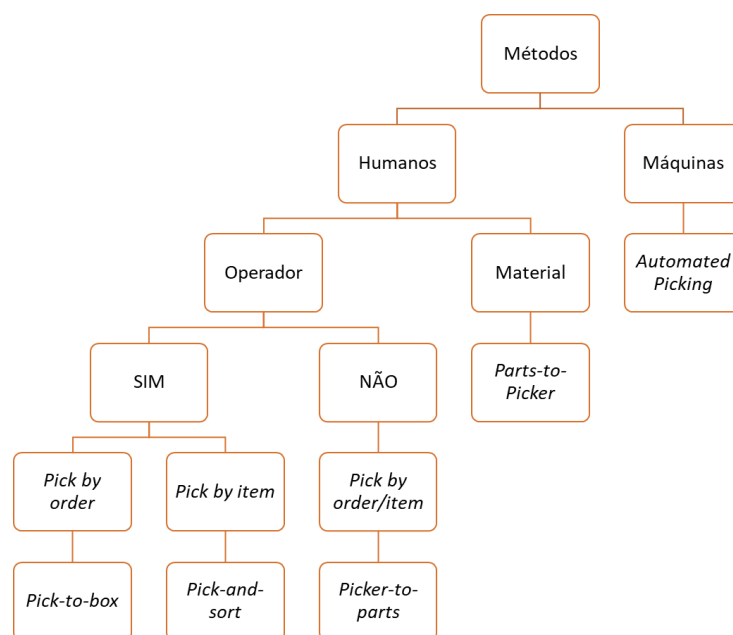
Figura 5-Distribuição das tarefas de *order picking* [18]

O processo de recolha manual de encomendas consiste tipicamente em diversas tarefas como o *setup*, procura, viagem e recolha. As tarefas anteriormente apresentadas podem ser definidas do seguinte modo [23]:

- **Setup:** é o tempo que o trabalhador ocupa a preparar a sua rota de *picking*, como por exemplo, a imprimir as *picking lists*, classificar as mesmas, verificar os artigos e determinar as prioridades de recolha;
- **Viagem:** é o tempo despendido pelo operador a percorrer os diversos pontos no armazém;
- **Procura:** é o tempo em que o operador, quando se encontra na localização do produto, demora a encontrar o produto;
- **Recolha:** inclui todo o tempo gasto pelo operador no processo de extração do artigo fisicamente dos seus locais de armazenamento e ainda documentar a recolha efetuada.

2.3.3. SISTEMAS DE ORDER PICKING

Na Figura 6 estão representados os diferentes sistemas de *order picking*. Estes sistemas estão divididos em cinco categorias diferentes: *picker-to-parts*, *pick-to-box*, *pick-and-sort*, *parts-to-picker* e *automated picking*. A maioria dos armazéns recorre à mão de obra humana para a realização dos processos de *order picking*. Entre esses, o mais comum é o sistema *picker-to-parts* [24].

Figura 6-Métodos de *Order Picking* [24]

Os métodos de *order picking* apresentados na Figura 6, como o *pick-to-box*, *picking automático*, *parts-to-picker* e *picker-to-parts*, estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3-Sistemas de Order Picking

Sistemas	Descrição
<i>Pick-to-box</i>	O sistema <i>pick-to-box</i> , também conhecido como “ <i>pick-and-pass</i> ”, consiste em dividir a área de <i>picking</i> por zonas e cada zona é atribuída a um ou mais operadores. Cada zona de <i>picking</i> está ligada através de um transportador que recolhe os materiais correspondentes (de modo parcial ou integral) à encomenda de um cliente. A vantagem deste processo é a redução do tempo total de viagens de cada operador. Os custos e o grau de dificuldade associados a este processo estão relacionados com a divisão da carga de trabalho por cada zona de <i>picking</i> . Esta aparenta ser uma boa solução, no que toca a <i>order picking</i> de itens de pequeno porte, fluxos médios e pequenos pedidos. Um maior pedido gera uma maior circulação de materiais pelo armazém, aumentando a complexidade do processo e criando maior entropia ao processo [20].
<i>Picking automático</i>	Como o próprio nome indica, o <i>picking</i> automático é realizado através de sistemas autónomos. O recurso a robôs no processo de <i>picking</i> elimina a necessidade de mão de obra manual, reduzindo os erros associados ao processo aumentando assim a sua precisão. Em contrapartida, a necessidade de automatizar todo o armazém incorre num considerável investimento [20].

Tabela 3 - Sistemas de *Order Picking* (Cont.)

Sistemas	Descrição
<i>Parts-to-picker</i>	No processo de <i>order picking</i>, as viagens realizadas pelos operadores são atividades improdutivas, que apenas agregam custos ao processo sem gerar valor. Por isso mesmo, este sistema de picagem passou por alguns processos de inovação tecnológica tais como os carrosséis para prateleiras (<i>carousel racks</i>), módulos de elevação vertical (sistema VLM) e sistemas automatizados de armazenamento e recuperação (AS-<i>Automated Storage / RS-Retrieval System</i>). Neste sistema parcialmente automatizado, o produto chega à zona de expedição de forma automática e o operador, nessa zona, retira a quantidade de cada artigo correspondente à ordem de compra de cada cliente. No fim desse processo, a carga remanescente é devolvida ao local de armazenamento. As vantagens inerentes ao processo de <i>parts-to-picker</i> são as desvantagens do processo <i>picker-to-parts</i> e vice-versa. O sistema <i>parts-to-picker</i> evita as viagens constantes e improdutivas dos operadores e, portanto, menores custos com pessoal visando ainda a redução de inatividade de equipamentos dispendiosos no armazém [21].
<i>Picker-to-parts</i>	O sistema <i>picker-to-parts</i> é o sistema de <i>picking</i> mais elementar, presente nos armazéns e, como tal, também o mais utilizado. Neste sistema os operadores percorrem os corredores do armazém e carregam os produtos de um único pedido ou de um lote, dependendo das políticas de separação de cada armazém. No processo de separação de apenas uma encomenda de cada vez, mais conhecido como <i>strict order picking</i>, o operador inicia o seu percurso no primeiro item da <i>picking list</i> e carrega o material para o local de expedição e avança para a próxima linha da encomenda. Assim que terminada toda a <i>picking list</i>, o operador dá como terminada a sua tarefa e pode avançar para a próxima. Este sistema tem como principal vantagem o seu rigor, uma vez que cada operador é responsável por uma encomenda inteira e permite a verificação direta de erros. A maior desvantagem é que o operador percorre uma grande distância dentro do armazém para recolher apenas uma encomenda [18]. Quanto ao processo de separação por lotes, é semelhante ao anterior. No entanto, neste processo o operador acumula vários itens de uma encomenda antes de proceder à deslocação para o local de expedição. Neste processo existem dois tipos de estratégias diferentes: <i>pick-and-sort</i> e <i>sort-while-pick</i>. Quanto ao <i>pick-and-sort</i>, o operador colhe todos os artigos do lote, sem qualquer tipo de processo de separação e seleção dos mesmos artigos. Tem como principal vantagem a rapidez do processo de recolha dos materiais no processo de <i>picking</i> ao longo do armazém, mas tem como principal desvantagem, a necessidade de um processo de seleção e separação dos artigos do lote recolhido no local de expedição. No processo <i>sort-while-pick</i>, os operadores recolhem os artigos e classificam-nos simultaneamente. Este processo reduz a velocidade do processo de <i>picking</i> mas elimina a necessidade de um processo de seleção ajusante [19].

2.3.4. ESTRATÉGIAS DE ARMAZENAMENTO

Relativamente à organização dos materiais nos armazéns, existe um conjunto de estratégias de armazenamento que, para além de ajudar na organização do armazém, permitem também a redução de tempos e distâncias no processo de *picking*.

Estas estratégias de armazenagem, definem o modo como os artigos devem ser colocados nas suas posições no armazém. As estratégias mais comuns são a armazenagem aleatória, a armazenagem dedicada, a armazenagem por local livre mais próximo, a armazenagem de acordo com a rotatividade e ainda a armazenagem por classes.

As estratégias de armazenamento e uma breve descrição de cada uma delas encontram-se apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4-Estratégias de armazenamento

Armazenamento	Descrição
Armazenagem aleatória	A cada palete que dá entrada no armazém é atribuído um lugar, de forma aleatória e nos locais vagos existentes. Esta estratégia de armazenamento resulta numa elevada utilização do espaço do armazém. Desse modo, ao utilizar toda a extensão do armazém, a distribuição das cargas está espalhada por todo o armazém, promovendo um aumento do tempo despendido em viagens, tanto no processo de alocação das cargas como no processo de <i>picking</i> [24] [25].
Armazenamento dedicado	O armazenamento dedicado, também pode ser denominado como armazenamento fixo. Nesta estratégia de armazenamento, os artigos têm uma posição fixa no armazém. A principal desvantagem é o facto de, mesmo que não exista <i>stock</i> desse produto, o local estar reservado. Para além disso, esse espaço para o artigo em questão, deve ser dimensionado para o seu nível máximo. Desse modo, a eficiência desse método é bastante baixa. Como vantagem, os operadores estão familiarizados com a localização dos artigos no armazém. Isso proporciona uma vantagem na otimização do tempo de deslocação caso os artigos estejam logicamente agrupados e organizados [25].
Armazenamento por local livre mais próximo	É a estratégia mais consensual entre os operadores. Nesta estratégia, no primeiro local vago encontrado pelo operador, será utilizado para armazenar a carga em questão. Neste caso, esta estratégia, faz com que o armazém seja ocupado gradualmente da frente para trás [26].
Armazenamento por rotatividade	Nesta estratégia, os artigos são organizados em armazém de acordo com o seu volume de negócio. Os produtos com maior volume de negócios estão localizados mais perto dos cais de expedição, uma vez que são os artigos com maior rotatividade. Normalmente, esta estratégia, está interligada com a estratégia de armazenamento dedicado. A principal desvantagem dessa interligação é estar sujeita a variações, tendo em conta as solicitações do mercado, o que promove uma reorganização sistemática do material no armazém [27].

Tabela 4-Estratégias de armazenamento (Cont.)

Armazenamento	Descrição
Armazenamento por classes	Esta estratégia combina as diversas estratégias anteriormente referidas. O armazenamento por classes, baseia-se no método do <i>Pareto</i>, ou seja, agrupa os produtos por classes, onde oitenta por cento dos artigos representam vinte por cento do valor total e vice-versa [28]. A cada classe é atribuída uma zona dedicada no armazém. O armazenamento dentro de cada uma dessas áreas é aleatório. Essas classes são determinadas medindo a frequência de saída de cada um desses produtos e o seu valor associado.

2.3.5. LAYOUT

A definição do *layout* de um armazém é uma fase importante no planeamento estratégico na gestão de uma cadeia de abastecimento e tem como objetivos principais os seguintes pontos [29]:

- otimizar aproveitamento dos espaços;
- facilitar os controlos físicos;
- simplificar o envio dos pedidos;
- reduzir ou até mesmo eliminar as perdas e a deterioração do material armazenado;
- simplificar e reduzir as movimentações inerentes aos processos.

A definição do *layout* é constituída por duas partes, definir a tipologia de fluxo e o método de divisão dos artigos na zona de armazenagem.

Quanto à tipologia de fluxos, existem dois tipos, o fluxo contínuo e o fluxo em U como é apresentado na Figura 7.

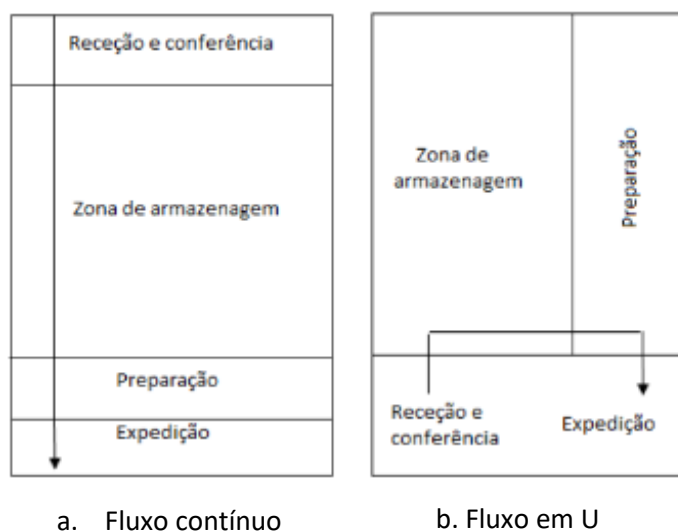


Figura 7-Exemplos de fluxos de *layouts* de armazéns [29]

No *layout* de fluxo contínuo, o processo é realizado em linha, em sequência, sendo assim, os tempos de movimentação são diminuídos. Este tipo de fluxo é adequado para armazéns que pertencem a unidades fabris com diversas linhas de produção [30].

O *layout* com fluxo em U, em comparação com o *layout* de fluxo contínuo, distingue-se por uma menor distância a percorrer dentro do armazém e ainda pela maior proximidade da receção dos materiais e a expedição [30].

A análise ABC apresentada no subcapítulo 2.2.2. impacta no modo como os artigos são dispostos no armazém. O método de armazenamento que se baseia no agrupamento em classes consiste no método de *Pareto*, em que o conceito se traduz no agrupamento dos produtos, tendo em conta as suas classes de maneira que a classe de maior movimentação represente apenas cerca de 15% dos produtos armazenados. Para cada uma dessas três classes, existe uma área específica do armazém. A classe de cada material é determinada pela frequência de venda, ou seja, pela sua rotatividade em armazém. Os produtos que pertencem à classe A são aqueles de maior e mais rápida movimentação. Os produtos da classe B são aqueles de rápida movimentação, mas não tão frequentes quanto aos produtos da classe A e assim sucessivamente [20].

As vantagens deste método de armazenagem centram-se no fato dos produtos da classe A, estarem mais perto do local de expedição permitindo maior flexibilidade e menor espaço de armazenagem embora exista maior rotatividade [20].

Na Figura 8 é apresentada uma ilustração deste método de armazenagem por classes.

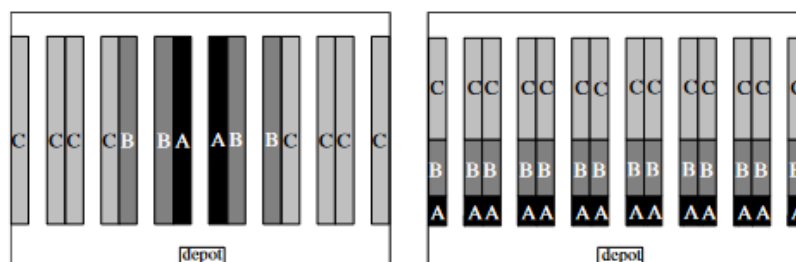


Figura 8-Armazenagem por classes [31]

2.4. OTIMIZAÇÃO DO PICKING

O planeamento de rotas tem ganho relevância, uma vez que, o tempo despendido em viagem consome uma grande quantidade do tempo de trabalho de cada operador, pelo que, de modo a otimizar e a planear as rotas, foram desenvolvidos métodos com o objetivo de minimizar o tempo consumido ou mesmo a distância das próprias viagens. Para tal, existem três tipos gerais de métodos:

- **Exatos:** obtém uma solução ótima, ou seja, o trajeto mais curto, para um problema de rotas;
- **Heurísticos:** obtém-se uma boa solução, mas não há garantias que seja a solução ótima. A vantagem deste método relativamente aos métodos exatos é que a solução é obtida mais rapidamente;

- **Meta-heurísticos:** a solução é aproximada, sem garantir a solução ótima, no entanto, são usadas estratégias para melhorar a solução, muitas vezes obtida através de métodos heurísticos.

O modo de distribuição do uso desses métodos nos armazéns é apresentado na Figura 9. Os métodos mais utilizados são os heurísticos que, embora não garantam uma solução ótima, são mais fáceis de aplicar. Os métodos exatos devolvem a rota com menor tempo ou distância percorrida, mas facilmente promovem os operadores a desviarem-se das rotas. Além dos aspetos comportamentais, o uso dos métodos exatos ainda não se encontram disponíveis para todo o tipo de *layouts* de armazém [31].

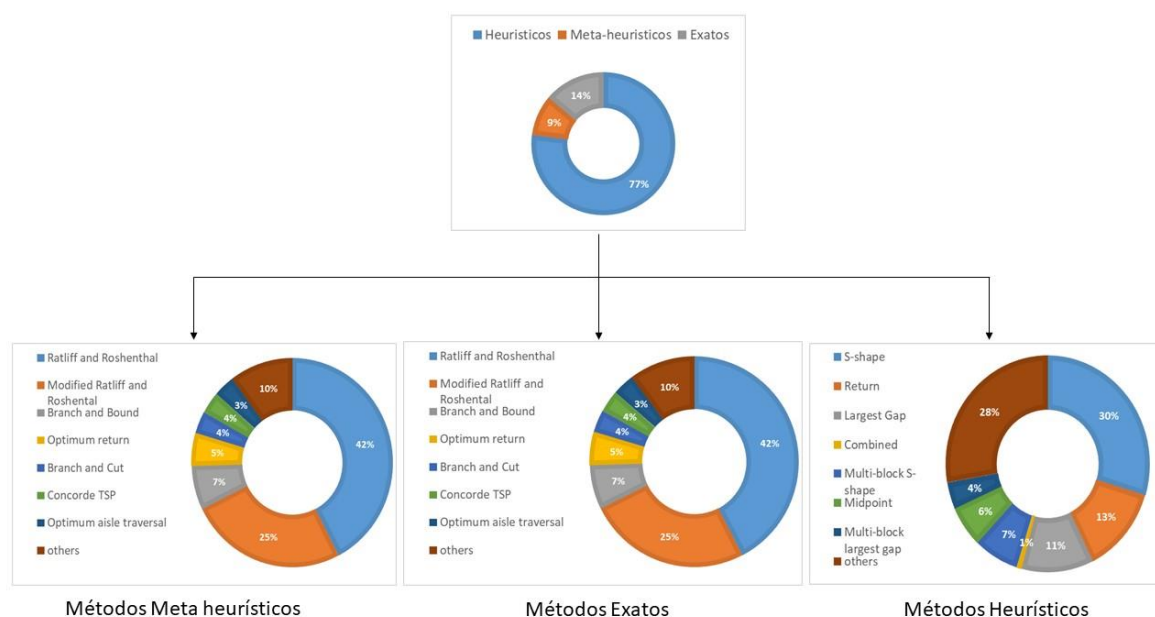


Figura 9-Métodos de otimização [32]

O objetivo primordial do planeamento de rotas é a minimização da distância/tempo das viagens e depende de três questões de planeamento: a localização dos artigos, lotes de encomendas e o planeamento das rotas do operador [32].

Como já foi referido anteriormente, a determinação da rota ótima nem sempre é possível pois a sua implementação nem sempre se encontra prontamente disponível aos operadores sempre que eles necessitam. Para além disso, para cada viagem, a rota ideal difere, o que não é o mais conveniente para o operador, sendo mais fácil definir um conjunto de regras consistentes [23][33].

2.4.1. MÉTODOS EXATOS

Os métodos exatos têm como principal objetivo encontrar a solução ótima para um problema através de algoritmos de otimização. Estes métodos “investigam” todas as possíveis soluções até que a solução ótima seja encontrada. Embora sejam encontradas soluções ótimas, à medida que a

dimensão do problema aumenta, a complexidade do mesmo também aumenta. Por esse motivo, encontrar a solução pode tornar-se quase impossível em tempo útil.

Ratliff e Rosenthal desenvolveram uma primeira abordagem aos métodos exatos para armazéns com dois corredores transversais, que utiliza programação dinâmica para resolver este tipo de problemas. Aumentar o número de corredores neste método provoca um aumento rápido no número de possibilidades [34].

De seguida são apresentados os métodos exatos mais utilizados.

Branch and Bound

Este método consiste em ramificar o problema inicial até atingir o limite conhecido como solução ótima. O conceito por detrás deste algoritmo, prende-se com dividir o conjunto de todos os caminhos possíveis em subconjuntos de menor dimensão, de modo a tornar esses problemas menores e de mais fácil resolução, (Figura 10). Este funcionamento é conhecido como *branching*. De seguida, após a resolução de cada subproblema, as soluções encontradas são analisadas comparando-as com as outras soluções previamente encontradas. Esta função é conhecida como *bouding*. Para finalizar este método, os procedimentos anteriormente referidos são repetidos sucessivamente até ser encontrada a solução ótima [35] [36].

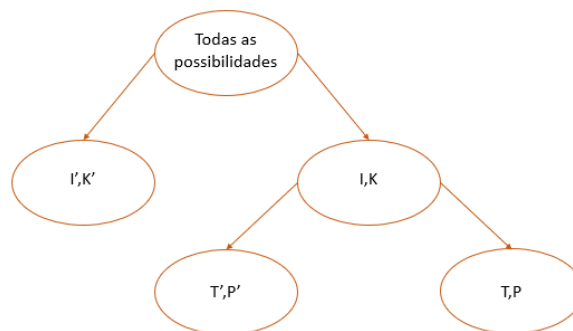


Figura 10- Método *Branch and Bound* [36]

Branch and cut

O método *branch and cut* é um método para solucionar diversos problemas de programação inteira capaz de fornecer soluções ótimas. Este método é similar ao método *branch and bound*. No método *branch and cut* são gerados planos de corte, onde são resolvidos problemas de programação linear sucessivos, de modo a eliminar as restrições. Cada iteração gera uma solução ótima mas, caso não satisfaça todas as restrições de integralidade, é gerado um novo corte [37].

O objetivo primordial deste método é encontrar restrições que sejam aceites pelos pontos admissíveis do problema original. Para cada solução integrada candidata é verificado por meio de uma pesquisa se o grafo é conectado, caso contrário é gerada uma restrição. Pode também ser verificada a existência de restrições violadas [38].

2.4.2. MÉTODOS HEURÍSTICOS

Os métodos heurísticos são métodos que visam melhorar a eficiência do processo de busca de soluções para determinados problemas. Esses métodos são algoritmos que não garantem a devolução de soluções ótimas, mas têm a capacidade de devolver soluções de elevada qualidade, num tempo adequado, tendo em conta as exigências impostas aos dias de hoje.

O planeamento das rotas dos operadores que realizam o processo de *picking*, num armazém, é um caso especial do problema do caixeiro-viajante (*Travelling Salesman Problem, TSP*). Neste método, o objetivo é definir a rota, através dos diversos pontos de recolha, com o menor trajeto possível[39].

Caixeiro viajante (*Traveling Salesman*):

O objetivo do algoritmo do caixeiro-viajante (TSP) é determinar a rota mais curta de modo a visitar todos os nós de uma rede e por fim retornar ao ponto de depósito (ponto inicial). É um método iterativo que procura encontrar a melhor solução para problemas NP-difíceis [40]. Qualquer solução que não seja ótima, mas próxima do ideal, é dada como valiosa. Este método é considerado um algoritmo com uma importância significativa, visto que afeta diretamente várias áreas de aplicação. Por essa razão, existe uma larga variedade de abordagens heurísticas que foram desenvolvidas para servir as diversas áreas necessárias [41].

No TSP, o operador é informado dos locais a percorrer, com um custo c_{ij} , associado aos locais i e j do conjunto total S . O operador parte da posição inicial, passa por todos os locais designados uma única vez e retorna ao ponto inicial novamente. O algoritmo procura devolver uma solução de modo que a trajetória seja realizada com a menor distância possível [42].

Para solucionar problemas relativos ao caixeiro-viajante, existem duas classes de algoritmos: heurísticas construtivas e heurísticas de melhoria.

Heurísticas construtivas: Partem de vazio e constroem uma solução passo a passo através de um conjunto de regras:

- Inicialização: Escolha do nó inicial;
- Seleção: Escolha do próximo nó para pertencer à solução;
- Inserção: Escolha do local onde é inserido o novo elemento.

Heurísticas de melhoria: Iniciam o processo com uma solução inicial e tentam melhorar essa solução através de pequenas alterações à solução anteriormente determinada.

De seguida serão apresentadas duas heurísticas construtivas: vizinho mais próximo e inserção mais barata.

Vizinho mais próximo

O método do vizinho mais próximo é a heurística mais natural do TSP. Neste algoritmo, o operador viaja para o local mais próximo que ainda não foi visitado. Os custos associados às viagens para cada um dos locais não visitados são analisados. O local com menor custo é selecionado e passa a pertencer ao grupo dos locais já visitados [17].

O processo é construído passo a passo e é iterativo, repetindo-se até que não exista mais nenhum local a ser visitado, ou seja, até que toda a rota esteja definida, (Figura 11) [43] .

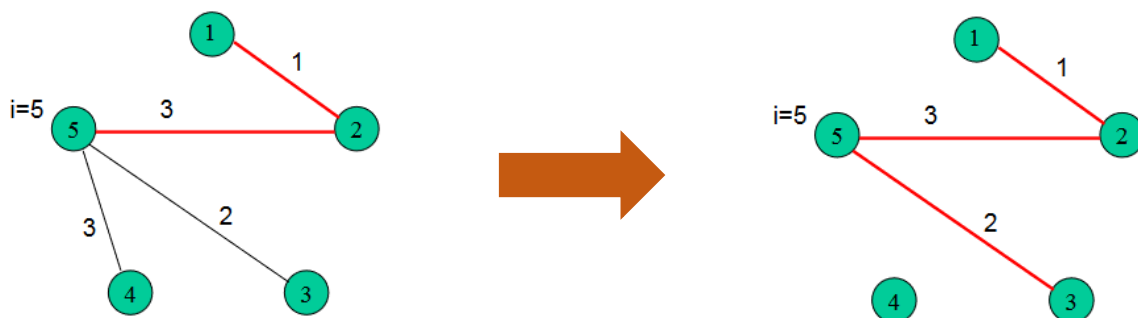


Figura 11-Vizinho mais próximo [44]

Inserção mais barata

A heurística da inserção mais barata, cria uma rota, a partir de uma rota inicial composta por 3 nós. A cada passo são adicionadas ao nó k , que ainda não foi visitado, as arestas i e j (Figura 12)[44], cujo custo de inserção seja o mais barato.

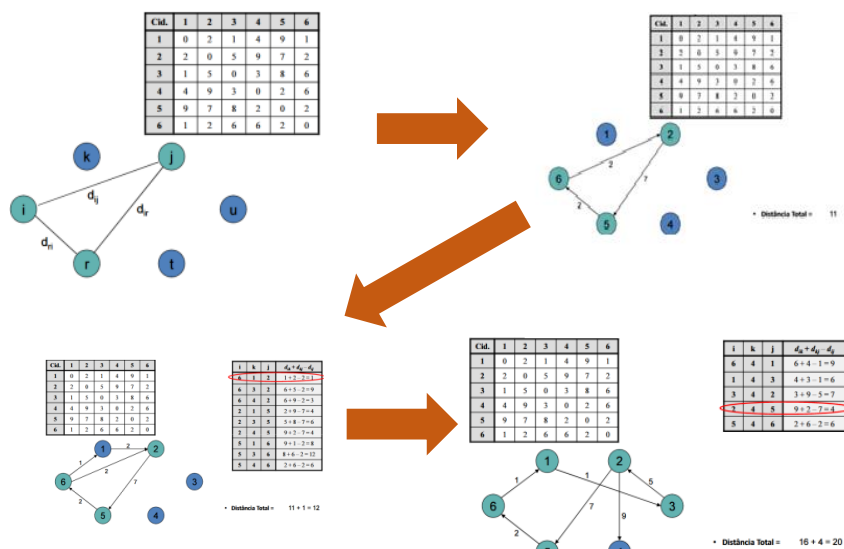


Figura 12-Inserção mais barata [45]

O método do caixeiro-viajante é usado para aumentar o desempenho da recolha de encomendas num armazém. Este método, quando comparado com outros, como o *s-shape*, o *return*, o *midpoint*, o *largest gap* e o *combined*, demonstra ganhos no desempenho até 47%. O facto de atribuir uma

posição específica a um determinado produto facilita a implementação do método do caixeiro-viajante.

2.4.3. MÉTODOS METAHEURISTICOS

Os métodos metaheurísticos são técnicas de otimização utilizados na resolução de problemas complexos, especialmente quando os métodos tradicionais se mostram ineficazes. Ao contrário das abordagens convencionais, essas técnicas são baseadas em princípios gerais, não dependendo de modelos matemáticos específicos para solucionar um problema. De seguida serão apresentados alguns métodos metaheurísticos mais utilizados como o algoritmo genético (*Genetic algorithm*), o arrefecimento simulado (*Simulated Annealing*) e a pesquisa tabu (*Tabu search*).

Algoritmo genético

O algoritmo genético é uma técnica de pesquisa através de um processo iterativo de “gerar + detetar”. Este algoritmo procura a solução ótima de uma forma aleatória. Quanto maior o tamanho da solução mais lenta é a resolução do problema [45].

O algoritmo genético, é uma técnica de busca aleatória, que desenvolve uma população inicial de soluções que utilizam operadores genéticos, para criar gerações sucessivamente melhores em relação a um objetivo, sendo normalmente adequado quando o espaço de busca é desconhecido. Nesta estratégia, cada indivíduo é codificado, numa estrutura que representa as suas propriedades. Estes indivíduos evoluem sucessivamente através de iterações, denominadas como gerações. Durante cada uma dessas gerações são avaliadas utilizando algumas medidas. Essas novas gerações são avaliadas através dessas medidas repetidamente até que o critério de paragem seja cumprido.

A eficácia desta estratégia depende essencialmente dos seguintes parâmetros:

- Escolha correta da representação gráfica;
- Mecanismos de seleção;
- Critérios de paragem;
- Operadores genéticos;
- Mecanismo de geração da população inicial.

Como foi referido anteriormente a população inicial é gerada aleatoriamente e isso pode causar não só alguma entropia no sistema como ainda causar atrasos na convergência do sistema [46].

Arrefecimento simulado

O método arrefecimento simulado pode ser definido como um algoritmo de busca local, que estabelece a ligação entre um comportamento termodinâmico e a procura pelo máximo/mínimo global de um problema de otimização. Por cada iteração realizada, são geradas duas soluções que podem ser comparadas. As melhores soluções são sempre aceites, quanto às soluções rejeitadas, uma percentagem destas são aceites, pois pode ter escapado um mínimo ou máximo local, enquanto era realizada a busca pelo máximo ou mínimo global [47].

$$P(t, R, S) = e^{\frac{\text{Qualidade}(R) - \text{Qualidade}(S)}{t}}, t \geq 0 \quad (5)$$

Sejam R e S duas soluções, se R for melhor que S, então S é substituído por R. Caso R seja pior que S então, S pode ser substituído por R com uma certa probabilidade P (t, R, S) como apresentado na Equação 5, [48].

Normalmente t é definido com um valor muito alto pois, desse modo, as soluções devolvidas pelo algoritmo irão mudar sempre para as mais recentes, independentemente do quanto boa ela seja. Quando R é menor que S a fração é negativa e quanto mais seja a diferença mais a probabilidade se aproxima de zero. Pelo contrário, quanto mais próximo seja a qualidade de R e S, mais a probabilidade se aproxima de zero. Por esse motivo é possível selecionar R com uma probabilidade boa [48].

Pesquisa tabu

Para processos de otimização combinatória, uma solução tem de ser encontrada no conjunto de soluções para um mínimo ou máximo de uma função objetivo. Um método de solução simples utilizado nos problemas de otimização combinatória é a pesquisa local. A desvantagem desse método é que a sequência termina num mínimo local e não necessariamente no mínimo global. Nesses casos, a solução obtida pode diferir bastante da solução ótima. Por isso, foram desenvolvidas diferentes abordagens, com base na pesquisa local, de modo a determinar as soluções ótimas, sem afetar negativamente a função objetivo. A pesquisa clássica conhecida como *tabu*, tem como base a pesquisa local e visa simular os processos da memória humana. Este método é implementando, através de uma lista tabu que regista os movimentos aplicados em iterações anteriores. Em cada iteração, o *tabu search* considera apenas os elementos na sua vizinhança como possíveis soluções. Quando uma solução é aceite, a lista tabu é atualizada [49] [50].

2.4.4. PLANEAMENTO DE ROTAS

O planeamento de rotas tem como objetivo sequenciar a ordem das listas de *picking*. Na prática, como é possível verificar na Figura 9, os problemas de planeamento de rotas para recolha de itens num armazém, em 77% dos casos, são resolvidos através de métodos heurísticos [20] [31].

Os métodos ótimos apresentam algumas desvantagens, como por exemplo, não ser possível utilizar o algoritmo para todo o tipo de layout de armazém ou então, a rota ótima ser ilógica. Outra desvantagem dos algoritmos ótimos é não terem em conta, os possíveis constrangimentos existentes nos corredores do armazém [20].

A distinção entre os diversos métodos heurísticos de encaminhamento de operadores nos armazéns são descritos de seguida.

S-shape (Transversal)

A estratégia mais simples é a transversal (*S-shape*). O operador inicia a sua viagem, entra no corredor numa das suas extremidades, percorre toda a sua extensão, sai na outra extremidade e assim sucessivamente. Os corredores que não contenham nenhum item, não devem ser

percorridos. Assim que o operador recolher o último item da lista deve regressar ao ponto inicial [51].

Return (Retorno)

Quanto à estratégia *Return*, o operador viaja pelo corredor principal e entra nos corredores para realizar o *picking* dos artigos. Após a recolha dos itens, o operador deve realizar o processo de volta, pelo mesmo local onde entrou no corredor, volta ao corredor principal e viaja até ao próximo corredor onde tenha artigos para recolher. O operador deve realizar este processo sucessivamente até todos os itens da lista estarem coletados [52].

Largest Gap (Maior Intervalo)

Na estratégia *Largest Gap*, o intervalo representa a distância entre dois quaisquer pontos de recolha adjacentes num corredor. A lógica desta estratégia é evitar grandes “lacunas”, ou seja, se a maior distância for entre dois locais de recolha adjacentes, o operador faz a operação de retorno a partir de uma das extremidades do corredor [53].

Midpoint (Ponto Médio)

A estratégia *midpoint* é normalmente utilizada quando não existe mais do que um produto a ser recolhido no mesmo corredor e, nesses casos, é uma excelente alternativa à estratégia de *s-shape*. Esta estratégia divide lateralmente o armazém em duas metades. Os itens a serem recolhidos do lado da frente dessa metade são acedidos pelo lado da frente e os itens do lado de trás dessa metade são recolhidos pelo corredor traseiro. Se assumirmos a uniformidade, a distância longitudinal esperada para o ponto médio, será idêntica à distância esperada para a estratégia *s-shape* [54].

Corredor a Corredor

Nesta estratégia, o operador passa nos corredores onde exista pelo menos um artigo a ser coletado. Esse local é visado apenas uma só vez, ou seja, o operador entra no corredor caso esse corredor contenha produtos a serem coletados, recolhe todos os artigos e segue para o próximo corredor. O operador repete o processo sucessivamente até que todos os artigos presentes nas *picking lists* estejam recolhidos. Neste método, se o artigo a ser recolhido for antes do meio do corredor, após recolher o artigo, o operador volta de novo para o corredor principal, pelo mesmo local onde entrou. Nesta heurística, como cada corredor é considerado apenas uma vez, a complexidade é linear com o número de corredores a serem considerados [55] [56].

Combined (Combinado)

A heurística *combined* é uma estratégia semelhante à estratégia corredor a corredor. O armazém é dividido em subeixos e cada um deles deve conter itens a serem coletados. Cada local deve ser visitado uma só vez. Nesta estratégia, fruto da subdivisão do armazém, este fica dividido em blocos. No início do processo, os itens são localizados e coletados num primeiro bloco e depois passa-se ao bloco seguinte [55].

As políticas de planeamento de rotas, referidas anteriormente como o *s-shape*, *return*, *largest gap*, *midpoint*, *corredor a corredor* e *combined* estão apresentadas graficamente na Figura 13 [33].

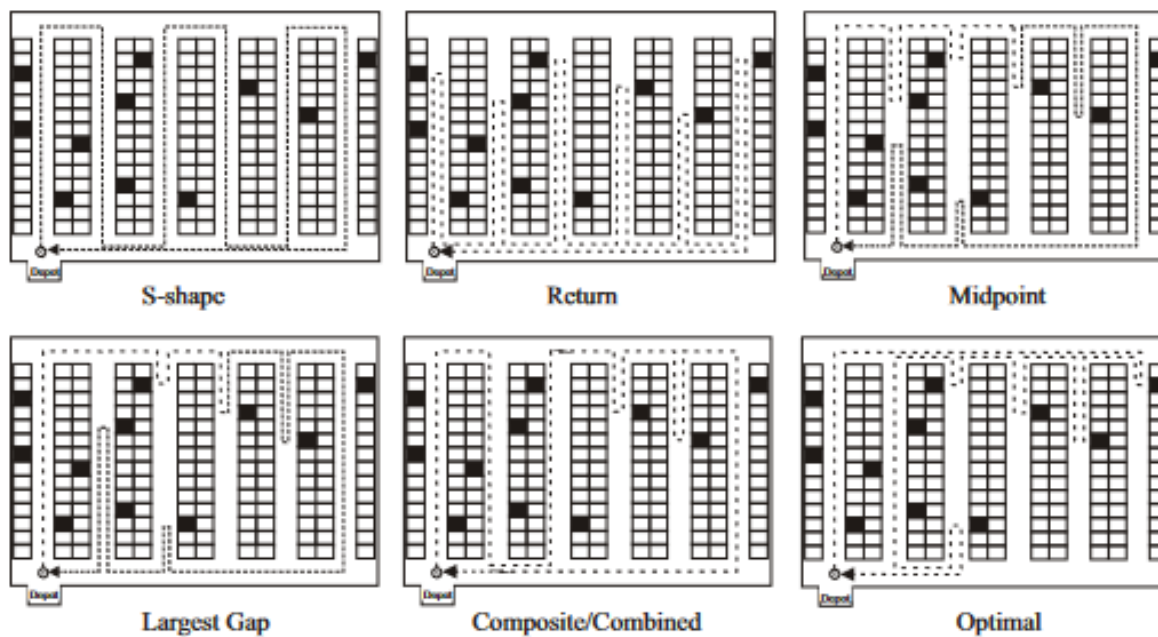


Figura 13-Políticas de planeamento de rotas [33]

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

No presente capítulo é realizada uma breve contextualização do projeto, onde é apresentada de forma breve a empresa onde o projeto foi desenvolvido, assim como a sua estrutura organizacional. Por fim, é apresentado o departamento onde o projeto se insere e a forma como o mesmo se encontra organizado.

3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente projeto foi realizado numa empresa de compósitos à base de cortiça, líder mundial no setor onde se insere. A empresa evoluiu, ao longo dos anos, desde uma pequena empresa sediada em Vila Nova de Gaia até atingir as dimensões que possui atualmente. Essa evolução deve-se principalmente à aposta na inovação e desenvolvimento, promovida por um forte investimento nos mais diversos mercados, para as mais variadas aplicações. O grupo possui negócios desde a obtenção da matéria-prima até à venda do produto final.

A origem desta empresa teve como intuito reaproveitar os desperdícios gerados pela empresa mãe, focada no fabrico de rolhas de cortiça. Esses desperdícios de cortiça são transportados para a empresa, para serem transformados em granulados e aglomerados de cortiça. Essa nova matéria-prima, resultante dos tais desperdícios da indústria das rolhas, é utilizada no desenvolvimento de novos produtos para as mais variadas indústrias. Por sua vez, essas indústrias apresentam desde soluções para construções, como soluções termo acústicas, decoração para casas, escritório, objetos de design, até ao desenvolvimento de produtos para a alta tecnologia. Por esse motivo, a missão da empresa, tem como objetivo claro valorizar a cortiça, através de compósitos sustentáveis para as mais diversas aplicações.

3.1.1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A empresa, atualmente, conta com cerca de 620 colaboradores e a sua atividade laboral encontra-se dividida em três turnos. Os colaboradores da empresa laboram das 06:00 às 14:00, das 14:00 às 22:00 e das 22:00 às 06:00.

Inerente ao processo de integração na empresa, inicialmente todos os colaboradores estão sujeitos a um período de formação, denominado de acolhimento. Neste processo de acolhimento, os novos colaboradores têm contacto com pessoas das mais diversas áreas da empresa, de modo a ficarem mais familiarizados com os processos e objetivos destinados a cada área.

A estrutura organizacional da empresa encontra-se apresentada na Figura 14.

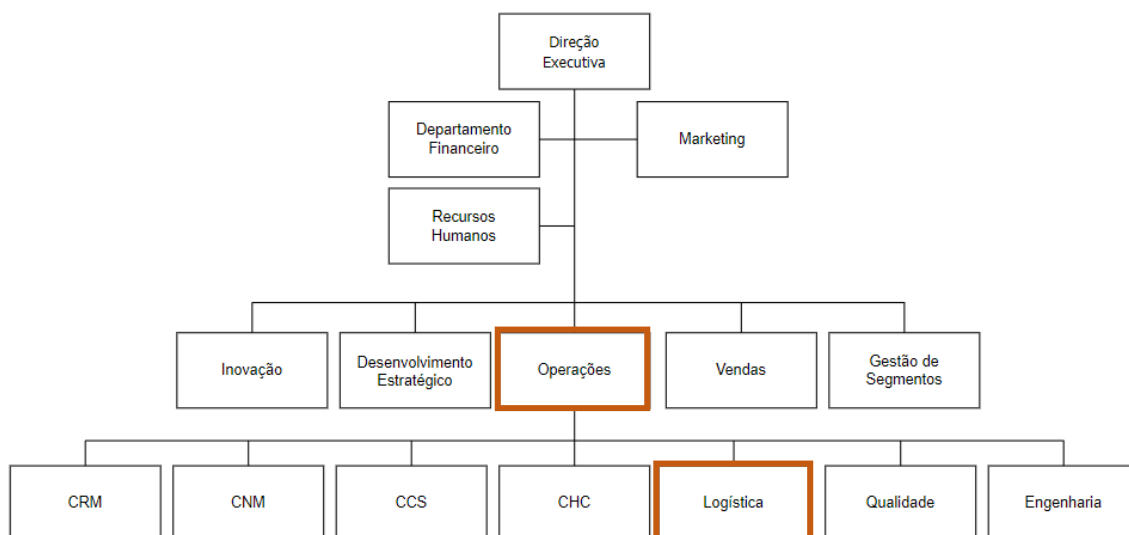


Figura 14-Estrutura organizacional

O projeto foi desenvolvido no departamento de logística, pertencente ao departamento das operações. O departamento da logística encontra-se dividido da forma apresentada na Figura 15.

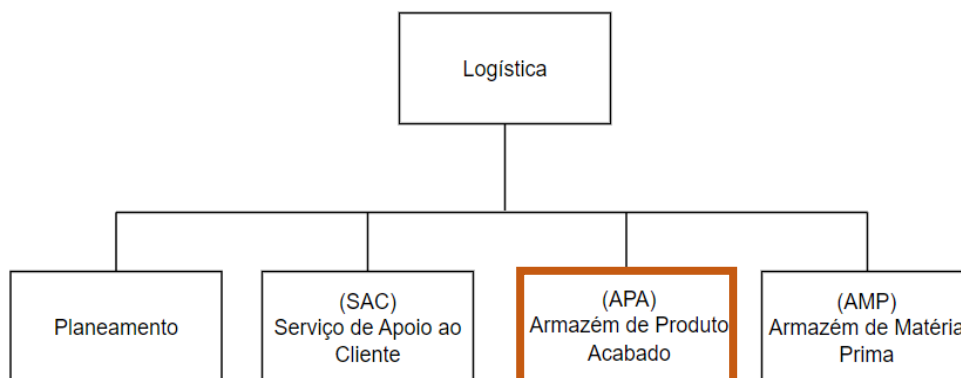


Figura 15-Departamento da Logística

No armazém de matéria-prima (AMP) é feita a receção de todos os materiais não cortiça, necessários para o normal funcionamento da empresa. Quanto ao departamento referente ao serviço de apoio ao cliente (SAC) é onde ocorre o registo de entrada de encomendas. Este departamento é responsável pela ligação entre a empresa e o cliente. Após a entrada da encomenda, o processo de encomenda passa para o planeamento. O planeamento é responsável por transmitir ao SAC uma data fidedigna de entrega do produto ao cliente e planejar a produção de modo a cumprir essa mesma data. O armazém de produto acabado, local da realização deste mesmo projeto, é responsável pela expedição das encomendas para o cliente. No Anexo A é apresentado o fluxograma do *to-be* do processo de expedição que interliga o SAC, o APA e o planeamento.

3.1.2. LOGÍSTICA – ARMAZÉM DE PRODUTO ACABADO

O trabalho realizado foi desenvolvido no departamento de logística, mais concretamente no armazém de produto acabado (APA). A função do armazém de produto acabado é receber o produto acabado vindo para produto e armazená-lo até que o mesmo seja expedido para o cliente. O APA é responsável por receber, inspecionar, armazenar e movimentar o produto acabado.

As principais funções do armazém de produto acabado são:

- **Armazenamento:** alocar o material a um local adequado, de modo a preservá-lo nas melhores condições possíveis para que seja expedido para o cliente em boas condições;
- **Controlo do stock:** realizar contagem periódica de *stock*, através da realização de um inventário por semestre;
- **Expedição:** expedir o material para o cliente cumprindo as especificações de carregamento impostas pelo mesmo;
- **Picking:** realização do *picking* de armazenamento, *picking* de separação e *picking* de carregamento, de modo a ser possível monitorizar o estado e a localização do material no armazém;
- **Logística inversa:** receber e processar devoluções dos clientes.

Na Figura 16 está apresentado o layout do APA, na qual é possível perceber que o armazém se encontra dividido em três secções.

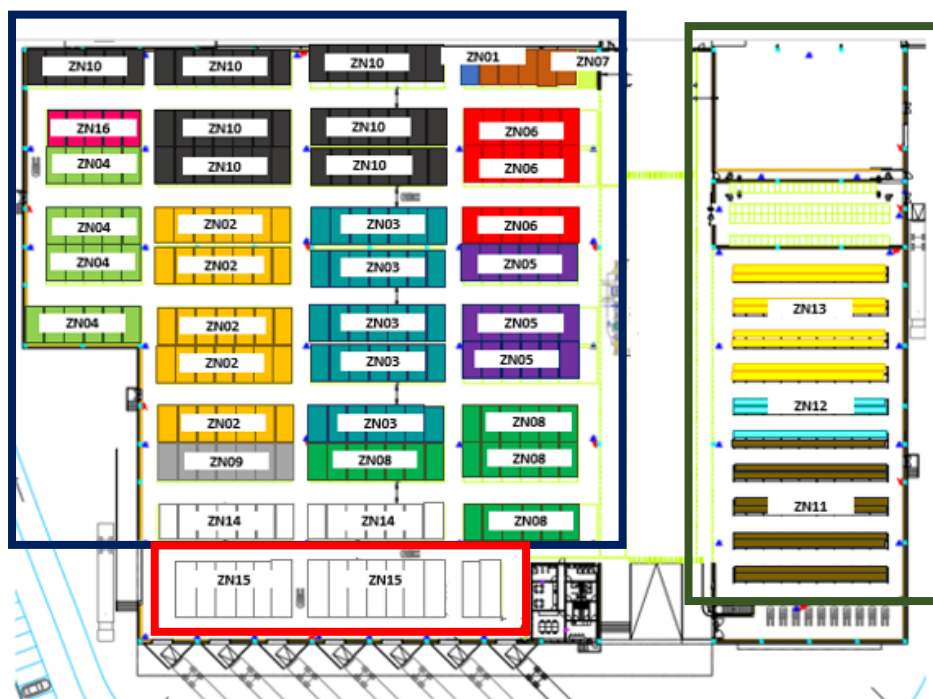


Figura 16-Layout do APA

Os produtos provenientes da produção dão entrada no armazém e são etiquetados com uma etiqueta específica EWM, ainda na produção, numa zona denominada de ZONA-EMB. Após a receção e etiquetagem dos produtos, estes podem ser armazenados em armazém em duas zonas distintas:

- Na zona marcada a azul (Figura 16), que é destinada a encomendas *Make To Order* (MTO) que são armazenados em cargas ao solo, como apresentado na Figura 17;



Figura 17-Cargas ao solo

- A zona delimitada a verde na Figura 16, é constituída por *racks*, e encontra-se destinada a encomendas *Make To Stock* (MTS), normalmente ligados intrinsecamente a grandes superfícies (GS), como demonstrado na Figura 18



Figura 18-Racks

Conforme apresentada na Figura 19, a região marcada a vermelho na Figura 16 é a zona de expedição. Previamente à data de expedição do produto, o mesmo é colocado neste local, onde aguarda a chegada do transporte para a sua respetiva expedição.



Figura 19-Locais de expedição

3.2. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL

Neste subcapítulo é descrita a situação inicial do projeto, que é dividida em duas vertentes. Numa primeira vertente, que se refere ao processo de *order picking*, é retratado todo o processo de *order picking*, desde a produção até à expedição do produto. Numa segunda vertente, que retrata a análise do *stock* livre, onde é demonstrada a forma como se desenvolvia o processo na sua situação inicial.

3.2.1. ORDER PICKING - SITUAÇÃO INICIAL

O processo de *order picking* é uma atividade crítica no setor da logística empresarial, uma vez que é nesta fase que os produtos são selecionados e preparados para atender às exigências dos clientes. Eficiência e precisão, neste processo, são fundamentais para garantir que os produtos corretos sejam entregues dentro do prazo estabelecido e em perfeitas condições. O processo tem início após a produção dos produtos, sendo que, após a sua produção é anexada, ao produto, uma etiqueta *EWM*, similar à apresentada na Figura 20, permitindo o seu rastreamento no sistema de armazenamento da empresa.



Figura 20-Etiqueta *EWM*

De seguida, os produtos são transportados para o armazém para posteriormente serem armazenados. Os produtos podem ser armazenados em cargas ao solo caso o tipo de encomenda seja MTO ou armazenados em *racks* caso a encomenda seja do tipo MTS. Previamente à sua armazenagem, os produtos são envoltos em filme, se necessário, para protegê-los e facilitar a sua movimentação dentro do armazém.

Posteriormente, é realizado o processo de *picking* de armazenamento, no qual o operador responsável pelo processo, com o auxílio de uma pistola, Figura 21, seleciona a posição onde colocar o produto no armazém e realiza o processo de picagem, tanto da posição, como da etiqueta do produto, inserindo assim a informação no sistema do armazém.

A precisão nesta atividade é fundamental, pois qualquer erro informático pode levar à entrega do produto errado ou atrasar o processo de expedição.



Figura 21-Pistola para *picking*

Deste modo, os produtos armazenados no sistema ficam disponíveis para atender às exigências dos clientes e quando é gerada uma ordem de expedição, o monitor de cargas é atualizado. Todos os dias, um colaborador do APA é responsável pela atualização das bases de dados necessárias e pela impressão das *picking list*, onde estão presentes as remessas que irão ser expedidas no dia seguinte, como exemplificado no Anexo B.

Assim que solicitado, um operador recolhe uma *picking list* e inicia o *picking* de separação. Para iniciar a separação, o operador define o local de expedição, para onde irá separar o material. Em seguida, é picado com a pistola o QR code presente na *picking list*, que demonstra o material a ser recolhido, a posição onde se deve dirigir e a unidade comercial (UC) a ser recolhida naquela mesma posição.

Embora para um mesmo material possa existir mais que uma UC, o sistema obedece à regra do *First In First Out* (FIFO), ou seja, a ordenação de recolha não olha à localização do material, mas sim à data que o *picking* de armazenamento foi realizado. Logo que o processo de *picking* de separação

se encontre finalizado, todo o material associado àquela remessa fica a aguardar a chegada do transporte para a sua expedição.

Por fim, dada a chegada do transporte para a expedição da remessa, o transporte é alocado, na aplicação em *PowerApps*, a um cais e o operador dá início ao *picking* de carregamento. Para tal, o colaborador, em *PowerApps*, recorre ao plano de cargas (Figura 22), visualiza a remessa que deverá dar início e aloca ao cais de carga mais próximo do local de expedição, onde se encontra a carga.

PLANO DE CARGAS | APA

Data	Hora	Remessa	Tarefa	Cliente	Matrícula	Cais	Picking	Posição	Notif.
19.04.2023	13:00	3852031211							[Star]
19.04.2023	8:00	3852031261			ENTREGA NO CLI ENTE				[Star]
19.04.2023	8:00	3852031296			ENTREGA NO CLI ENTE				[Star]
19.04.2023	8:00	3852030214	335359		RECOLHA CLIENTE		F		[Star]
21.04.2023	8:00	3852031332							[Star]
21.04.2023	15:00	3852031279	353066				P	EXP5-D	[Star]
24.02.2023	10:00	3852030002	333831		MEDU5336161		P	EXP5-A	[Star]
24.03.2023	14:24	5252000409			LE-3516				[Star]
25.01.2023	8:00	3850000646			TNT DEV.				[Star]
26.04.2023	8:00	3852031185	353584				C	EXP6-C	[Star]

Figura 22-Plano de cargas em *PowerApps*

Neste momento, o operador visualiza em *PowerApps* a que cais o transporte se encontra alocado (Figura 23) e pode dar início ao carregamento. Nesta secção é ainda possível monitorizar a percentagem da carga que já se encontra carregada, a duração do carregamento, a hora prevista de chegada do transporte e a hora efetiva de chegada.

CAIS | APA

Live | Espera | Aguarda Docs

CAIS 1 CAIS 2 CAIS 3 CAIS 4

Prev. 08:00 | Real 14:42 reservado

Ver Ver Ver Ver

CAIS 5 CAIS 6 CAIS 7 CAIS 8

Prev. 10:00 | Real 15:15 CV

Ver Ver Ver Ver

Rampa

Ver

Figura 23-Cais de carga em *PowerApps*

Quanto ao processo de carregamento o operador “pica” com a pistola o *QR code* presente na nova secção, como apresentado na Figura 24 e, desse modo, o operador visualiza a que posição se deve

deslocar e qual a UC a carregar. Assim que localiza a UC, “pica” o *QR code* da etiqueta *EWM* e, desse modo, marca em sistema que o material já foi carregado.

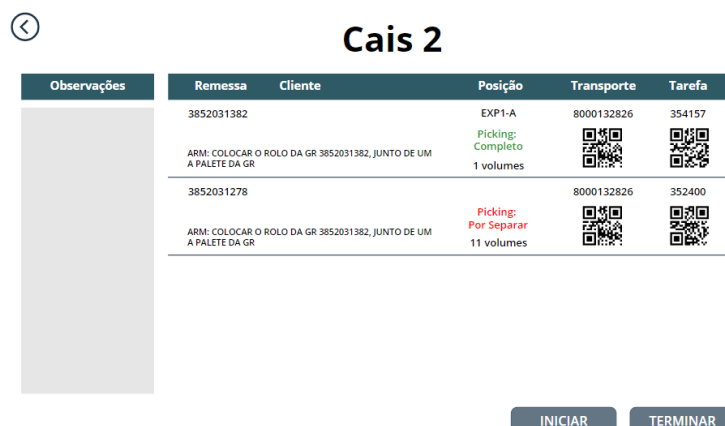


Figura 24-Picking de carregamento em *PowerApps*

Importa destacar que a utilização de tecnologias avançadas, tais como as etiquetas *EWM* e pistolas de *picking*, tem permitido uma maior eficiência e precisão no processo de *order picking*. Além disso, o investimento em formação dos operadores é fundamental para garantir a qualidade e a eficiência do processo.

3.2.2. STOCK LIVRE – SITUAÇÃO INICIAL

O *stock livre* é uma expressão utilizada na área do planeamento e gestão de *stocks*, que se refere ao inventário de produtos que se encontram disponíveis para venda, sem estarem afetos a nenhuma encomenda ou ordem de fabrico em curso. Nestes casos, se após a produção, o material não foi expedido, devido a, por exemplo, cancelamento do cliente, falta de pagamento, quantidade produzida em excesso, entre outros. O material fica retido em armazém sem ordem de venda (OV) associada.

Para garantir que o *stock livre* é monitorizado de forma adequada, são realizadas reuniões semanais entre a equipa do planeamento e o APA (Armazém de Produtos Acabado). Nesta reunião, são discutidos aspetos relacionados com o *stock*, como a sua evolução ao longo da semana, as razões para o seu surgimento, as possíveis soluções para a sua alocação e consequente expedição, entre outros. Durante estas reuniões, é analisada uma tabela em Excel, extensa, com informação detalhada sobre o *stock livre*, o que se torna pouco prático, devido à extensão da mesma. Reportando à data de início do corrente projeto, o valor do *stock livre*, rondava o valor apresentado na Figura 25 e contava com cerca de 350 linhas em Excel.



Figura 25-Valor do *stock livre* no início do projeto

A função do planeamento nestas reuniões é, essencialmente, garantir que cada linha da tabela em Excel é analisada em detalhe (Figura 26), de forma a verificar a que unidade industrial (UI) pertence aquele código de produto e se existe uma OV e uma OF (Ordem de Fabrico), por entrar em produção para aquele mesmo produto. A análise desse ficheiro Excel é realizada linha a linha sendo que, para cada linha, o planeador de cada área verifica se o produto pertence à sua área de atuação. De seguida verifica nas bases de dados do planeamento se para aquele produto existe alguma OF e em que ponto de situação se encontra. Caso exista uma OF em aberto, ou seja, cuja produção ainda não tenha sido iniciada, o *stock* livre existente é alocado diretamente à OF, de forma a garantir que os prazos de entrega são cumpridos e a produção é otimizada.

7											Values				
8	Depósito	Material	Descrição material	OV	Item OV	Lote	UMB	Sum of Quantidade livre	Sum of Quantidade bloqueado	Sum of VALOR	Com OV?	Com OV (Embalagem dif)?			
9	CC68	70001983	PL CC 8002/E01 1000X500X10,0 01	3823002923	000020	2300292302	PL	5 720,00	0	21 850					
10	CC68	70004638	RL CC 8245/000 1245X0,8-375M 01		000000	INVINICIAL	ROL	39,00	0	15 717					
11	CC68	70001981	PL CC 8002/E01 1000X500X4,0 01	3823002923	000010	2300292301	PL	8 800,00	0	13 376					
12	CC68	70003895	RL CC 8210/000 1000X1,8-10M LL	3820025300	000050	2002530005	ROL	627,00	0	6 747	70003895	70007031			
13	CC68	70003244	RL ML C253/000 1000X2,5-10M		000000	INV_INICIA	ROL	68,00	0	6 720					
14	CC68	33000018	CT/TRIT N/V - CRU VIRGEM		000000	PRGEPO001	KG	150,00	0	397	33000018	33000018			
15	CC68	33000018	CT/TRIT N/V - CRU VIRGEM		000000	SA22G0011	KG	2 100,00	0	5 553	33000018	33000018			
16	CC68	70004430	RL CC 8244/PAK 1000X3,0-10M 11		000000	2000305601	ROL	200,00	0	5 362					
17	CC68	70014409	PL CC 8403/S11 940X640X63,0 01		000000	2002576601	PL	140,00	0	5 295					
18	CC68	70004433	PL CC 8244/000 1525X915X25,4 06		000000	2300047502	PL	160,00	0	4 875	70004433	70004433			
19	CC68	70003566	PL CC 8004/000 915X610X4,6 AS	3820024948	000090	2002494809	PL	1 904,00	0	4 455					
20	CC68	70001111	RL CC 8245/000 1226X4,0-18,3M 00		000000	INVINICIAL	ROL	48,00	0	4 226					
21	CC68	70001551	PL CC 8002/E01 900X600X10,0 AD	3823001585	000030	2300158503	PL	960,00	0	4 022		70000703			

Figura 26- Situação inicial da análise do planeamento

A função do APA é analisar o mesmo ficheiro Excel, mas por outro método, conforme apresentado na Figura 27. O responsável do APA verifica a lista, por ordem decrescente de valor, e posteriormente verifica em sistema, neste caso em SAP EWM, se o produto existe. Por fim, verifica em sistema em que posições se localiza o produto e a UC correspondente e procede à procura física em armazém, de modo a perceber se o *stock* existente em sistema existe fisicamente. Esta verificação é necessária, uma vez que, como os produtos em *stock* livre de baixo valor geralmente se encontram há muito tempo em armazém, pode ter ocorrido um desnível do *stock*, logo o *stock* que existe em sistema pode não corresponder à realidade.

Material	Descrição material	OV	Item OV	Lote	UMB	Sum of Quantidade livre	Sum of Quantidade bloqueado	Sum of VALOR	Com OV?	Com OV (Embalagem dif)?
70023118	PL CC 8405/S21 940X640X75,0 3D	3820007978	000020	2000797802	PL	0,00	34	0		
83001899	WICANDERS BROCHURE DM	3820022247	000030	AMOSTRAS	UN	10,00	0	0		
41000475	GRAN BD 1/2 50-55 SE SA042 CR	3823002159	000010	2300215901	KG	150,00	0	0	41000475	41000475
83001895	SS CORK PURE DM	3820022247	000020	AMOSTRAS	UN	9,00	0	0		
73000143	PM ML N°37 FOOT INNO 002 SEM PELE		000000	37261	PAR	0,00	1	0		
75000023	GRAN REV PELLETS AMOSTRAS	3823002605	000020	1100794665	KG	0,45	0	0	75000023	75000023
70024494	PL CC AMOSTRAS CHC	3820019535	000010	2001953501	M3	4,62	0	0		70024937
41000253	GRAN MF 4 0/0,4 60-80 HU SA017 CMP(T)	3823002819	000010	72626	KG	0,09	0	0		
41000690	GRAN ADS 1/2 170-210 SE AS027	3823002842	000010	2300284201	KG	1,00	0	1	41000690	41000690
70015390	PL CR 1521/000 1270X760X1,0 ZZ	3820005642	000010	2000564201	PL	2,00	0	4		
72001454	ES CC [8003] TAPADEIRA TEA POT FOR 2 AG		000000	34415	UN	50,00	0	6	72001454	72001454
70000151	PL CC 8003/000 915X610X5,0 0A	3822000011	000060	1864363	PL	5,00	0	12	70000151	70013955
72002359	TV CC 8405 20KK 9,7 000 GS		000000	1600180732	UN	24,00	0	13	72002359	72002359
72000942	TM CC 8405/S11 137M 000 00		000000	2000241406	UN	288,00	0	14		72002356
70013953	PL CC 8003/000 915X610X3,0 58	3822000011	000070	2200001107	PL	10,00	0	15	70013953	70013953
70010969	PL CC 8403/PXX 915X610X6,0 03		000000	INVINICIAL	PL	8,00	0	17	70010969	70010969
70003693	PL CC 8004/000 940X640X1,2 CB		000000	2300133602	PL	30,00	0	17		

Figura 27- Situação inicial de análise do APA

Em resumo, a gestão eficiente do *stock* livre é essencial para garantir que as empresas conseguem responder de forma adequada às necessidades dos seus clientes e minimizar os custos associados

à gestão de *stock*. Desta forma, as reuniões semanais entre o planeamento e o APA são uma ferramenta importante para garantir que todas as questões relacionadas com o *stock* são devidamente analisadas e resolvidas. No entanto este processo é demorado, complexo e pouco prático o que não otimiza as reuniões nem agiliza o processo em si.

3.3. RESUMO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

Neste subcapítulo são descritos, em forma de síntese, os problemas associados aos temas descritos anteriormente, ou seja, *order picking* e *stock* livre.

Relativamente ao processo de *order picking*, os principais problemas são as distâncias percorridas desnecessariamente, assim como a falta de ordem lógica para o sequenciamento do *picking* de separação. Atualmente, a regra a que o sistema obedece é unicamente o FIFO, ou seja, mesmo que sejam necessários vários materiais para a mesma remessa, na mesma posição, o sistema ordena a busca por FIFO, o que pode promover o colaborador a retirar o material de uma posição, avançar para a posição seguinte e de seguida regressar novamente a uma posição previamente visitada, para que seja retirado outro material. Esta situação promove maiores distâncias percorridas em armazém, assim como desmotivação do colaborador que está a realizar esta tarefa, uma vez que o processo fica pouco ágil e confuso. Para o colaborador é um processo ingrato pois, por vezes, o material a retirar de uma posição tem outros materiais à sua frente e para tal, o operador necessita de retirar todo esse material, coletar o material desejado, voltar a arrumar o material não desejado na posição e de seguida voltar à mesma posição e repetir todo esse processo. Deste modo, para remessas onde existem muitos materiais a serem coletados o processo fica mais demorado, pouco ágil e são percorridas longas distâncias, fazendo com que o processo não esteja otimizado.

Os principais problemas do processo de *order picking* são:

- o FIFO por si só não se revela o melhor critério;
- por vezes, dentro da mesma remessa, as mesmas posições serem visitadas várias vezes;
- falta de sequenciamento lógico no processo de *picking* de separação.

Quanto ao *stock* livre, o controlo é realizado através de reunião semanais. Nessas reuniões, como referido anteriormente, a análise é feita linha a linha entre o planeamento e o APA. Como a lista é extensa, o processo é demorado e as reuniões são pouco dinâmicas, em cada uma delas existindo pouco avanço, logo são encontradas poucas soluções de alocação para o material em *stock* livre. Como o processo é totalmente manual, e a busca de informação depende da consulta de informação, através de diversos ficheiros, essas questões promovem erros e lacunas. Os principais problemas identificados inerentes ao processo atual de *stock* livre são:

- análise de um ficheiro Excel extenso e pouco atrativo;
- dificuldade para análise e monitorização do ficheiro Excel;
- reuniões semanais com pouca dinâmica e poucos resultados.

Após o mapeamento do armazém foram retiradas as coordenadas de cada um dos pontos. Esses pontos, por sua vez, dizem respeito ao ponto médio de cada uma das posições do armazém de cargas ao solo. Na Figura 29, são apresentadas as coordenadas dos pontos recolhidos do armazém, sendo possível visualizá-las em maior detalhe no Apêndice C.

EXPO1	0	0	SA02	-15	145	SC04	-135	295	SC02	-75	385	SH14	-495	445	SH13	-435	535	SH25	855	595	SH16	555	685	SH08	-285	835
EXPO1A	-15	4	SA01	-45	145	SC05	-165	295	SC03	-105	385	SH15	-525	445	SH07	-255	595	SH40	-15	685	SH17	-585	685	SH09	-315	835
EXPO1B	-165	4	SA02	-75	145	SC06	-195	295	SC04	-135	385	SH16	-555	445	SH08	-285	595	SH01	-45	685	SH18	-615	685	SH10	-345	835
EXPO1C	-18	4	SA03	-105	145	SC07	-255	235	SC05	-165	385	SH17	-585	445	SH09	-315	595	SH02	-75	685	SH19	-645	685	SH11	-375	835
EXPO1D	-195	4	SA04	-135	145	SC08	-285	235	SC06	-195	385	SH18	-615	385	SH10	-345	595	SH03	-105	685	SH20	-675	685	SH12	-405	835
EXPO1E	-215	4	SA05	-165	145	SC09	-315	235	SC07	-255	445	SH19	-645	445	SH11	-375	595	SH04	-135	685	SH21	-715	685	SH13	-435	835
EXPO2A	-269	4	SA06	-195	145	SH10	-345	235	SH03	-105	445	SH20	-675	445	SH12	-405	595	SH05	-165	685	SH15	-525	745	SH14	-495	835
EXPO2C	-283	4	SA07	-255	145	SH11	-375	235	SH04	-135	445	SH21	-735	445	SH13	-435	595	SH06	-195	685	SH16	-555	745	SH15	-525	835
EXPO2D	-297	4	SA08	-285	145	SH12	-405	235	SH05	-165	445	SH22	-765	445	SH14	-495	535	SH07	-255	745	SH17	-585	745	SH16	-555	835
EXPO2E	-311	4	SA09	-315	145	SH13	-435	235	SH06	-195	445	SH23	-795	445	SH15	-525	535	SH08	-285	745	SH18	-615	745	SH17	-585	835
EXPO3A	-325	4	SA10	-345	145	SH14	-445	235	SH07	-255	445	SH24	-825	445	SH16	-555	535	SH09	-315	745	SH19	-645	745	SH18	-615	835
EXPO3C	-339	4	SA11	-375	145	SC01	-285	295	SC08	-285	385	SH25	-855	445	SH17	-585	535	SH03	-105	745	SH20	-675	745	SH19	-645	835
EXPO3D	-353	4	SA12	-405	145	SC09	-315	295	SC09	-315	385	SH26	-885	445	SH18	-615	535	SH04	-135	745	SH21	-735	685	SH20	-675	835
EXPO4A	-367	4	SA13	-435	145	SC10	-345	295	SC10	-345	385	SH01	-45	535	SH19	-645	535	SH05	-165	745	SH22	-765	685	SH20	-675	835
EXPO4B	-381	4	SA14	-465	145	SC11	-375	295	SC11	-375	385	SH02	-75	535	SH20	-675	535	SH06	-195	745	SH23	-795	685	SH21	-735	835
EXPO4C	-395	4	SA15	-495	145	SC12	-405	295	SC12	-405	385	SH03	-105	535	SH21	-735	535	SH07	-255	745	SH24	-825	745	SH22	-765	835
EXPO4D	-409	4	SA16	-555	145	SC13	-435	295	SC13	-435	385	SH04	-135	535	SH15	-525	595	SH08	-285	685	SH25	-855	685	SH23	-795	835
EXPO5A	-423	4	SA17	-585	145	SH14	-495	235	SH07	-255	445	SH05	-165	535	SH16	-555	595	SH09	-315	685	SH26	-885	685	SH24	-825	835
EXPO5B	-437	4	SA18	-615	145	SH15	-525	235	SH08	-285	445	SH06	-195	535	SH17	-585	595	SH10	-345	685	SH27	-915	745	SH25	-855	835
EXPO5C	-451	4	SA19	-645	145	SH16	-555	235	SH09	-315	445	SH07	-255	595	SH18	-615	595	SH11	-375	685	SH28	-945	745	SH26	-885	835
EXPO5D	-465	4	SA20	-675	145	SH17	-585	235	SH10	-345	445	SH08	-285	595	SH19	-645	595	SH12	-405	685	SH29	-975	745	SH27	-885	835
EXPO6A	-527	4	SH01	-15	235	SH18	-615	235	SH11	-375	445	SH03	-105	595	SH20	-675	595	SH13	-435	685	SH24	-795	745			
EXPO6B	-541	4	SH02	-45	235	SH19	-645	235	SH12	-405	445	SH04	-135	595	SH21	-735	595	SH14	-495	745	SH25	-845	745			
EXPO6C	-557	4	SH03	-75	235	SH20	-675	235	SH13	-435	445	SH05	-165	595	SH22	-765	595	SH15	-525	745	SH26	-885	745			
EXPO6D	-573	4	SH04	-105	235	SC14	-495	295	SH14	-495	385	SH06	-195	595	SH23	-795	535	SH09	-315	745	SH27	-915	745			
EXPO6E	-589	4	SH05	-135	235	SC15	-525	295	SH15	-525	385	SH07	-255	595	SH24	-825	535	SH10	-345	685	SH28	-945	745			
EXPO7A	-602	4	SH06	-165	235	SC16	-555	295	SH16	-555	385	SH08	-285	535	SH25	-855	535	SH11	-375	745	SH29	-975	745			
EXPO7B	-617	4	SH08	-195	235	SC17	-585	295	SH17	-585	385	SH09	-315	535	SH26	-885	595	SH12	-405	745	SH30	-1015	745			
EXPO7D	-632	4	SC01	-285	445	295	SH18	-615	295	SH18	-615	385	SH10	-345	535	SH27	-915	595	SH13	-435	745	SH31	-1045	745		
EXPO8A	-647	4	SC02	-75	295	SC19	-645	295	SH19	-645	385	SH11	-375	535	SH28	-945	595	SH14	-495	685	SH32	-1075	745			

Figura 29- Coordenadas dos pontos médios das posições do armazém

Com os dados apresentados na Figura 29, foi desenvolvido um gráfico de pontos, como apresentado na Figura 30, onde é possível verificar é idêntico ao layout apresentado na Figura 28.



Figura 30-Layout do armazém através de um gráfico de pontos

De seguida, com recurso às coordenadas apresentadas na Figura 29, foi realizada uma matriz de distâncias, através da distância euclidiana entre os diversos pontos. Na Figura 31, encontra-se um excerto dessa mesma matriz, uma vez que, devido à sua extensão, não é possível a sua demonstração na íntegra. No Apêndice D encontra-se a matriz distância.

	EXP01-A	EXP01-B	EXP01-C	EXP01-D	EXP02-A	EXP02-B	EXP02-C	EXP02-D	EXP03-A	EXP03-B	EXP03-C	EXP03-D
EXP01-A	0	2	3	5	11	12	13	15	16	18	19	20
EXP01-B	2	0	2	3	9	10	12	13	15	16	17	19
EXP01-C	3	2	0	2	8	9	10	12	13	15	16	17
EXP01-D	5	3	2	0	6	7	9	10	12	13	14	16
EXP02-A	11	9	8	6	0	1	3	4	6	7	8	10
EXP02-B	12	10	9	7	1	0	1	3	4	6	7	8
EXP02-C	13	12	10	9	3	1	0	1	3	4	6	7
EXP02-D	15	13	12	10	4	3	1	0	1	3	4	6
EXP03-A	16	15	13	12	6	4	3	1	0	1	3	4
EXP03-B	18	16	15	13	7	6	4	3	1	0	1	3
EXP03-C	19	17	16	14	8	7	6	4	3	1	0	1
EXP03-D	20	19	17	16	10	8	7	6	4	3	1	0

Figura 31-Matriz de distâncias entre pontos do armazém

De modo a finalizar a construção das bases de dados com toda a informação necessária para a construção do programa em *Visual Basic for Applications* (VBA), foi necessária a construção da base de dados em *PowerQuery* (Figura 32). Para tal, foram conectadas duas tabelas: uma tabela denominada de MONITOR, onde é possível visualizar o plano de cargas e uma tabela denominada de STOCK EWM, onde é possível visualizar não só todo o material disponível em armazém, como ainda em que posições se encontra.

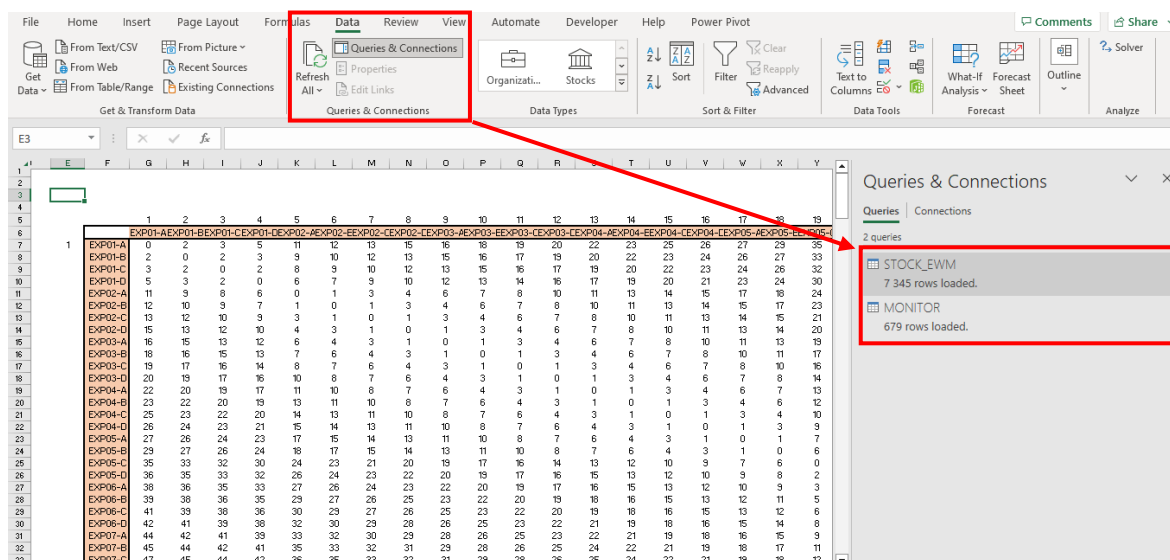


Figura 32-Queries & Connections

O passo seguinte passou pela construção de um *UserForm*, recorrendo à linguagem de programação *Visual Basic for Applications* (VBA). A criação desse *UserForm* permite o preenchimento de informações de forma estruturada e organizada, assim como a visualização de todo o plano de cargas, a filtragem pela remessa desejada e consequente alocação a um local de expedição. O *layout* do *UserForm* criado encontra-se disponibilizado na Figura 33. De seguida será descrita a forma como este foi criado.

Figura 34-Layout do UserForm

Para o início da construção do *UserForm*, foi criada uma *listbox* onde é possível visualizar o plano de cargas que advém da base de dados MONITOR. No Apêndice E é apresentado o código em VBA necessário para a construção da *listbox* referida.

De modo a tornar possível filtrar os dados provenientes da *listbox*, foram criados dois filtros. O primeiro filtro criado foi uma *dropdown list*, em que os itens presentes nesse filtro são os títulos da *listbox*, ou seja, torna-se possível filtrar pela remessa, produto, tarefa, OV, ITEM OV, descrição do produto, quantidade, unidade de medida e ainda pela unidade industrial. O código VBA necessário para o funcionamento desse filtro encontra-se no Apêndice F.

O segundo filtro, encontra-se associado ao filtro mencionado anteriormente e consiste numa caixa de texto que, após a primeira filtragem, ao inserir um código ou designação, filtra a *listbox* anteriormente mencionada pelo código inserido. O código para a construção desse filtro está presente no Apêndice G.

Após a seleção da remessa, foi criado o botão de “Seguinte”, cuja função é copiar a informação disponibilizada na *listbox* para uma folha *Excel* como demonstrado na Figura 35. O código associado ao mesmo é apresentado no Apêndice H.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Remessa	Produto	Tarefa	OV	ITEM OV	Descrição do Produto	Quantidade	Unidade Medida	UI	Posição
2	3852031430	70002298	354845	3820026740	20	PL CR VC95/000 1100X550X3,0 00	100	PL	CRM	SG-02
3	3852031430	70002786	354845	3820026740	30	PL CR VC95/000 915X915X4,0 AL	150	PL	CRM	
4	3852031430	70003513	354845	3820026740	40	PL CR VC95/000 1100X550X6,0 AL	100	PL	CRM	SF02

Figura 35-Localização do material em armazém

Na folha *Excel* é comparada a informação da remessa com a base de dados STOCK EWM, com o intuito de verificar, para uma linha de produtos a sua localização em armazém. Caso um dos materiais em questão não exista (material em falta) ou esteja numa posição não pertencente ao armazém de produto acabado como a posição de retrabalho, ou na zona de embalagem, ou ainda

na posição escritório, surge uma *MsgBox* com a indicação do material e qual a sua situação, conforme a Figura 36.

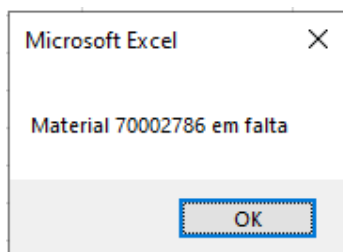


Figura 36-MsgBox de alerta de material em falta

Para esse botão foi adicionado uma *Call* ao módulo desenvolvido em VBA, que tem por base a heurística do vizinho mais próximo (Apêndice I). As posições do material conforme são enviados para uma nova folha Excel onde é realizada uma nova matriz de distâncias. Nessa nova matriz (Figura 37), estão apenas presentes as distâncias entre as posições dos materiais da remessa e a posição de expedição escolhida.

EXP08-B	EXP08-B	Order Picking	DISTÂNCIA:				315,00
INICIO	FIM		EXP08-B	SF02	EXP08-B	SG-02	EXP08-B
	SG-02	SF02					
EXP08-B	80,78	76,79					

Figura 37-Matriz resumo *Order Picking*

O intuito é analisar as posições onde se localizam os produtos para uma determinada remessa no armazém e agrupá-los por posições. Por defeito, o sistema irá pedir as unidades comerciais mais antigas, ou seja, a regra do FIFO continua presente, porém utilizando este programa e permitindo analisar o *picking* por posições sem saltar posições. Deste modo, o programa analisa as posições presentes na nova matriz de distâncias e analisa as rotas a percorrer, sempre pelo caminho mais curto, ou seja, ao iniciar numa posição de expedição irá analisar qual a posição do material pedido para uma determinada remessa, para que seja percorrida a menor distância e assim sucessivamente. Após determinar qual a ordem do *picking* de separação o programa devolve duas *MsgBox*'s. A primeira, Figura 38, demonstra a quantidade de metros percorridos no armazém para aquela determinada remessa.

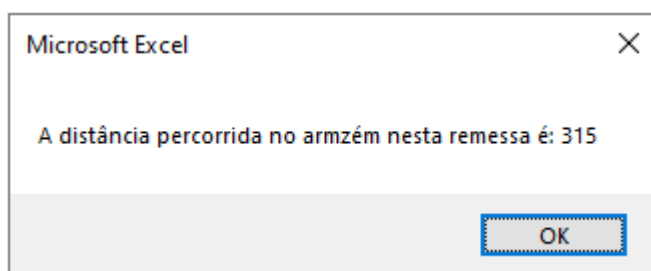


Figura 38-Distância percorrida

Na segunda *MsgBox* é apresentada a ordem do *picking* de separação a ser realizado para a remessa em questão.

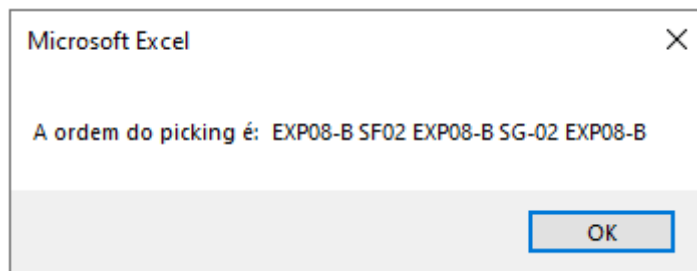


Figura 39-Ordem do *picking* de separação

4.2. ORDER PICKING: RACKS

Para melhorar o sequenciamento do *picking* na zona das *racks*, destinada a materiais MTS, normalmente referentes a grandes superfícies, foi realizada uma extração de SAP, na qual se obtém a ordem de sequenciamento, pela qual o sistema se rege.

A zona das *racks* é composta por estantes ordenadas de A a T. As estantes de T a M são compostas por quatro níveis de altura com nove compartimentos cada, enquanto as estantes de A a J são compostas por apenas três níveis, mas igualmente com nove compartimentos em cada nível, como é possível verificar na Figura 18.

Inicialmente a ordem do *picking* seguia apenas a regra do FIFO, pois em sistema não existia mais nenhum tipo de ordenação. Após a realização da extração de SAP, foi possível verificar que o ficheiro pelo qual o sistema se guia não tem qualquer tipo de lógica, pois está organizado de forma aleatória como é possível verificar na Figura 40. O operador responsável por esta zona, as *racks*, queixava-se que por vezes, na realização da tarefa do *picking* de separação, o sistema pedia materiais nas *racks* de segundo e terceiro nível enquanto existia material no primeiro nível, ou seja, de mais fácil acesso.

A ação de melhoria para esta situação passou por ordenar todo o ficheiro e implementar a nova ordenação em SAP de modo que o sequenciamento do *picking* de separação obedecesse a uma ordem lógica respeitando também o FIFO.

Posição no depósito	Área de atividade	Área armazmto.	Seq.ordenação
RR-02-3	PR01	Z131	1
RC-07-1	PR01	ZN11	2
RS-04-3	PR01	Z131	3
RS-03-3	PR01	Z131	4
RO-03-2	PR01	Z133	5
RM-05-1	PR01	Z135	6
RP-04-1	PR01	Z133	7
RC-08-1	PR01	ZN11	8
RO-07-1	PR01	Z134	9
RT-03-2	PR01	Z131	10
RN-05-4	PR01	Z133	11
RP-02-4	PR01	Z132	12
RN-05-2	PR01	Z133	13
RO-04-2	PR01	Z133	14
RT-09-2	PR01	Z131	15
RP-05-4	PR01	Z133	16
RS-05-3	PR01	Z131	17
RF-02-1	PR01	ZN11	18
RQ-09-1	PR01	Z134	19
RO-01-2	PR01	Z132	20
RE-02-1	PR01	ZN11	21
RO-06-2	PR01	Z133	22
RI-04-2	PR01	ZN11	23
RG-02-1	PR01	ZN11	24
RT-09-3	PR01	Z131	25

Figura 40-Ordenação inicial do sequenciamento de picking na zona das racks

O ficheiro foi organizado de forma que a sequência fosse da *rack* RT para a *rack* RA a nível de prioridade, ou seja, RT-01-01 -> RT-02-01 -> ... -> RT-09-01 -> RT-01-02 -> ... -> RT-09-02, até que no final dessa *rack* prosseguia para a seguinte, seguindo a ordem ascendente do alfabeto, ou seja, RS-01-01 -> RS-02-01 -> ... e assim sucessivamente

A nova ordenação encontra-se sintetizada na Figura 41.

Posição no depósito	Área de atividade	Área armazmto.	Seq.ordenação
RT-09-4	PR01	Z131	36
RT-09-3	PR01	Z131	27
RT-09-2	PR01	Z131	18
RT-09-1	PR01	Z131	9
RT-08-4	PR01	Z131	35
RT-08-3	PR01	Z131	26
RT-08-2	PR01	Z131	17
RT-08-1	PR01	Z131	8
RT-07-4	PR01	Z131	34
RT-07-3	PR01	Z131	25
RT-07-2	PR01	Z131	16
RT-07-1	PR01	Z131	7
RT-06-4	PR01	Z131	33
RT-06-3	PR01	Z131	24
RT-06-2	PR01	Z131	15
RT-06-1	PR01	Z131	6
RT-05-4	PR01	Z131	32
RT-05-3	PR01	Z131	23
RT-05-2	PR01	Z131	14
RT-05-1	PR01	Z131	5
RT-04-4	PR01	Z131	31
RT-04-3	PR01	Z131	22
RT-04-2	PR01	Z131	13

Figura 41-Nova ordenação do sequenciamento do picking nas racks

Deste modo, as prioridades do sequenciamento do *picking* de separação são melhoradas e no que se refere ao FIFO, uma vez que o operador responsável por esta zona coloca sempre os materiais mais antigos nas letras “superiores” no alfabeto, essa metodologia mantém-se.

4.3. PROJETO B: STOCK LIVRE

No início do projeto de *stock* livre, foi necessário delinear qual ferramenta seria melhor adotar. Numa fase inicial optou-se pelo desenvolvimento em Excel com recurso à programação em VBA, mas após algumas tentativas e análises revelou-se pouco intuitivo, visualmente não atraente e pouco eficaz. Posto isto, recorreu-se ao desenvolvimento em *PowerApps*, criando uma interface de maior facilidade de acesso e de uso, que apresente uma maior capacidade de cruzamento de dados e de programação. Nos subcapítulos seguintes encontram-se descritos os passos da criação da ferramenta.

4.3.1. EXCEL E POWERQUERY

Para a criação da ferramenta em *PowerApps*, foi necessária a realização de diversas extrações de SAP para obtenção da informação necessária à criação das bases de dados, nomeadamente:

- *ZPPSTOCK*: onde se obtém todo o *stock* e o estado desse mesmo material;
- *ZPP_DADOSTRANS*: onde se obtém todas as OF existentes, o estado das mesmas e ainda as OV e o item OV correspondente.
- *STOCKEWM*: localização do material no armazém.

Todas estas extrações foram conectadas ao *Excel* onde é possível criar a base de dados necessária. As bases de dados utilizadas para a criação do *PowerApps*, foram criadas com recurso ao *PowerQuery*.

De seguida, os dados provenientes das extrações de SAP, foram moldados de modo a se apresentarem com formato desejado. A *ZPPSTOCK*, esta foi filtrada de modo a visualizar todo aquele material marcado como *stock* livre. A *ZPP_DADOSTRANS* esta foi filtrada de modo a visualizar apenas produto acabado, ignorando semi-produtos e OF's duplicadas.

Posteriormente foi realizada, em *PowerQuery*, uma junção da tabela dos produtos em *stock* livre e da tabela das OF, conforme apresentado na Figura 42. Essa junção foi realizada através dos produtos, tendo sido obtida, deste modo, a tabela denominada como DIRETOS.

DIRETO

Material	Material s/emb	Ordem Venda / Transf	Item OV/Transf	Ordem	Denominação
70029908	700299		null	0	1600214410 RL CC 8244/000 500X4,0-5M 01
70000170	700001	3820027638		10	1600212142 PL CC 8245/000 1200X1000X9,5
70025334	700253		null	0	1600214034 RL CC 8249/000 922X1,0-720M 1
70029472	700294	3823003178		20	1600212535 PL CC 8749/E01 1000X500X4,0 C

← →

Análise Stock Livre

Depósito	Material	Material s/emb	Descrição material	Cliente Ship To
CC68	70001983	700019	PL CC 8002/E01 1000X500X10,0 01	
CC68	70001418	700014	RL CR 1310/PT1 1020X8,0-8M 00	
CC68	70004638	700046	RL CC 8245/000 1245X0,8-375M 01	
CCAB	41000835	410008	GRAN ADS 1/2 170-210 SE A5037 RAL	

← →

Join Kind

Left Outer (all from first, matching from second)

☐ Use fuzzy matching to perform the merge

Figura 42-Merge queries de diretos

Na tabela DIRETOS (Figura 43) estão presentes todos os produtos classificados como *stock* livre, mas que existe uma OF para esse produto em questão, ou seja, para esse produto já não é necessário produzir a quantidade total da OF ou até mesmo nenhuma pelo que, o produto em *stock* livre, passa a estar alocado a uma OF e OV, reduzindo assim esse valor.

Material	Material s/emb	Produto	Ordem Venda / Transf	Item OV/Transf	Ordem	Denominação	Status	UI	Quantidade	Início OF
70029472	700294	70029472	3823003178	20	1600212535	PL CC 8749/E01 1000X500X4,0 01	LIB	CNM	1100 PL	17
70029247	700292	70029247	3823003148	80	1600212537	PL CC 8749/E01 1000X500X10,0 CR	LIB	CNM	1760 PL	17
70029218	700292	70029218	3823003148	40	1600211712	PL CC 8749/E01 1000X500X6,0 CR	LIB	CNM	1200 PL	17
70029218	700292		3823003249	30	1600199711	PL CC 8749/E01 1000X500X6,0 CR	LIB	CNM	3000 PL	17
70029218	700292		3823004392	30	1600208813	PL CC 8749/E01 1000X500X6,0 CR	ABER	CNM	4800 PL	20
70029218	700292		3823004413	40	1600210233	PL CC 8749/E01 1000X500X6,0 CR	ABER	CNM	2400 PL	20
70001063	700010	70001063	3823002471	30	1600214252	PL CI 5025/000 1040X1040X1,4 01	ABER	CRM	1605 PL	24
70001244	700012	70001244	3820026413	180	1600204316	RL CR S112/000 1000X2,0-33M 00	ABER	CRM	2 ROL	22
41000399	410003	41000399	3823004488	50	1600212543	GRAN BD 0,5/1 58-62 SE SA010	LIB	GMT	375 KG	17
70014196	700141	70014196	3823002471	60	1600214256	PL CI 5025/000 1040X1040X4,0 TL	ABER	CRM	114 PL	24
70002353	700023	70002353	3823002471	80	1600214258	PL CI 5025/000 1040X1040X6,0 TL	ABER	CRM	50 PL	24
71004909	710049	71004909	3823003557	160	1600207258	JT CR 1521/PFM 68-F 3,81 00	ABER	CCS	3040 UN	21
70015344	700153	70015344	3820026570	20	1600202596	PL CC 8826/000 915X610X3,0 01	ABER	CNM	100 PL	22

Figura 43-Base de dados de alocações diretas

De seguida foi criada uma tabela de INDIRETOS. Os produtos indiretos são produtos em *stock* livre com uma ordem de fabrico, porém difere no tipo de embalagem. Para identificar esses casos, como é possível verificar na Figura 44, a designação dos dois produtos identificados apenas difere nos dois últimos algarismos que identificam o tipo de embalagem.

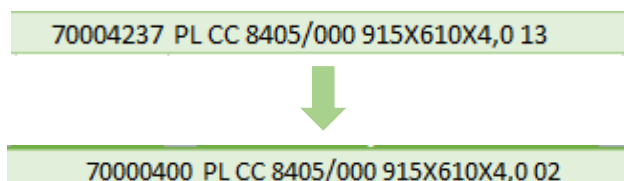


Figura 44- Designação de produtos com embalagens diferentes

De seguida, é realizada uma nova junção entre as duas tabelas em que o critério de junção é a designação do produto e pelo que obtemos a tabela de indiretos, como é possível verificar na Figura 45. No seguimento destes casos, os materiais em *stock* livre marcados como indiretos apenas necessitam de voltar a ser embalados com as novas características.

INDIRETO				
Lote (CANC)	Merged	Quantidade	Sum of VALOR	descrição_indiretos.1
2300292302	70001983,3823002923,20,2300292302	5720 PL	21 850,40	PL CC 8002/E01 1000X500X10,0
2001578201	70001418,3820015782,10,2001578201	42 ROL	20 258,41	RL CR 1310/PT1 1020X8,0-8M
INVINICIAL	70004638,,INVINICIAL	39 ROL	15 717,00	RL CC 8245/000 1245X0,8-375M
2600001104	41000835,3826000011,40,2600001104	16170 KG	13 582,80	GRAN ADS 1/2 170-210 SE AS037

enominação	Denominação.2	Status	UI	Quantidade	Início OF	Denominação - Copy.1
1/000 500X4,0-5M 01	null	LIB	CNM	112 ROL	18	RL CC 8244/000 500X4,0-5M
3/000 1200X1000X9,5 01	null	LIB	CNM	200 PL	17	PL CC 8245/000 1200X1000X9,5
3/000 922X1,0-720M 01	null	LIB	CNM	8 ROL	17	RL CC 8249/000 922X1,0-720M
3/E01 1000X500X4,0 01	null	LIB	CNM	1100 PL	17	PL CC 8749/E01 1000X500X4,0

Join Kind
Left Outer (all from first, matching from second)

☐ Use fuzzy matching to perform the merge

Figura 45-Merge queries de indiretos

Por fim, é criada uma tabela denominada como *stock livre*. Nesta tabela estão presentes todos os produtos marcados como *stock livre*, mas que não têm nenhuma OF associada, tanto direto, como indireto. Para tal, foram realizadas duas junções, uma para a tabela *zppstock*, com a tabela de diretos, e outra para a tabela *zppstock*, com a tabela de indiretos, em que o critério de junção é a coluna produto em que foi ativada a opção *AntiLeft*. Deste modo, as tabelas são comparadas entre si e todos os produtos presentes na *zppstock* que não estejam na tabela diretos, nem na tabela dos indiretos, são adicionados.

LIVRE

Depósito	Material	Material s/emb	Descrição material	Cliente Ship To
CC68	70001983	700019	PL CC 8002/E01 1000X500X10,0 01	
CC68	70001418	700014	RL CR 1310/PT1 1020X8,0-8M 00	
CC68	70004638	700046	RL CC 8245/000 1245X0,8-375M 01	
CCAB	41000835	410008	GRAN ADS 1/2 170-210 SE AS037 RAL	

INDIRETO

Depósito	Material	Material s/emb	Descrição material	Cliente Ship To	OV [CANC]
CC68	70004237	700042	PL CC 8405/000 915X610X4,0 13		382001
CC68	70004430	700044	RL CC 8244/PAK 1000X3,0-10M 11		
CC68	70001551	700015	PL CC 8002/E01 900X600X10,0 AD		382300
CC68	70002331	700023	PL CR 1521/000 1000X1000X1,0 TD		382001

Join Kind: Left Anti (rows only in first)

☐ Use fuzzy matching to perform the merge

DIRETO

Material	Material s/emb	Ordem Venda / Transf	Item OV/Transf	Ordem	Denominação
70029472	700294	3823003178	20	1600212535	PL CC 8749/E01 1000X500X4,0 C
70029247	700292	3823003148	80	1600212537	PL CC 8749/E01 1000X500X10,0
70029218	700292	3823003148	40	1600211712	PL CC 8749/E01 1000X500X6,0 C
70029218	700292	3823003249	30	1600199711	PL CC 8749/E01 1000X500X6,0 C

Join Kind: Left Anti (rows only in first)

☐ Use fuzzy matching to perform the merge

Figura 46-Merge queries de stock livre

A criação das bases de dados em *PowerQuery* permite que qualquer alteração realizada em sistema, ou seja, em SAP, seja atualizada de forma automatizada para o formato desejado, através apenas de um *refresh* ao Excel Figura 47.

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Automate Developer Help Power Pivot Table Design Query Comments Share

Get Data: From Text/CSV, From Picture, From Web, From Table/Range, Existing Connections

Queries & Connections: Refresh All, Properties, Edit Links

Data Types: Organizational, Stocks

Sort & Filter: Sort, Filter, Clear, Reapply, Advanced

Data Tools: Text to Columns, What-If Analysis, Forecast Sheet, Outline, Solver

Formulas: Get & Transform Data

Client Ship To

Depósito	Material	Material s/emb	Descrição material	OV [CANC]	ItemOV[CANC]	Lote [CANC]
CC68	70001983	700019	PL CC 8002/E01 1000X500X10,0 01	3823002923	20	2300292302
CC68	70001418	700014	RL CR 1310/PT1 1020X8,0-8M 00	3820015782	10	2001578201
CC68	70004638	700046	RL CC 8245/000 1245X0,8-375M 01			INV_INICIAL
CC68	70001981	700019	PL CC 8002/E01 1000X500X4,0 01	3823002923	10	2300292301
CC68	70029402	700294	PL CC 8745/521 940X640X44,0 01	3820026064	20	2002606402
CC68	70004390	700043	RL CC 8245/000 1000X1,0-100M 04	3820009486	40	2000948601
CC68	70029486	700294	PL CR 1523/000 1000X1000X1,5 01			2002614705
CC68	70004103	700041	RL CR 1507/PGK 1000X2,0-15M FR			2002126702
CC68	70004390	700043	RL CC 8245/000 1000X1,0-100M 04	3820018495	10	2001849501
CC68	70003244	700032	RL ML C253/000 1000X2,5-10M			INV_INICIAL
CC68	70004237	700042	PL CC 8405/000 915X610X4,0 13	3820018768	10	2001876801
CC68	70004430	700044	RL CC 8244/PAK 1000X3,0-10M 11			2000305601
CC68	70014409	700144	PL CC 8403/511 940X640X63,0 01			2002576601
CC68	70004433	700044	PL CC 8244/000 915X915X25,4 06			2300047502
CC68	70003566	700035	PL CC 8004/000 915X610X4,6 AS	3820024948	90	2002494809
CC68	70001111	700011	RL CC 8245/000 1226X4,0-18,3M 00			INV_INICIAL
CC68	70001551	700015	PL CC 8002/E01 900X600X10,0 AD	3823001585	30	2300158503
CC68	70013412	700134	RL ML C426/000 540X3,0-3,6M			INV_INICIAL
CC68	70000354	700003	PL CC 8004/000 915X610X3,2 CA			1852582
CC68	70001360	700013	PL CC 8303/000 1000X500X14,0 01			2000595101
CC68	70029247	700292	PL CC 8749/E01 1000X500X10,0 CR	3823003148	70	2300314806
CC68	70013991	700139	PL CC 8246/000 915X610X1,0 01			1852588
CC68	70023695	700236	PL CC 8303/000 1000X500X30,0 01	3820016724	10	2001672401
CC68	70015145	700151	PL CC 8210/000 1220X1220X6,0 01	3820011003	20	2000389501

Queries & Connections

Queries: DIRETO (96 rows loaded), Stock Livre (331 rows loaded), stock ewm (5 270 rows loaded), Análise Stock Livre (330 rows loaded), LIVRE (252 rows loaded), BD (1 855 rows loaded), INDIRETO (84 rows loaded), Stocks Resumo

Formulas: Análise Stock Livre

Figura 47-Atualização automática da base de dados

4.3.2. POWERAPPS

Após a criação das bases de dados foi possível a criação da ferramenta em *PowerApps*. Esta ferramenta foi inserida no portal da logística, que já existia e onde se adicionou uma secção, como é possível verificar na Figura 48.



Figura 48-Portal logística em *PowerApps*

O *PowerApps* permite, através das suas características de *low-code*, o tratamento de dados, e a criação e o desenvolvimento de aplicações. A aplicação foi desenvolvida por três galerias distintas, conectadas às bases de dados previamente existentes em Excel, denominadas como Diretos, Indiretos e *stock livre*, como é possível visualizar na Figura 49, na Figura 50 e na Figura 51.

Na Figura 49 é apresentada a tela dos produtos em *stock livre*, na qual existe a possibilidade de uma alocação direta, ou seja, em que existe uma encomenda para um produto exatamente igual ao existente em *stock livre*. Deste modo, é possível alocar à OV correspondente e descontar o valor a produzir na OF associada.

LOG | ANÁLISE STOCK LIVRE

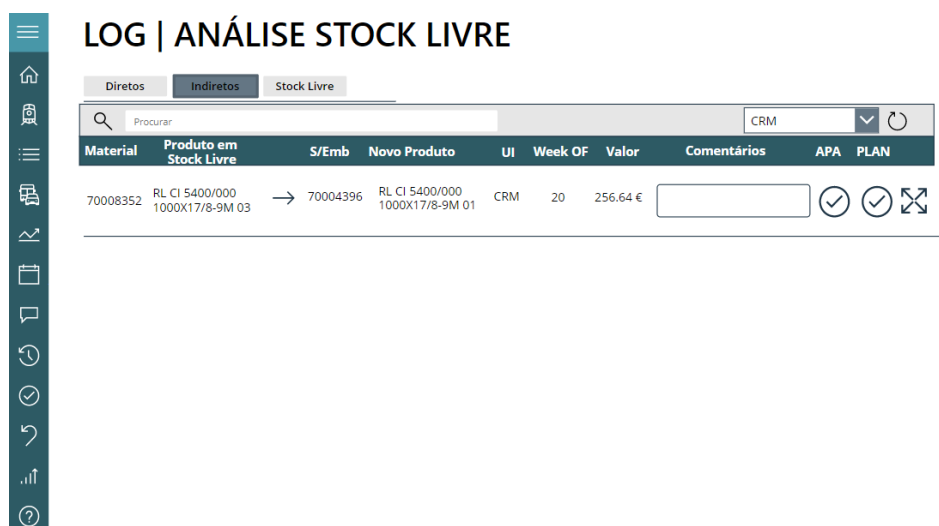
Diretos Indiretos Stock Livre

Procurar CRM

Material	Descrição	OV	Item	OF	UI	Week OF	Valor	Comentário	APA	PLAN
70004326	RL CI 5173/000 1000X4/2-30M 00	3820023157	20	1600188884	CRM	11	512.88 €		✓	✓
70001244	RL CR S112/000 1000X2.0-33M 00	3820026413	180	1600204316	CRM	22	1272.94 €		✓	✓
42000036	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155318	CRM	9	120.4 €		✓	✓
	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155319	CRM	13	120.4 €		✓	✓
	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155313	CRM	9	120.4 €		✓	✓
	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155314	CRM	11	120.4 €		✓	✓

Figura 49-Galeria em *PowerApps* de alocações diretas

Relativamente à Figura 50, é apresentada a tela dos produtos em *stock* livre marcados como indiretos, ou seja, neste caso existe uma encomenda em carteira para um produto em tudo semelhante ao que existe em *stock* livre, mas que difere no tipo de embalagem. Nesta situação é necessário enviar o produto em *stock* livre para a produção, para que seja possível embalar com as especificações necessárias para o novo cliente, alocar o material em *stock* livre à nova OV e descontar a quantidade existente em *stock* livre à OF associada, para que não seja produzido produto em excesso.



LOG | ANÁLISE STOCK LIVRE

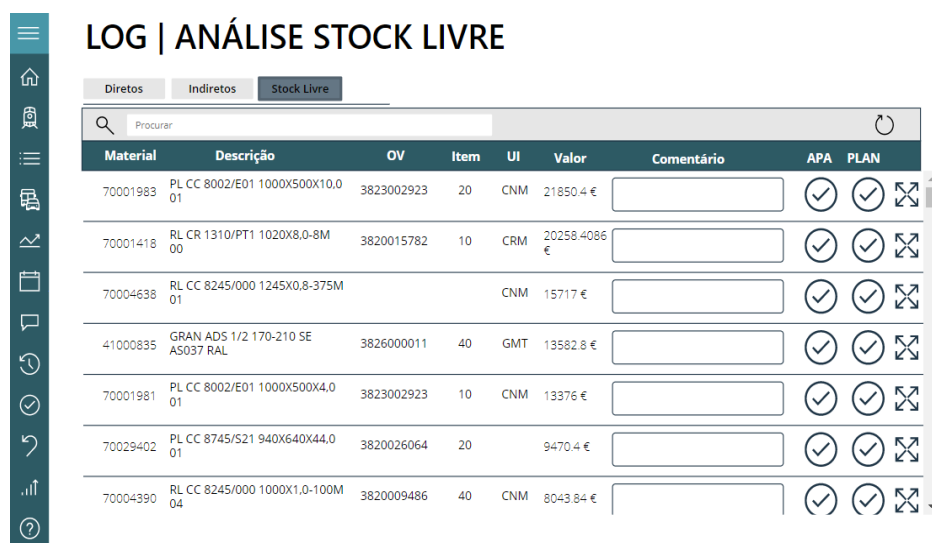
Tabs: Diretos | Indiretos | Stock Livre

Procurar: CRM

Material	Produto em Stock Livre	S/Emb	Novo Produto	UI	Week OF	Valor	Comentários	APA	PLAN
70008352	RL CI 5400/000 1000X17/8-9M 03	→ 70004396	RL CI 5400/000 1000X17/8-9M 01	CRM	20	256.64 €		✓	✓

Figura 50-Galeria em *PowerApps* de alocações indiretas

Por fim, foi criada uma tela onde é possível visualizar todos os produtos de *stock* livre onde não existe nenhuma encomenda em carteira, ou seja, em que não é possível alocar de forma direta ou indireta a nenhuma OV.



LOG | ANÁLISE STOCK LIVRE

Tabs: Diretos | Indiretos | Stock Livre

Procurar:

Material	Descrição	OV	Item	UI	Valor	Comentário	APA	PLAN
70001983	PL CC 8002/E01 1000X500X10,0	3823002923	20	CNM	21850,4 €		✓	✓
70001418	RL CR 1310/PT1 1020X8,0-8M	3820015782	10	CRM	20258,4086 €		✓	✓
70004638	RL CC 8245/000 1245X0,8-375M			CNM	15717 €		✓	✓
41000835	GRAN ADS 1/2 170-210 SE A5037 RAL	3826000011	40	GMT	13582,8 €		✓	✓
70001981	PL CC 8002/E01 1000X500X4,0	3823002923	10	CNM	13376 €		✓	✓
70029402	PL CC 8745/S21 940X640X44,0	3820026064	20		9470,4 €		✓	✓
70004390	RL CC 8245/000 1000X1,0-100M	3820009486	40	CNM	8043,84 €		✓	✓

Figura 51-Galeria em *PowerApps* de matérias em *stock* livre

De modo a ser possível filtrar as galerias criaram-se filtros, tendo sido elaborada uma *dropdown list*, de modo a filtrar as galerias pela sua área industrial. Para além disso criou-se uma barra de pesquisa, para ser possível pesquisar pelo produto ou pela sua descrição, como demonstrado na Figura 52.

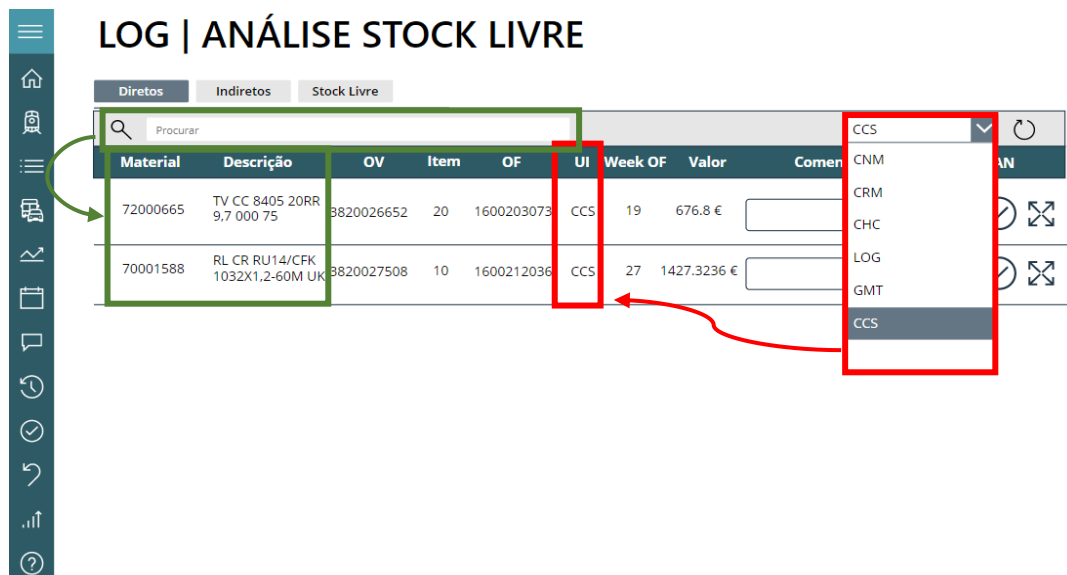


Figura 52-Filtros das galerias em *PowerApps*

Para facilitar o registo e comunicação foi criada a possibilidade de registar um comentário numa caixa de comentário e que está disponível em cada linha da galeria. Para complementar e otimizar as reuniões foi criado um *pop-up* com todas as informações complementares necessárias, sendo apenas preciso um clique no botão assinalado na Figura 53.

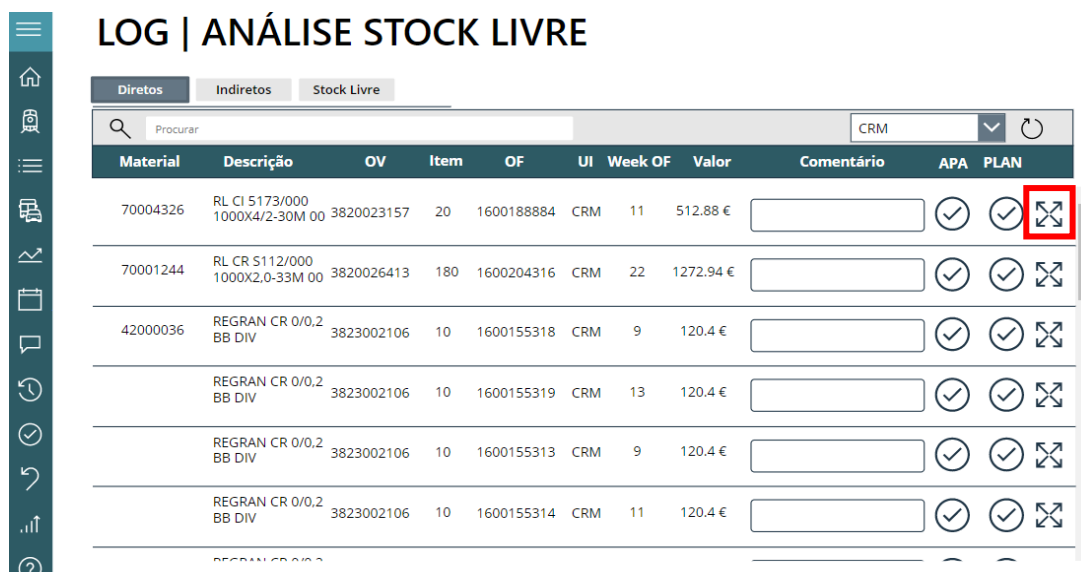


Figura 53-Botão do *pop-up*

Nesse mesmo pop-up encontra-se todo o tipo de informação, como é possível visualizar na Figura 54, como por exemplo, o material em questão, o cliente ao qual o material estava alocado antes da encomenda ser cancelada, assim como a OV, item OV e o lote correspondente ao cancelamento. O *pop-up* ainda dispõe, não só da informação necessária ao APA, como da posição onde o material se encontra e da UC correspondente, bem como da informação necessária para o planeamento, para a nova OV, alocação do material, OF, a sua data de início de produção e quantidade.

Info	Cancelado	APA	Planeamento
Depósito CC68	OV [CANCELADA] 3820025754	Posição SH01	OV 3820026413
Material 70001244 RL CR S112/000 1000X2,0-33M 00	ITEM OV [CANCELADA] 10	UC 156022480002361556	ITEM OV 180
Client Ship To	Lote [CANCELADO] 2002575401		OF 1600204316
			Quantidade 2 ROL
Quantidade em Stock Livre 4 ROL			Semana 22
Valor 1272.94			

Figura 54-Informação presente no *pop-up*

Por fim, de modo a otimizar o fluxo de informação, foi criado um fluxo em *Power Automate*, que armazena e envia a informação necessária para o responsável da área a que o produto corresponde. Para ativar o fluxo basta um clique nos ícones criados no *PowerApps* como é possível visualizar na Figura 55.

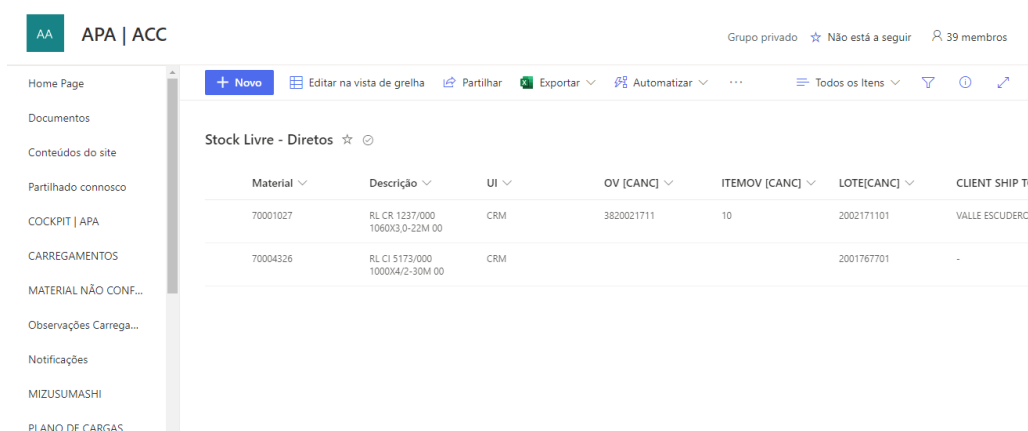
Material	Descrição	OV	Item	OF	UI	Week OF	Valor	Comentário	APA	PLAN
70004326	RL CI 5173/000 1000X4/2-30M 00	3820023157	20	1600188884	CRM	11	512.88 €		✓	✓
70001244	RL CR S112/000 1000X2,0-33M 00	3820026413	180	1600204316	CRM	22	1272.94 €		✓	✓
42000036	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155318	CRM	9	120.4 €		✓	✓
	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155319	CRM	13	120.4 €		✓	✓
	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155313	CRM	9	120.4 €		✓	✓
	REGRAN CR 0/0,2 BB DIV	3823002106	10	1600155314	CRM	11	120.4 €		✓	✓

Figura 55-Botão para ativação de fluxo

De modo a ser possível a criação do fluxo em *PowerAutomate* foi necessária a elaboração de um repositório de dados em *SharePoint* de modo a armazenar a informação proveniente do *PowerApps*.

4.3.3. SHAREPOINT

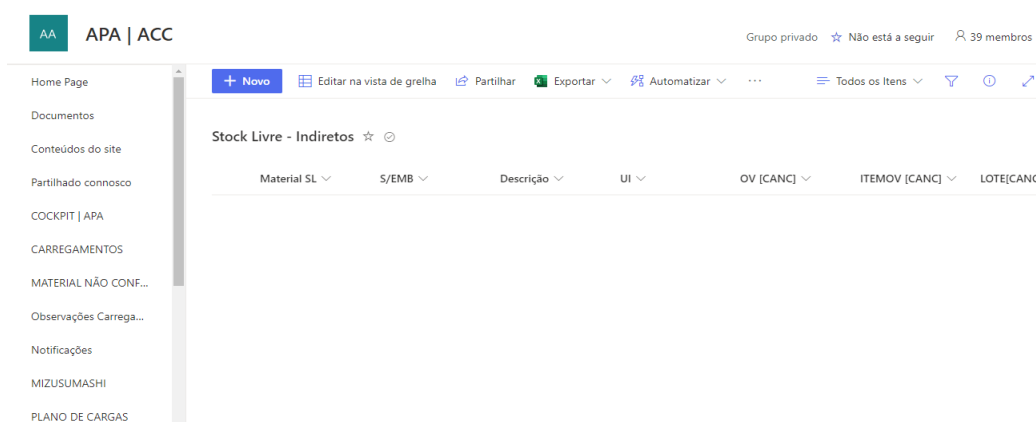
Para a criação de um repositório de dados, que permitisse armazenar a informação proveniente do *PowerApps*, foi utilizado o *SharePoint*. Como referido anteriormente, este repositório de dados tem como principal objetivo armazenar a informação proveniente do *PowerApps* e para tal foram criadas três listas em *SharePoint*. Cada uma dessas listas armazena a informação proveniente de cada uma das três galerias criadas em *PowerApps*, uma para diretos, outra para indiretos e ainda uma para o *stock* livre. Na Figura 56 é possível verificar a lista criada, em *SharePoint* destinada a armazenar as informações relativas às alocações diretas



Material	Descrição	UI	OV [CANC]	ITEMOV [CANC]	LOTE[CANC]	CLIENT SHIP TC
70001027	RL CR 1237/000 1060X3,0-22M 00	CRM	3820021711	10	2002171101	VALLE ESCUDERO,
70004326	RL CI 5173/000 1000X4/2-30M 00	CRM			2001767701	-

Figura 56-Lista de alocações diretas em *SharePoint*

Na Figura 57 é apresentada a lista em *SharePoint*, desenvolvida para armazenamento das informações transmitidas de *PowerApps*, serem posteriormente enviados, através do fluxo criado em *PowerAutomate* e que são relativas à lista de alocações indiretas.



Material SL	S/EMB	Descrição	UI	OV [CANC]	ITEMOV [CANC]	LOTE[CANC]
-------------	-------	-----------	----	-----------	---------------	------------

Figura 57-Lista de alocações indiretas em *SharePoint*

Relativamente à Figura 58, esta lista foi criada com o mesmo intuito da Figura 57 e a Figura 56. Sendo que nela são armazenadas, *em SharePoint*, as informações relativas aos produtos em *stock* livre sem possibilidade de alocação.

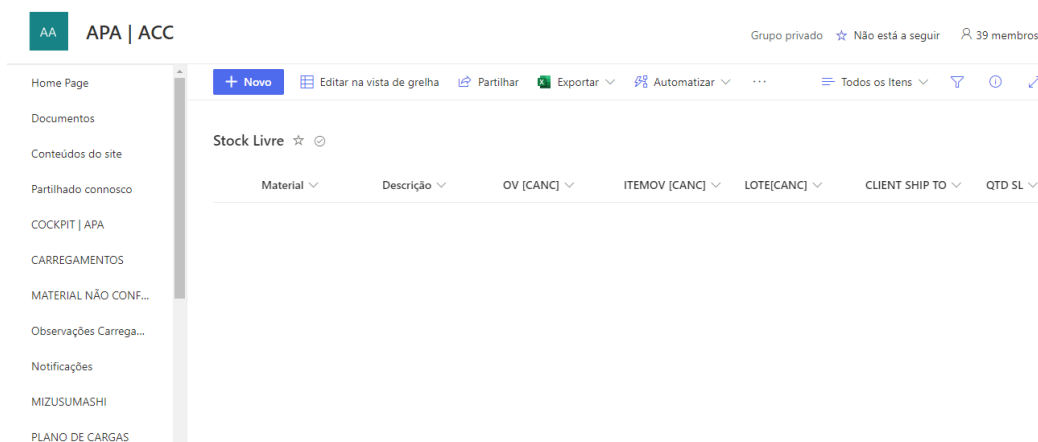


Figura 58-Lista de *stock* livre em *SharePoint*

4.3.4. POWER AUTOMATE

O fluxo criado em *Power Automate*, foi conectado ao repositório de dados criado em *SharePoint* referido anteriormente. De modo a ativar o fluxo, sempre que um item é criado ou modificado da lista em *SharePoint*, é enviado um e-mail para o colaborador do planeamento, responsável de cada área industrial, conforme demonstrado na Figura 59.

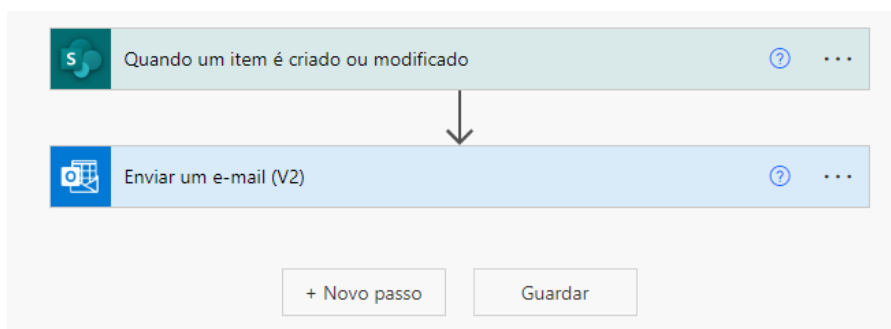


Figura 59-Fluxo de informação em *PowerAutomate*

Como existem três galerias em *PowerApps*, que armazenam a informação em três listas diferentes em *sharepoint*, foi necessária a criação de três fluxos distintos. Quanto ao assunto e ao corpo do e-mail, é possível verificar na Figura 60 a predefinição do mesmo.

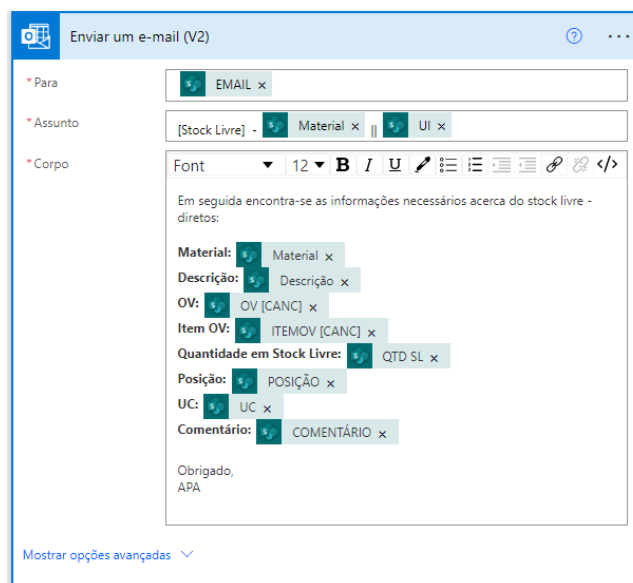


Figura 60-Pré-definição do e-mail enviado em *PowerAutomate*

4.3.5. POWER BI

Com o intuito de monitorizar o processo, estado e evolução do *stock livre* recorreu-se ao *PowerBi*, para a construção de um relatório composto por diversos indicadores. Para tal recorreu-se às bases de dados obtidas anteriormente, como a tabela das alocações diretas, de alocações indiretas e de *stock livre*, tendo sido desenvolvida a *dashboard* apresentada na Figura 61.

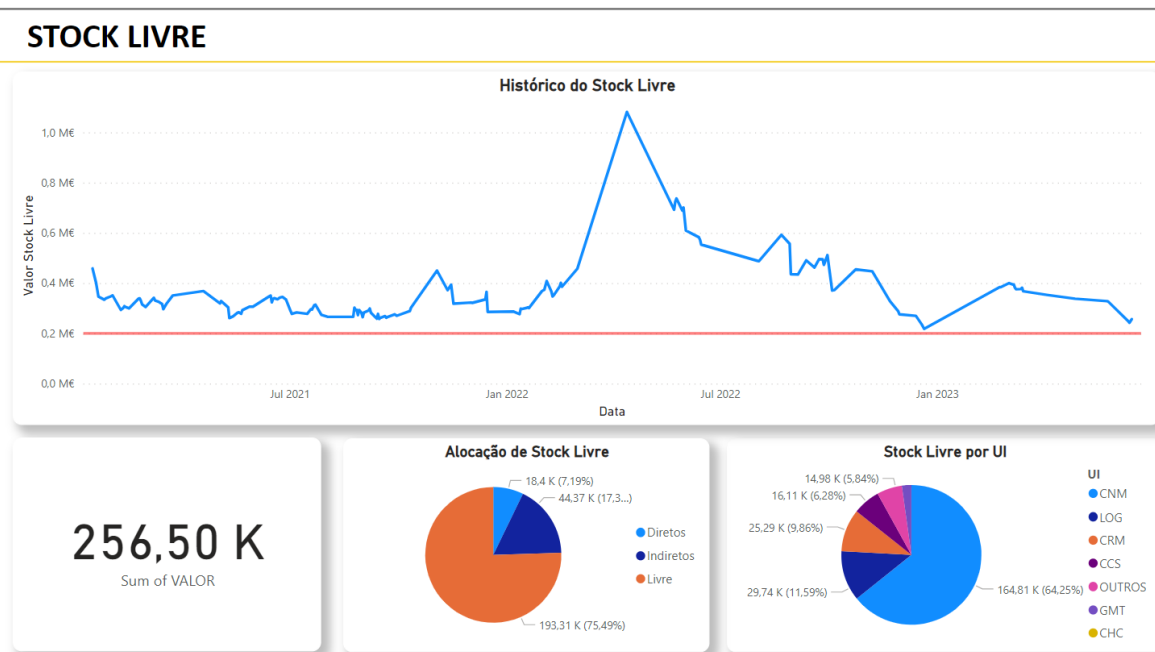


Figura 61-Dashboard de stock livre

A *dashboard* representada na Figura 61, permite visualizar indicadores como o histórico, a monitorização da evolução do valor do *stock* livre ao longo do tempo e ainda o valor atual do *stock* livre existente em armazém. Esta *dashboard* conta ainda com dois gráficos circulares. Um deles existe com o propósito de perceber as quantidades de *stock* livre que existe possibilidade de alocação direta, alocação indireta e efetivamente o que é *stock* livre, ou seja, para o qual não existe possibilidade de alocação. No segundo gráfico circular são indicadas quais unidades industriais esse valor de *stock* livre pertence.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo é apresentada a análise de resultados face às melhorias implementadas no decurso do projeto, sendo apresentadas as principais vantagens e desvantagens das melhorias referentes ao capítulo anterior, bem como uma análise financeira ao impacto das mesmas.

5.1. ORDER PICKING

O processo de *picking*, como apresentado no capítulo 2.3. é uma das atividades críticas em armazém que representa cerca de 55% do tempo despendido. Como tal, com o intuito da análise de resultados, para um operador que labora cerca de sete horas úteis diárias (se retirarmos as pausas para refeições), conforme apresentado na Figura 62, um operador ocupa, diariamente, cerca de 3,85 horas na atividade de *picking*.

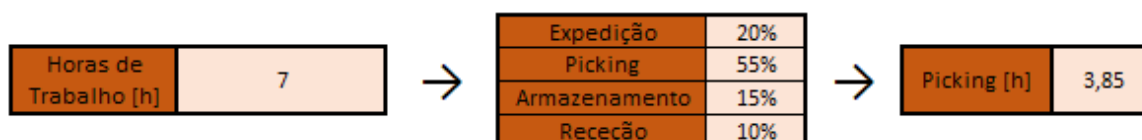


Figura 62-Análise de horas úteis dirigidas à operação de *picking*

Quanto às tarefas relativas ao processo de *order picking* os operadores debruçam-se, essencialmente, nas tarefas de procura e recolha dos materiais. Como apresentado na Figura 5, as tarefas de procura e recolha representam 35% do tempo ocupado na realização do processo de *order picking*. Na Figura 63 é apresentada a distribuição de tempo despendido diariamente nas tarefas de *order picking*.

Tarefas Order Picking	Distribuição	Tempo [h]
Outros	5,00%	0,1925
Setup	10,00%	0,385
Procura	20,00%	0,77
Recolha	15,00%	0,5775
Viagens	50,00%	1,925

Figura 63- Distribuição de tempos na realização das tarefas de *order picking*

Como descrito anteriormente este projeto surge com a necessidade de otimizar as rotas de *picking*, que inicialmente eram realizadas de forma aleatória. Como tal, nas tarefas de procura e recolha de produtos, o operador por vezes repetia posições, o que promovia um acréscimo de tempo na realização dessas tarefas.

Inicialmente foram calculados os tempos médios despendidos na realização dessas tarefas. Para efeitos de medição, foram cronometrados durante duas horas diariamente ao longo de dez dias de

trabalho, os tempos que os colaboradores consumiam nas tarefas de procura e recolha em cada uma das posições.

De seguida, após o desenvolvimento da ferramenta apresentada no capítulo 4.1., foi realizada exatamente a mesma medição. Na Figura 64 são apresentados os tempos de antes e depois do desenvolvimento da ferramenta no processo de recolha e procura por volume, assim como o seu ganho percentual.

Antes [s]	Depois [s]	Ganho
45	29	36%

Figura 64- Média de tempos nas tarefas de recolha e procura

Na Figura 63 é possível verificar que diariamente são consumidas 1,35 horas nas tarefas de procura e recolha de paletes de produto acabado o que perfaz 4851 segundos. Tendo em conta o ganho apresentado na Figura 64, foi calculado o ganho no número de paletes que é possível separar diariamente e ainda o ganho mensal em termos de número de horas, conforme apresentado na Figura 65.

Tarefas Order Picking	Distribuição	Tempo [h]	Tempo [s]	NR PAL [ANTES]	NR PAL [DEPOIS]	Ganho diário [s]	Ganho diário [min]	Ganho mensal [h]
Outros	5,00%	0,1925	4851	107	167	1712	28	9
Setup	10,00%	0,385						
Procura	20,00%	0,77						
Recolha	15,00%	0,5775						
Viagens	50,00%	1,925						

Figura 65- Resultado efetivo das melhorias

Em resultado do ganho apresentado na Figura 64, por cada volume separado foi possível um ganho de 16 segundos, o que promove um aumento diário de 60 volumes separados por dia, por operador. Os 16 segundos de ganho, entre o antes e o depois, por volume separado, por operador, promove um ganho de aproximadamente 9 horas por mês.

Uma vez que, ao recolher cada volume, o operador tem de se dirigir ao local de expedição, pois os volumes são grandes e o operador só consegue transportar um volume de cada vez, o maior ganho com o desenvolvimento deste método, consiste no facto de o operador não ter que repetir posições no processo de recolha e separação dos produtos. Para tal foram selecionadas algumas *picking lists* e serão apresentadas as diferenças do antes e depois do desenvolvimento da ferramenta.

Inicialmente foi necessário calcular-se a velocidade média do empilhador no armazém. O operador desloca-se a uma velocidade média de 8km/h, ou seja, 2,22 m/s, conforme apresentado na Figura 66.

Velocidade média [m/s]
2,22

Figura 66-Velocidade média de deslocamento do operador com recurso a um empilhador

Como o operador, ao recolher um volume, tem de ir necessariamente ao local de expedição, a distância será equivalente no antes e no depois da implementação do novo método. No entanto, o método do vizinho mais próximo procura ordenar por ordem crescente as distâncias do local de expedição a cada uma das posições do armazém a serem visitadas. O método ainda agrupa os materiais por posições o que evita a repetição das mesmas e, deste modo, permite diminuir o tempo consumido no processo de *picking*.

Na Figura 67 é apresentado um conjunto de remessas, onde foi testado o novo método e comparado com a situação inicial, que neste caso era um fator aleatório. Nessa mesma figura é possível visualizar a ordem do *picking* antes e depois, assim como, o tempo ocupado nesse processo para cada uma dessas remessas.

Remessa	Volumes	Antes			Depois			Melhoria
		Order Picking	Distância [m]	Tempo [s]	Order Picking	Distância [m]	Tempo [s]	
3852031509	3	EXP06-C → SH00 → EXP06-C → SG01 → EXP06-C → SG03 → EXP06-C	463	1162,86	EXP06-C → SG03 → EXP06-C → SG01 → EXP06-C → SH00 → EXP06-C	463	1114,86	4,13%
3852031384	9	EXP02-A → SF22 → EXP02-A → SG21(x2) → EXP02-A → SH22 → EXP02-A → SE22 → EXP02-A → SG21(x4) → EXP02-A	1321	3337,62	EXP02-A → SE22 → EXP02-A → SF22 → EXP02-A → SG21 (x6) → EXP02-A → SH22 → EXP02-A	1321	3193,62	4,31%
3852031466	3	EXP04-D → SG21 → EXP04-D → SG06 → EXP04-D → SG21 → EXP04-D	376	969,72	EXP04-D → SG06 → EXP04-D → SG21 (x2) → EXP04-D	376	921,72	4,95%

Figura 67-Order picking utilizando o novo método

Com o intuito de obter uma demonstração mais gráfica das rotas realizadas em armazém, o armazém foi mapeado em *SolidWorks* utilizando as coordenadas apresentadas na Figura 29.

Relativamente à remessa 3852031509, apresentada na Figura 68, cuja *picking list* se encontra no Anexo C, a rota realizada pelo operador entre as posições de recolha dos materiais e o local de expedição onde os mesmos materiais vão aguardar pela expedição.

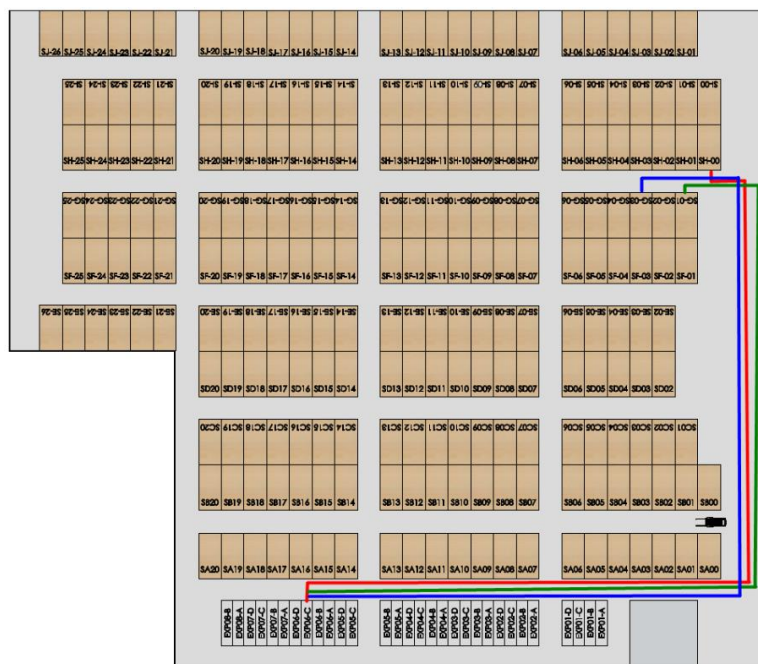


Figura 68- Rota realizada na remessa 3852031509

Conforme apresentado na Figura 67, embora nesta remessa não existam posições repetidas, a ordem do *picking* alterou-se, uma vez que, as posições foram modificadas pelo novo método, de modo a ficarem ordenadas por ordem crescente de distância ao local de expedição, neste caso ao EXP06-C. Utilizando o ganho por volume apresentado na Figura 64, para esta remessa, conseguiu-se uma melhoria de 4,13%.

Quanto à remessa 3852031384, cuja *picking list* se encontra no Anexo D, pode observar-se a rota associada na Figura 69.

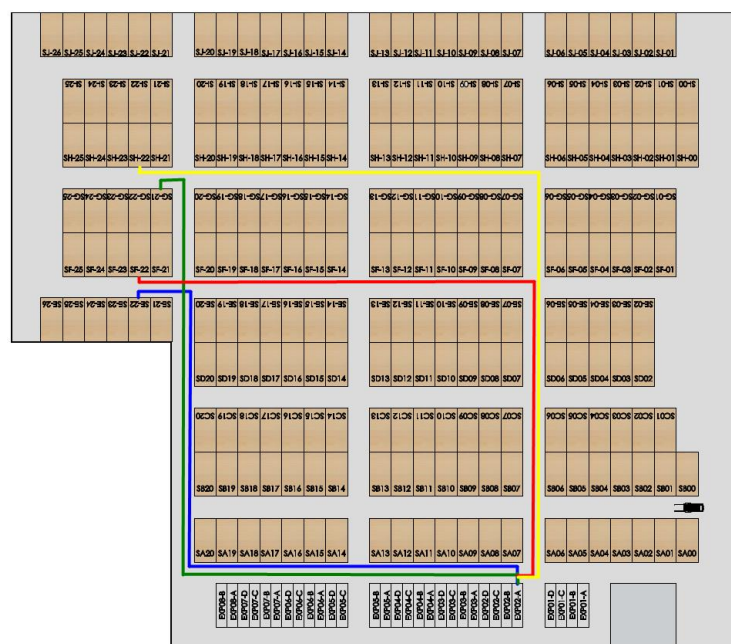


Figura 69-Rota associada à remessa 3852031384

Nesta remessa existia repetição de posições. Anteriormente, a ordem do *picking* originada pelo sistema regia-se pela regra do FIFO, ou seja, a ordem pela qual foi realizado o *picking* de armazenamento e as horas de entrada em sistema será a ordem pela qual o sistema se regia para formar a ordem do *picking* de separação. Utilizando a ferramenta desenvolvida, torna-se possível agrupar os materiais por posições, evitando a repetição da separação de materiais, em cada uma das posições, e possibilita ordenar as posições por ordem crescente de distância.

À semelhança da remessa anteriormente apresentada o cálculo do ganho teve por base o ganho por volume apresentado na Figura 64 perfazendo um ganho de 4,31% para esta remessa.

Por fim, relativamente à remessa 3852031466, cuja *picking list* se encontra no Anexo E, a rota realizada pelo operador é apresentada na Figura 70.

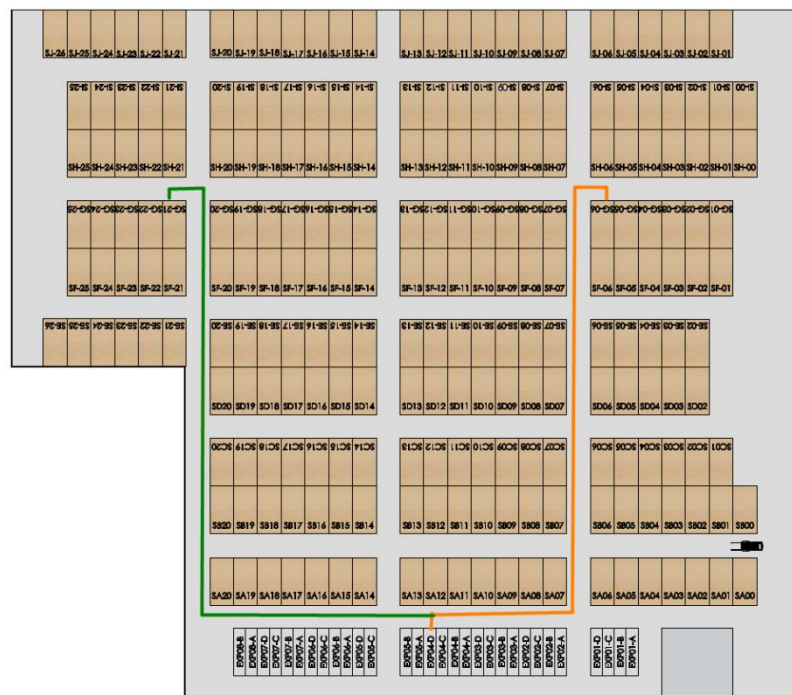


Figura 70-Rota associada à remessa 3852031466

Nesta remessa, semelhante à remessa anterior, existem repetições. Deste modo, como referido anteriormente o ganho é calculado com base na Figura 64 e traduz-se num ganho nesta remessa de 4,95%.

5.2. STOCK LIVRE

A implementação da ferramenta em *PowerApps*, resultou numa melhoria do processo das reuniões de *stock livre*. Deste modo, cada colaborador do planeamento tem autonomia para verificar se pode utilizar algum produto, que se encontre como *stock livre*, antes de planear a produção de um determinado produto. A compilação de toda a informação relevante num único local permitiu a redução de erro humano e melhorou o tempo útil das reuniões, uma vez que já não é necessário analisar todas as linhas de um ficheiro Excel, para verificar se existe ou não possibilidade de alocar a uma ordem de fabrico.

A criação de fluxos em *PowerAutomate*, permitiu o envio de informação, de forma automática e evitando que no fim de cada reunião seja necessário o envio da informação, através de uma cópia do ficheiro por e-mail.

Quanto à análise financeira, a criação da ferramenta teve um impacto significativo. Como é possível verificar na Figura 71, relativamente ao ano 2023, a tendência tem sido decrescente, pois a ferramenta permite verificar diariamente se apareceu algum novo produto em *stock livre* ou se surgiu alguma nova encomenda em carteira, em que seja possível utilizar algum dos produtos em *stock livre*.



Figura 71-Evolução dos valores de *stock livre*

Entre o final do ano 2022 e o início do ano 2023 foi realizado um inventário ao armazém. Como resultado desse inventário surgiu um ligeiro aumento do valor do *stock livre*. Esse aumento de *stock livre* coincidiu também com a pausa das reuniões de *stock livre*.

Na Figura 72 é apresentado o valor do *stock livre* à data do início do projeto e o valor à data de 19.06.2023, onde se verifica uma redução do valor de 198400 €.

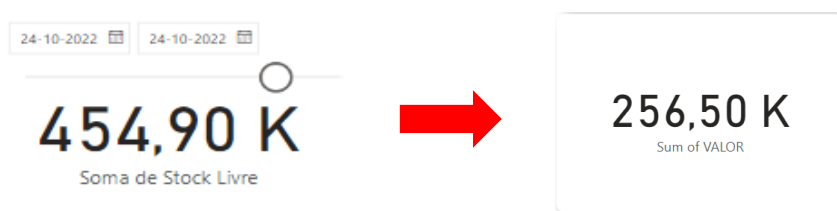


Figura 72-Redução do valor de *stock livre*

Ao analisar a Figura 73 é possível verificar que ainda existem vários produtos, onde é exequível a alocação de produtos em *stock* livre, tanto diretos como indiretos. Ou seja, esses produtos ao serem alocados a redução do *stock* livre seria para cerca de 193310 € o que representaria uma redução de 57,5%, face ao valor inicial apresentado na Figura 23.

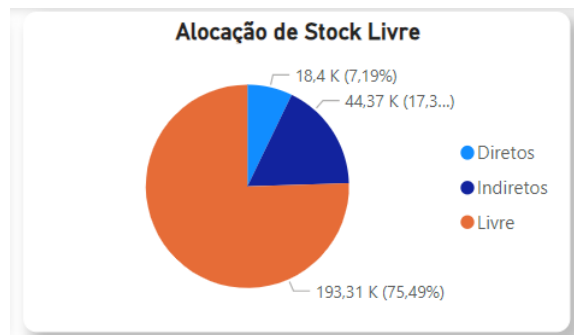


Figura 73-Valores de possíveis alocações

No gráfico apresentado na Figura 74, é possível perceber quais as áreas industriais a que pertencem os produtos em *stock* livre, sendo que a maior parte do *stock* livre é proveniente de encomendas canceladas, de erros da criação da OF ou produção em excesso.

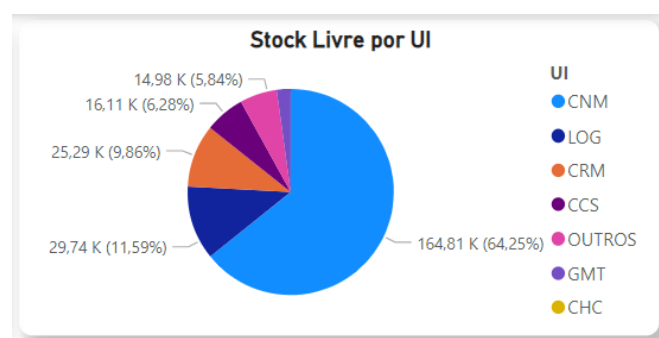


Figura 74-Stock livre por unidade industrial

Através da Figura 74 é possível perceber que a área industrial de CNM gera maior quantidade de produtos em *stock* livre. Deste modo, é possível atuar sobre esta área, de modo a perceber quais as causas que podem estar a promover a criação de *stock* livre desenvolver ações no sentido de promover a sua redução.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões do desenvolvimento do projeto, que teve como objetivo macro a melhoria de processos logísticos na indústria corticeira. Nas conclusões finais abaixo descritas, através dos dados obtidos na análise de resultados, apresentar-se-á de que forma os objetivos propostos foram atingidos, ou seja, até que ponto as melhorias dos processos logísticos se demonstraram eficazes. Porém, como ainda existe caminho a percorrer é apresentado um outro subcapítulo de limitações e trabalhos futuros, onde são propostos pontos de melhoria a desenvolver, de modo a aprimorar mais ainda a eficiência dos processos logísticos já melhorados.

6.1. CONCLUSÕES FINAIS

O presente projeto teve como objetivo primordial, a melhoria de processos logísticos no armazém de produto acabado, onde foram identificadas duas vertentes críticas: o processo de *order picking* na fase do *picking* de separação e a análise ao *stock* livre.

O primeiro projeto abordado, foca-se no processo de *order picking* nomeadamente na fase de separação dos produtos para a expedição. Este projeto nasce da necessidade de otimizar o sequenciamento de *picking* de separação de modo a diminuir tempos e a otimizar os recursos alocados a essa tarefa. O processo de *picking* é a atividade mais crítica em armazém, representando cerca de 55% dos custos enquanto o processo de separação de materiais, excluindo as viagens entre posições, representa 35% do processo de *picking*. Iniciou o processo de melhoria com a busca dos principais problemas inerentes ao processo anteriormente referido. Foram identificados como principais problemas a falta de critério de ordenação do sistema ao gerar o sequenciamento do *picking* de separação e consequentemente a repetição de posições de forma não consecutiva na ordenação das posições. Como melhoria do processo desenvolveu-se uma ferramenta em MS-Excel recorrendo à heurística do vizinho mais próximo e deste modo observaram-se melhorias que vão de encontro aos objetivos pretendidos como por exemplo:

- Criação de uma sequência lógica para o processo de *picking* de separação;
- Agrupamento dos materiais por posições, evitando desse modo a repetição de posições no processo de separação dentro da mesma remessa;
- Aumento da capacidade de volumes para o mesmo número de recursos;
- Impacto positivo no desempenho dos colaboradores responsáveis por esta tarefa.

Através da utilização da ferramenta desenvolvida obteve-se um ganho de 35% em relação ao tempo de separação por volume em cada uma das posições. Deste modo, é possível aumentar a capacidade de separação de material diariamente em 60 paletes, o que perfaz um ganho de 9 horas mensais de trabalho.

O segundo projeto abordado foca-se na análise de *stock* livre. Um produto do tipo MTO, em armazém, passa a ser denominado como *stock* livre, quando deixa de existir algum tipo de restrição à sua utilização, ou seja, deixa de ter associado a si uma ordem de venda. Destaca-se a importância da diminuição desse *stock*, uma vez que a acumulação desse tipo de *stock* gera custos adicionais para a empresa, como manutenção e gestão do espaço de armazenamento do produto, assim como

o risco de o produto passar a ser considerado obsoleto. Os produtos em *stock* livre permitem a sua alocação a encomendas que existam em carteira de modo que os custos anteriormente referidos sejam reduzidos e haja uma diminuição das quantidades a serem produzidas promovendo assim uma maior disponibilidade de produção.

A aplicação desenvolvida em *PowerApps*, teve o intuito de melhorar o fluxo de informação entre as diversas áreas intervenientes no processo e consequentemente diminuir o valor do *stock* livre. A aplicação concebida foi inserida no portal em *PowerApps*, previamente existente, e permite a consulta de toda a informação necessária ao processo de alocação do *stock* livre. Nessa aplicação é possível verificar, na secção das alocações diretas, quais os materiais em *stock* livre, com a possibilidade de serem alocados diretamente a uma encomenda existente. Na secção dos indiretos é possível verificar quais os materiais que existem para uma encomenda, para esse mesmo produto, mas que diferem na embalagem. Por fim é possível verificar na secção do *stock* livre quais os produtos que efetivamente são *stock* livre e para os quais não existe possibilidade de alocação desses materiais.

A construção desta ferramenta em *PowerApps* permitiu o envio de informação através da criação de fluxos de informação, através do Microsoft *Power Automate*, de modo a melhorar a qualidade da transmissão de informação e a eliminar tarefas manuais, que não acrescentam valor ao processo. Para a criação desse fluxo de informação foi criado um repositório de dados, com o intuito de armazenar as informações provenientes do *PowerApps*. Por fim, foram criados indicadores em *PowerBi* que, através dos dados provenientes da aplicação em *PowerApps*, permitem monitorizar o ponto de situação do *stock* livre em tempo real.

Com a utilização da ferramenta foi possível reduzir o valor de *stock* livre em cerca de 43,6% face à situação inicial e, tendo em conta as encomendas em carteira, existem perspetivas de uma redução de 57,5% face à situação inicial.

6.2. LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Relativamente ao projeto de *order picking*, a ferramenta desenvolvida foi um acréscimo às ferramentas previamente existentes e permite principalmente auxiliar em remessas grandes onde existe repetição de posições, na realização do *picking* de separação. Como tal, foi identificado como proposta de trabalho futuro, a implementação da ferramenta diretamente em SAP, através do mapeamento e de um sistema de coordenadas inserido no sistema. Deste modo, seria possível visualizar em SAP o armazém em três dimensões e deste modo melhorar ainda mais o processo de *order picking*, pois seria possível eliminar etapas no processo atual e diminuir os tempos no processo de separação dos materiais. Quanto ao projeto de *stock* livre, embora tenha melhorado o fluxo de informação e o valor tenha tendência decrescente, este está sujeito ao surgimento de novos materiais, logo um novo aumento do valor. Deste modo, surge como proposta de trabalho futuro a análise mais aprofundada da origem e das causas do aparecimento desse *stock* livre, de forma a mitigar o aumento do valor e a criação de alertas para o surgimento de novos produtos em *stock* livre, para que seja possível uma mais rápida atuação.

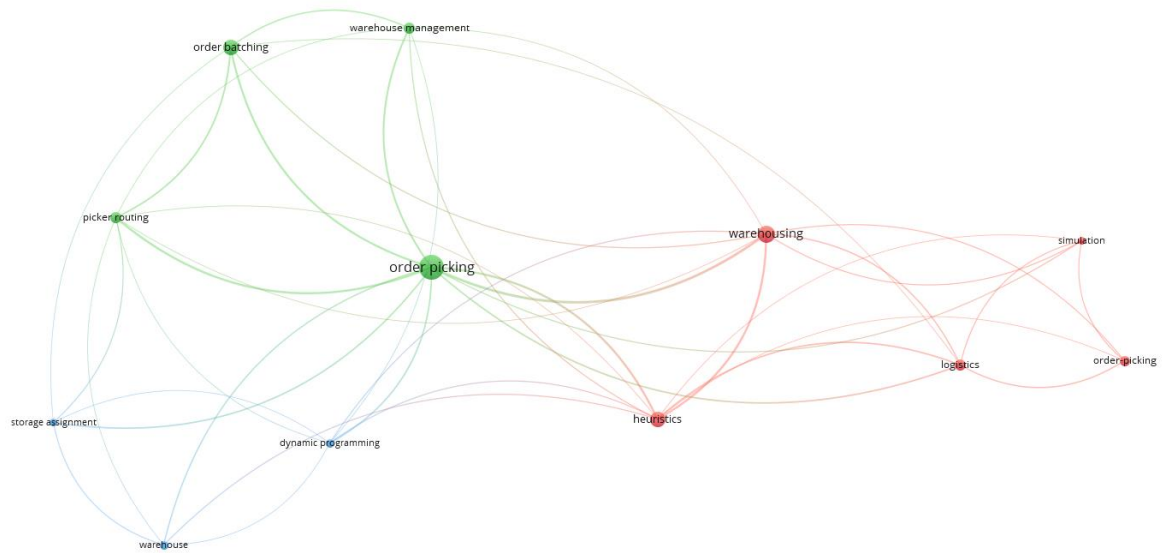
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Dukic e C. Oluic, «Order-picking methods: improving order-picking efficiency», *Int. J. Logist. Syst. Manag.*, vol. 3, n.º 4, p. 451, 2007, doi: 10.1504/IJLSM.2007.013214.
- [2] M. Saunders, P. Lewis, e A. Thornbill, *Research Methods for Business Studies*. 2000.
- [3] S.-H. Liao e R. Widowati, «A Supply Chain Management Study: A Review of Theoretical Models from 2014 to 2019», *Oper. Supply Chain Manag. Int. J.*, vol. 14, n.º 2, pp. 173–188, jan. 2021, doi: 10.31387/oscm0450295.
- [4] J. Dobroszek, «Supply chain and logistics controller – two promising professions for supporting transparency in supply chain management», *Supply Chain Manag. Int. J.*, vol. 25, n.º 5, pp. 505–519, jan. 2020, doi: 10.1108/SCM-04-2019-0169.
- [5] T. C. Poon, «A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses», doi: 10.1016/j.eswa.2008.10.011.
- [6] Chopra e P. Meidl, *Supply Chain Management*.
- [7] D. Shenoy e R. Rosas, *Problems & Solutions in Inventory Management*.
- [8] T. Wild, *Best Practice in Inventory Management*, 2.ª ed. London: Routledge, 2002. doi: 10.4324/9780080494050.
- [9] J. Fernando Gonçalves, *Gestão de Aprovisionamentos*, 2ª. Publindústria.
- [10] D. Waters, *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*.
- [11] H. ALBERTO CRESPO RODRIGUES, «CASO DE ESTUDO SOBRE A MELHORIA DA GESTÃO DE STOCKS NA EMPRESA IMARPEC», Lisbon School of Economics and Management.
- [12] N. Slack, *Operations Management*, 7th ed.
- [13] F. Conceição Paiva Magalhães, «Gestão de stocks de matéria-prima de uma empresa da área da colchoaria», Universidade de Aveiro.
- [14] J. P. van den Berg e W. H. M. Zijm, «Models for warehouse management: Classification and examples», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 59, n.º 1, pp. 519–528, mar. 1999, doi: 10.1016/S0925-5273(98)00114-5.
- [15] J. C. de Carvalho, E. B. Dias, A. Martins, J. Menezes, e T. Ramos, *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. 2010.
- [16] «MEMS_LOGIS_ARMAZENAGEM_MTP.pdf». Acedido: 22 de novembro de 2022. [Em linha]. Disponível em:
https://moodle.isep.ipp.pt/pluginfile.php/239093/mod_resource/content/2/MEMS_LOGIS_ARMAZENAGEM_MTP.pdf
- [17] R. L. Daniels, J. L. Rummel, e R. Schantz, «A model for warehouse order picking», *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 105, n.º 1, pp. 1–17, fev. 1998, doi: 10.1016/S0377-2217(97)00043-X.
- [18] J. A. Tompkins, J. A. White, Y. A. Bozer, e J. M. A. Tanchoco, *Facilities Planning*. John Wiley & Sons, 2010.
- [19] B. Rouwenhorst, «Warehouse design and control: Framework and literature review», doi: 10.1016/S0377-2217(99)00020-X.
- [20] R. De Koster, «Design and control of warehouse order picking: A literature review», doi: 10.1016/j.ejor.2006.07.009.
- [21] N. Shetty, B. Sah, e S. H. Chung, «Route optimization for warehouse order picking operations via vehicle routing and simulation», *SN Appl. Sci.*, vol. 2, n.º 2, p. 311, fev. 2020, doi: 10.1007/s42452-020-2076-x.
- [22] T. Le-Duc * e R. (M.) B. M. De Koster, «Travel distance estimation and storage zone optimization in a 2-block class-based storage strategy warehouse», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 43, n.º 17, pp. 3561–3581, set. 2005, doi: 10.1080/00207540500142894.
- [23] E. H. Grosse, «The effect of worker learning and forgetting on storage reassignment decisions in order picking systems», doi: 10.1016/j.cie.2013.09.013.

- [24] M. B. M. De Koster, «Warehouse Assessment in a Single Tour», em *Warehousing in the Global Supply Chain: Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems*, R. Manzini, Ed., London: Springer, 2012, pp. 457–473. doi: 10.1007/978-1-4471-2274-6_17.
- [25] R. de Koster e A. Neuteboom, *The logistics of supermarket chains*. Doetinchem: Elsevier, 2001.
- [26] W. H. Hausman, L. B. Schwarz, e S. C. Graves, «Optimal Storage Assignment in Automatic Warehousing Systems», *Manag. Sci.*, vol. 22, n.º 6, pp. 629–638, fev. 1976, doi: 10.1287/mnsc.22.6.629.
- [27] F. Caron, G. Marchet, e A. Perego, «Routing policies and COI-based storage policies in picker-to-part systems», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 36, pp. 713–732, nov. 2010, doi: 10.1080/002075498193651.
- [28] R. H. Ballou, *Business Logistics/supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain*. Pearson/Prentice Hall, 2004.
- [29] T. Pereira, «Gestão de armazéns».
- [30] S. Martins, «Definição do layout de um armazém para a otimização de picking», Universidade de Aveiro.
- [31] M. Makusee, «Order picker routing in warehouses: A systematic literature review», doi: 10.1016/j.ijpe.2019.107564.
- [32] «Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse», doi: 10.1016/j.cor.2011.12.019.
- [33] G. Dukic e C. Oluic, «Order-picking routing policies: Simple heuristics, advanced heuristics or optimal algorithm», *Strojniski Vestn.*, vol. 50, pp. 530–535, jan. 2004.
- [34] K. J. Roodbergen e R. Koster, «Routing methods for warehouses with multiple cross aisles», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 39, n.º 9, pp. 1865–1883, jan. 2001, doi: 10.1080/00207540110028128.
- [35] K. N. Singh e D. Van Oudheusden, «A branch and bound algorithm for the traveling purchaser problem», doi: 10.1016/S0377-2217(96)00313-X.
- [36] V. Muppani e G. Adil, «A branch and bound algorithm for class based storage location assignment», doi: 10.1016/j.ejor.2007.05.050.
- [37] I. Rodrigues, «Determinação de Rotas de Recolha e Distribuição de Produtos», Lisbon School of Economics and Management, 2014.
- [38] C. A. Valle, J. E. Beasley, e A. S. da Cunha, «Optimally solving the joint order batching and picker routing problem», doi: 10.1016/j.ejor.2017.03.069.
- [39] C. G. Petersen e G. R. Aase, «Improving Order Picking Efficiency with the Use of Cross Aisles and Storage Policies», *Open J. Bus. Manag.*, vol. 5, n.º 1, Art. n.º 1, nov. 2016, doi: 10.4236/ojbm.2017.51009.
- [40] A. Madani, R. Batta, e M. Karwan, «The balancing traveling salesman problem: application to warehouse order picking», *TOP*, vol. 29, n.º 2, pp. 442–469, jul. 2021, doi: 10.1007/s11750-020-00557-y.
- [41] T. Duarte, D. Carvalho, e D. Martinho, «ALGORITMOS PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS DE DISTRIBUIÇÃO», vol. 2, p. 26, 2019.
- [42] D. S. Johnson e L. A. McGeoch, «The Traveling Salesman Problem: A Case Study in Local Optimization», p. 103.
- [43] S. A. de Araujo, «Heurísticas Para Otimização Combinatória».
- [44] G. Silva, «Metaheurísticas».
- [45] P. G. Wang, X. M. Qi, X. P. Zong, e L. L. Zhu, «Picking Route Optimization of Automated Warehouse Based on Improved Genetic Algorithms», *Appl. Mech. Mater.*, vol. 411–414, pp. 2694–2697, 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.411-414.2694.
- [46] B. Vahdani e M. Zandieh, «Scheduling trucks in cross-docking systems: Robust meta-heuristics», doi: 10.1016/j.cie.2009.06.006.
- [47] L. F. Luzia e M. C. Rodrigues, «Estudo sobre as Metaheurísticas», p. 38.
- [48] S. Luke, *Essentials of metaheuristics: a set of undergraduate lecture notes; Online Version 2.0*, 2. ed. S.l.: Lulu, 2013.

- [49] S. Henn, «Tabu search heuristics for the order batching problem in manual order picking systems», doi: 10.1016/j.ejor.2012.05.049.
- [50] O. Kulak, Y. Sahin, e M. E. Taner, «Joint order batching and picker routing in single and multiple-cross-aisle warehouses using cluster-based tabu search algorithms», *Flex. Serv. Manuf. J.*, vol. 24, n.º 1, pp. 52–80, mar. 2012, doi: 10.1007/s10696-011-9101-8.
- [51] C. G. Petersen II e R. W. Schmenner, «An Evaluation of Routing and Volume-based Storage Policies in an Order Picking Operation», *Decis. Sci.*, vol. 30, n.º 2, pp. 481–501, 1999, doi: 10.1111/j.1540-5915.1999.tb01619.x.
- [52] A. S. Dijkstra, «Exact route-length formulas and a storage location assignment heuristic for picker-to-parts warehouses».
- [53] R. De Santis, «An adapted ant colony optimization algorithm for the minimization of the travel distance of pickers in manual warehouses», doi: 10.1016/j.ejor.2017.11.017.
- [54] R. W. Hall, «DISTANCE APPROXIMATIONS FOR ROUTING MANUAL PICKERS IN A WAREHOUSE», *IIE Trans.*, vol. 25, n.º 4, pp. 76–87, jul. 1993, doi: 10.1080/07408179308964306.
- [55] A. Scholz e G. Wäscher, «Order Batching and Picker Routing in manual order picking systems: the benefits of integrated routing», *Cent. Eur. J. Oper. Res.*, vol. 25, n.º 2, pp. 491–520, jun. 2017, doi: 10.1007/s10100-017-0467-x.
- [56] T. S. Vaughan, «The effect of warehouse cross aisles on order picking efficiency», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 37, n.º 4, pp. 881–897, mar. 1999, doi: 10.1080/002075499191580.

APÊNDICE B- ANÁLISE FINAL DAS KEYWORDS SEGUNDO O VOSVIEWER



APÊNDICE C- COORDENADAS DOS PONTOS MÉDIOS DAS POSIÇÕES DO ARMAZÉM

[illegible]

APÊNDICE D- MATRIZ DE DISTÂNCIAS ENTRE OS PONTOS DO ARMAZÉM

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																				

APÊNDICE E- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DA LIST BOX

```
Private Sub ListBox2_Click()  
Dim c As Integer  
  
For c = 1 To 9  
  
    Me.ComboBox1.AddItem Worksheets("MONITOR").Cells(1, c).Value  
  
Next  
  
With Me.ListBox2  
    .ColumnCount = 9  
    .ColumnWidths = "80;60;60;80;60;180;60;70;20"  
    .AddItem "Remessa"  
    .List(0, 1) = "Produto"  
    .List(0, 2) = "Tarefa"  
    .List(0, 3) = "OV"  
    .List(0, 4) = "Item OV"  
    .List(0, 5) = "Descrição do Produto"  
    .List(0, 6) = "Quantidade"  
    .List(0, 7) = "Unidade Medida"  
    .List(0, 8) = "UI"  
  
End With  
  
End Sub
```

APÊNDICE F- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DA DROPDOWN LIST

```
Private Sub ComboBox1_Change()  
  
Dim c As Integer  
Dim Column_Headers  
  
Column_Headers = Array("A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "H", "G", "I")  
  
For c = 1 To 9  
  
If Worksheets("MONITOR").Cells(1, c).Value = Me.ComboBox1.Value Then  
  
    Filtros = Column_Headers(c - 1)  
  
End If  
Next  
  
Me.ListBox1.Clear  
Me.TextBox1.Value = ""  
Me.TextBox1.SetFocus  
  
End Sub
```

APÊNDICE G- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DA CAIXA DE TEXTO

```
Private Sub TextBox1_Change()  
  
On Error Resume Next  
  
Me.ListBox1.Clear  
Dim r, last_row As Integer  
last_row = Worksheets("MONITOR").Range("A10000").End(xlUp).Row  
  
For r = 2 To last_row  
    a = Len(Me.TextBox1.Text)  
    If Left(Worksheets("MONITOR").Cells(r, Filtros).Value, a) = Me.TextBox1.Text Then  
        With Me.ListBox1  
            .AddItem Worksheets("MONITOR").Cells(r, "A").Value  
            .List(.ListCount - 1, 1) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "B").Value  
            .List(.ListCount - 1, 2) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "C").Value  
            .List(.ListCount - 1, 3) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "D").Value  
            .List(.ListCount - 1, 4) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "E").Value  
            .List(.ListCount - 1, 5) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "F").Value  
            .List(.ListCount - 1, 6) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "G").Value  
            .List(.ListCount - 1, 7) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "H").Value  
            .List(.ListCount - 1, 8) = Worksheets("MONITOR").Cells(r, "I").Value  
  
        End With  
    End If  
Next  
  
End Sub
```

APÊNDICE H- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DO BOTÃO “SEGUINTE”

```

Private Sub CommandButton2_Click()
|
Worksheets("REMESSAS").Range("A2:I200").ClearContents

Dim r As Long
For r = 0 To Me.ListBox1.ListCount - 1
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(1, 0) = Me.ListBox1.List(r, 0)

Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 1) = Me.ListBox1.List(r, 1)
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 2) = Me.ListBox1.List(r, 2)
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 3) = Me.ListBox1.List(r, 3)
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 4) = Me.ListBox1.List(r, 4)
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 5) = Me.ListBox1.List(r, 5)
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 6) = Me.ListBox1.List(r, 6)
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 7) = Me.ListBox1.List(r, 7)
Worksheets("REMESSAS").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Offset(0, 8) = Me.ListBox1.List(r, 8)

Next r

Worksheets("Order Picking").Cells(1, 1).Value = ComboBox2.Value
Worksheets("Order Picking").Cells(1, 2).Value = ComboBox2.Value

Unload UserForm1

Worksheets("Order Picking").Activate

Set CCSCSIT = Workbooks("Order Picking.xlsm").Worksheets("REMESSAS")
lastRowCCSCSIT = CCSCSIT.Cells(CCSCSIT.Rows.Count, "B").End(xlUp).Row

For i = 1 To lastRowCCSCSIT - 1
Worksheets("REMESSAS").Select
x = Cells(i + 1, "B")
If Cells(i + 1, "J") = Empty Then
    MsgBox ("Material " & x & " em falta")

Set CCSCSIT = Workbooks("Order Picking.xlsm").Worksheets("REMESSAS")
lastRowCCSCSIT = CCSCSIT.Cells(CCSCSIT.Rows.Count, "B").End(xlUp).Row

For i = 1 To lastRowCCSCSIT - 1
Worksheets("REMESSAS").Select
x = Cells(i + 1, "B")
If Cells(i + 1, "J") = Empty Then
    MsgBox ("Material " & x & " em falta")

ElseIf Cells(i + 1, "J") = "ESCRITORIO" Then
    MsgBox ("Material " & x & " está na posição escritório")

ElseIf Cells(i + 1, "J") = "ZONA-IDE" Then
    MsgBox ("Material " & x & " está na posição ZONA-IDE")

ElseIf Cells(i + 1, "J") = "ZONA-EMB" Then
    MsgBox ("Material " & x & " está na posição ZONA-EMB")

ElseIf Cells(i + 1, "J") = "RETRABALHO" Then
    MsgBox ("Material " & x & " está na posição ZONA-EMB")

End If
Next i

Call vmp

End Sub

```

APÊNDICE I- CÓDIGO EM VBA DA CRIAÇÃO DA HEURÍSTICA DO VMP

```

Sub vmp()

Dim caminho(1, 100) As Variant
Dim distancias(1, 100) As Variant
Dim WS As Worksheet
Set WS = ThisWorkbook.Sheets("VMP")
Dim values As String

Worksheets("VMP").Range("A5:A200").ClearContents
Worksheets("VMP").Range("B3:Z4").ClearContents

k = 2
j = 5

For i = 2 To 265
    'While Cells(i, "j") <> ""
    If Worksheets("REMESSAS").Cells(i, "J").Value <> "" Then
        Worksheets("VMP").Select
        Cells(4, k).Value = Worksheets("REMESSAS").Cells(i, "J").Value
        Cells(j, 1).Value = Worksheets("VMP").Cells(1, 1).Value
        k = k + 1
    End If
'Wend
Next i

Set posicoes = Workbooks("Order Picking.xlsm").Worksheets("VMP")
lastrowposicoes = posicoes.Cells(4, posicoes.Columns.Count).End(xlToLeft).Column - 1

caminho(0, 0) = Cells(1, 1)
For j = 1 To lastrowposicoes

    distancias(0, j - 1) = Cells(5, 1 + j).Value

Next j
Cells(3, 6) = Cells(1, 1)
    valorMinimo = distancias(0, 0)
    colunaMinimo = 0

w = 1
l = 0
For m = 1 To lastrowposicoes
    valorMinimo = distancias(0, 0)
    colunaMinimo = 0

    For y = 1 To lastrowposicoes - 1
        If distancias(0, y) < valorMinimo Then
            valorMinimo = distancias(0, y)
            colunaMinimo = y
        End If
    Next y
    Cells(3, 6 + w) = Cells(4, colunaMinimo + 2)
    Cells(3, 6 + w + 1) = Cells(1, 1)
    w = w + 2
    distancias(0, colunaMinimo) = 1000
Next m

```

```
p = 1
x = 0
For p = 1 To lastrowposicoes
    x = Cells(5, p + 1) + x
Next p
x = x * 2
x = Round(x, 0)

Range("K2") = x

values = ""
For i = 6 To WS.Cells(3, Columns.Count).End(xlToLeft).Column
    values = values & " " & WS.Cells(3, i).Value
Next i

MsgBox (" A distância percorrida no armazém nesta remessa é:" & " " & x)

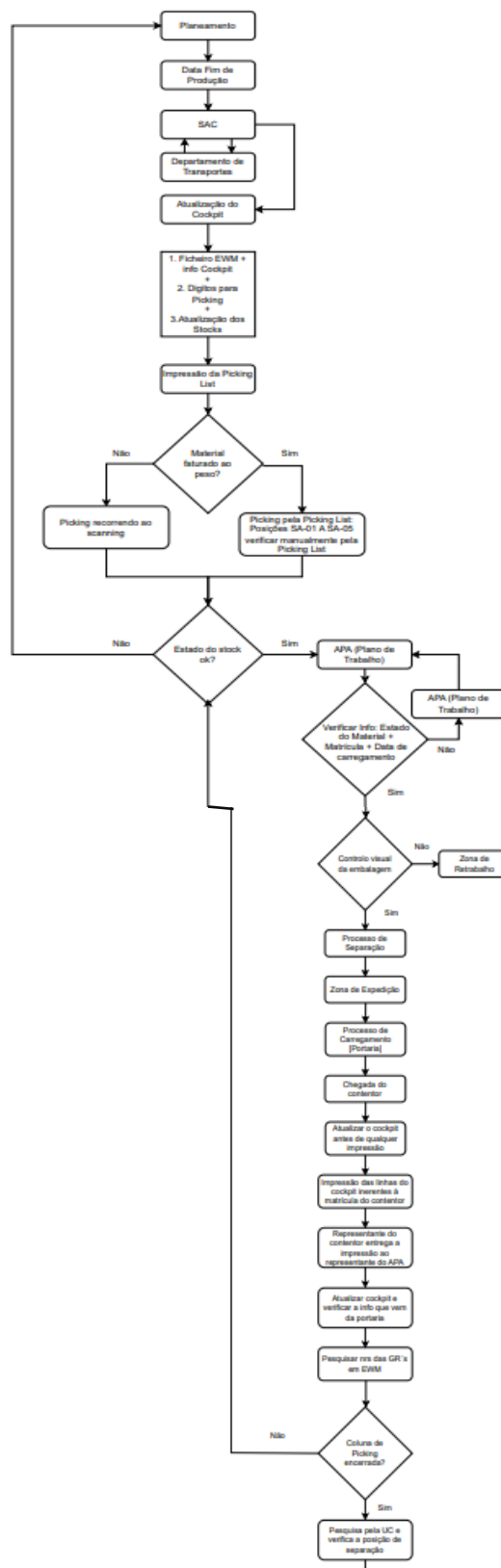
MsgBox ("A ordem do picking é:" & " " & values)

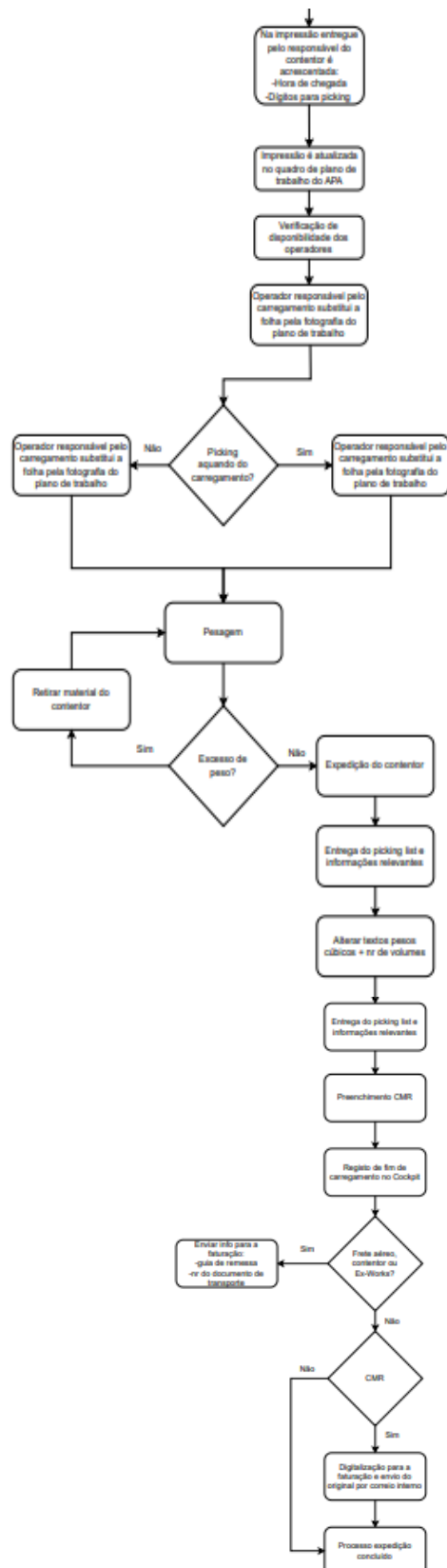
End Sub
```

APÊNDICE J- CÓDIGO EM VBA PARA A CRIAÇÃO DO BOTÃO “CANCELAR”

```
Private Sub Cancelar_Click()  
  
Unload UserForm1  
  
End Sub
```

ANEXO A- FLUXOGRAMA *TO-BE* DA EXPEDIÇÃO





ANEXO B- EXEMPLO DE UMA PICKING LIST

3852031030

PICKING LIST

13/04/2023
08:00



8000131342

Carga: Grupagem
Transporte: Terrestre

Destino: IT
Resp. SAC:

OV It Produto	Descrição do Produto	Qtd. Total	Qtd. Emb. Total	Qtd. Existente	Stock	Nº Paletes
3820026746 10 72000547	MB ML C221 12W NT 000 90	200 UN	10 CX	200 UN	OK	1 PAL
3820026746 20 72000583	MB ML C214 12W NT 100 32	200 UN	10 CX	200 UN	OK	1 PAL
3820026746 30 72000373	MB OT MDF 11W NT 201 13	120 UN	3 CX	120 UN	OK	1 PAL
3820026746 40 70502611	PL ML C238/000 500X500X4,0 02	150 SET	8 CX		Material em Falta	1 PAL
3820026746 50 70900945	RL CC 8244/000 500X2,0-8M 16	60 ROL	5 CX	60 ROL	OK	1 PAL
3820026746 60 70904476	RL CC 8244/000 500X4,0-5M 08	35 ROL	5 CX	35 ROL	OK	1 PAL

348539

Volumes: 6

Observações:

Reserva de descarga >>> A reserva deve ser feita por e-mail ou telefone

ANEXO C- PICKING LIST DA REMESSA 3852031509

3852031509

8000134103

PICKING LIST

05/05/2023
08:00



Carga: Grupagem
Transporte: Terrestre

Destino: MA
Resp. SAC:

OV It Produto	Descrição do Produto	Qtd. Total	Qtd. Emb. Total	Qtd. Existente	Stock	Nº Paletes
3820027402 10 70002508	RL CR 1049/279 40X6,0 11M 01	180 ROL	180 ROL	180 ROL	OK	1 PAL
3820027402 20 70001104	PL CR 1049/PT1 1000X1000X6,0 02	10 PL	1 CX	10 PL	OK	1 PAL
3820027402 30 70030058	PL CR 6400/PV1 1270X1040X6,0 01	5 PL		5 PL	OK	

356113

Volumes: 3

Observações:
SAC: EXW - CAMIÃO CLIENTE. QUESTIONAR CLIENTE QUEM É O AGENTE QUE VEM

ANEXO D- PICKING LIST DA REMESSA 3852031384

3852031384

8000133440

PICKING LIST

28/04/2023 08:00



Cargo: Grupagem

Transporte: Marítimo

Destino: HK

Resp. SAC

QV It Produto	Descrição do Produto	Qtd. Total	Qtd. Embr. Total	Qtd. Existente	Stock	Nº Paletes
3820026830 20						
72000242	TV CC 8405 150K 9,7 000 02	1440 UN	12 CX	1440 UN	OK	12 CX
3820026830 30						
72001476	TV CC 8405 150R 9,7 000 02	1440 UN	12 CX	1440 UN	OK	12 CX
3820026830 40						
72000243	TV CC 8405 200K 9,7 000 09	1440 UN	8 CX	1440 UN	OK	8 CX
3820026830 50						
72000660	TV CC 8405 200R 9,7 000 11	1800 UN	10 CX	1800 UN	OK	1 PAL
3820026830 60						
72000246	TV CC 8405 250K 9,7 000 08	1518 UN	22 CX	1518 UN	OK	22 CX
3820026830 70						
72000667	TV CC 8405 250R 9,7 000 04	1035 UN	15 CX	1035 UN	OK	15 CX
3820026830 80						
72001004	TR ML C327 52TR 000 RU	54 UN	3 CX	54 UN	OK	1 PAL
3820026830 90						
72000766	TR ML C345/CW1 55TR 000 10	42 UN	3 CX	42 UN	OK	1 PAL
3820026830 10						
72000201	TM CC 8405 13TM 2,9 000 14	240 SET	10 CX	1440 SET	OK	10 CX

354161

Volumes: 0

Observações:

ARM: COLOCAR NO MENOR NUMERO DE PALETES POSSIVEL.

