

Melhorias do fluxo interno de um centro de distribuição na indústria da moda

Ricardo Miguel Matos da Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Maria Teresa Bianchi Aguiar



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2018-07-02

Aos meus pais e irmão,

Resumo

O projeto apresentado no presente documento foi desenvolvido no Centro Logístico de Canelas da Parfois, empresa portuguesa com presença mundial no ramo de acessórios de moda feminina. Esta presença, aliada ao modelo de negócio *fast fashion* em que opera, requerem uma plataforma logística de excelência e com um fluxo de produto capaz de satisfazer as necessidades do mercado. O principal objetivo desta dissertação é desenvolver soluções que permitam melhorias no fluxo interno do centro de distribuição, alterando a política de armazenamento da empresa e utilizando métodos de criação de rota capazes de reduzir desperdícios de tempo em viagens desnecessárias.

Deste modo, a revisão da literatura procura analisar os aspetos que devem ser considerados para a escolha da política de armazenamento e explorar abordagens que permitam a otimização da rota de *picking* efetuada.

Numa primeira fase foi então definida a nova política de armazenamento, onde foram estabelecidas diferentes gamas de produtos em cinco zonas nos dois armazéns, que compõem o centro logístico.

A implementação de uma nova estratégia de armazenamento surgiu na necessidade de organizar as caixas de produto enviadas para as lojas. O *picking* é um ponto fundamental neste tema, visto que neste processo o produto é recolhido e transportado para a área de necessidade. De forma a que o *picking* fosse também otimizado, foram testados cenários em que se recorreu a uma heurística construtiva, *nearest neighbor* para a otimização das rotas.

Em suma, o estudo realizado permitiu um armazenamento mais organizado dos produtos da Parfois e uma diminuição de cerca de 60% da distância percorrida pelo operador na satisfação das tarefas de *picking*.

Improvement of the internal flow of a distribution center in the fashion retail industry

Abstract

The project presented in this document was developed at the Logistics Center of Canelas of Parfois, a portuguese company with a worldwide presence in the women's fashion accessories sector. This position, coupled with the fast fashion business model in which it operates, requires a logistics platform of excellence and a product flow capable of satisfying the needs of the market. The main objective of this dissertation is to develop solutions that allow improvements in the internal flow of the distribution center, changing the company's storage policy and using route creation methods capable of reducing time wastes on unnecessary trips.

Thus, the literature review seeks to analyze the aspects that should be considered for the choice of the storage policy and to explore approaches that allow the optimization of the picking route made.

In the first phase, the new storage policy was defined, where different product ranges were established in five zones in the two warehouses, which make up the logistics center.

The implementation of a new storage strategy came from the need to organize the product boxes sent to stores. Picking is a fundamental point in this theme, since in this process the product is collected and transported to the area of need. So that the picking was also optimized, scenarios were tested in which a constructive heuristic was used, nearest neighbor, for the optimization of the routes.

To sum up, the study allowed a more organized storage of Parfois's products and a reduction of 60% of the distance traveled by the operator in the satisfaction of picking tasks.

Agradecimentos

À minha família, pelo apoio e pela motivação dados ao longo de toda a minha vida.

Ao Eng. João Cunha pela ajuda diária, pela dedicação a este projeto e pelo conhecimento que me transmitiu.

À Doutora Teresa Bianchi, orientadora na FEUP, pela disponibilidade demonstrada ao longo do projeto.

À Inês Peixoto pelo companheirismo e amizade ao longo destes meses.

Aos restantes elementos da Sala 360 cuja ajuda e disponibilidade foram determinantes para a realização deste trabalho.

A todos os colaboradores da Parfois pelo conhecimento transmitido e pela forma como me receberam.

À minha namorada e a todos os meus amigos pelo apoio e companheirismo ao longo do meu percurso académico.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa.....	1
1.2	Enquadramento do Projeto e Motivação	3
1.3	Método Seguido no Projeto.....	3
1.4	Estrutura da Dissertação.....	3
2	Enquadramento Teórico.....	4
2.1	Logística na Indústria do Fast Fashion	4
2.2	Gestão de Armazéns	5
2.3	Classificação de um Armazém.....	6
2.4	Picking.....	8
2.4.1	Sistema de Picking	8
2.5	Política da Rota de Picking	11
2.6	Política de Armazenamento	12
3	Caracterização da Situação Inicial.....	15
3.1	Caracterização da Operação Logística	15
3.1.1	Receção.....	16
3.1.2	Arrumação	17
3.1.3	Picking	20
3.1.4	Conversão	21
3.1.5	Separação	23
3.1.6	Reprocessamento.....	24
3.1.7	Pré-Expedição	25
3.1.8	Expedição.....	26
3.2	Caracterização dos Armazéns	26
3.3	Principais Problemas Identificados	27
3.3.1	Política de Armazenamento.....	27
3.3.2	Tarefas de Picking	28
3.4	Variação do Stock	29
3.4.1	Previsão de Stock.....	30
3.4.2	Densidade das Diferentes Gamas	30
3.4.3	Ocupação das Paletes por Nível	31
3.5	Expansão	33
4	Implementação do Projeto	34
4.1	Abordagem ao Armazenamento: Alocação das Gamas.....	35
4.1.1	Restrições do Projeto.....	35
4.1.2	Implementação do COI.....	36
4.1.3	Associação de Gamas	37
4.1.4	Alocação das Gamas.....	37
4.2	Abordagem ao Picking: Heurística Nearest Neighbor	40
4.2.1	Nearest Neighbor.....	40
4.2.2	Pressupostos	40
4.2.3	Resultado da Simulação Real.....	40
4.3	Resultados da Simulação de Cenários	43
4.3.1	Análise Comparativa dos Resultados	44
5	Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro.....	46
5.1	Análise de Resultados e Soluções Obtidas.....	46
5.2	Sugestão de Trabalhos Futuros	46
	Referências	48
	ANEXO A: Correlação entre as diferentes gamas com base no histórico de inventário de 2017	50

Glossário

Casepack – Quantidade de produtos numa unidade de armazenamento;

Franchising – Permissão formal dada por uma empresa para uma entidade poder vender os seus produtos ou serviços numa dada área;

Layout – Planta, esquema ou desenho;

Mezzanine – Plataforma desmontável utilizada industrialmente para armazenamento de produtos e movimento de pessoas;

Picking - Recolha física de produtos no armazém referente a encomendas;

Rack – Estante utilizada para o armazenamento de paletes;

Sorter – Equipamento utilizado para separar caixas segundo critérios definidos pelo armazém;

Stock – Existências em armazém.

Siglas

CLC – Centro Logístico de Canelas

PDA – *Personal Digital Assistant*

RWMS – *Retail Warehouse Management System*

SKU – *Stock Keeping Unit*

TSP – *Travelling Salesman Problem*

VBA – *Visual Basic for Applications*

Índice de Figuras

Figura 1 - Crescimento anual da Parfois	1
Figura 2- Presença da empresa no mercado mundial	2
Figura 3 - Cadeia de valor de Porter (Porter, 1985)	4
Figura 4 - Fluxos num centro logístico (Heragu, 2005)	7
Figura 5 - Tipos de <i>picking</i> (Dallari et al., 2009)	8
Figura 6 - Distribuição de tempos de uma tarefa de <i>picking</i> (Tompkins et al., 2003)	10
Figura 7 - Complexidade da decisão para sistemas de <i>picking</i> (De Koster et al., 2007)	10
Figura 8 - Heurísticas de política de <i>picking</i> (De Koster et al. 2007)	12
Figura 9 - Layouts de diferentes métodos de armazenamento (De Koster et al., 2007)	14
Figura 10 - Centro Logístico de Canelas e o fluxo de produto pelas diferentes áreas	15
Figura 11 - Ponte que serve de elo de ligação entre os dois armazéns.....	16
Figura 12 - <i>Sorter</i> automático do CLC alocado na receção	17
Figura 13 - Classificação das gamas de artigos G	18
Figura 14 - Estanteria utilizada no armazém e exemplo de um <i>check digit</i>	19
Figura 15 - Arrumação fina	20
Figura 16 - <i>Picking</i> pesado	21
Figura 17 - Conversão de unidade de armazenamento.....	22
Figura 18 - Sistema PTL.....	23
Figura 19 - Separação no túnel.....	24
Figura 20 - Posto de reprocessamento	25
Figura 21 - Pré-Expedição.....	25
Figura 22 - <i>Sorter</i> automático da expedição	26
Figura 23- Layout do armazém E1 e os sentidos de trânsito dos dispositivos de <i>picking</i>	27
Figura 24 - Armazém E2 e as fases de expansão do CLC.....	33
Figura 25 - Exemplo de espaço para zonas com mais de uma gama.....	34
Figura 26 - Disposição das gamas no armazém E1	38
Figura 27 - Disposição das gamas no armazém E2	39
Figura 28 - Estado de arrumação no armazém da Parfois	39
Figura 29 - Pseudocódigo da satisfação de pedidos pela ordem da lista.....	41
Figura 30 - Pseudocódigo heurística nearest neighbor	42
Figura 31 - Cenários estudados na simulação do <i>picking</i>	43

Índice de Tabelas

Tabela 1- Capacidade de paletes dos armazéns E1 e E2 dos diferentes níveis	27
Tabela 2 - Gama e respetiva densidade em unidades por palete	31
Tabela 3 – Distribuição percentual média de paletes pelos diferentes níveis	32
Tabela 4 - Previsão de pico de <i>stock</i> em novembro de 2018.....	32
Tabela 5 - Gamas calculadas com um aumento de 25%	33
Tabela 6 - COI das gamas em análise e número de tarefas realizadas entre janeiro e junho de 2018, inclusive.....	36
Tabela 7 - COI calculado para os grupos formados e respetivas tarefas.....	37
Tabela 8 - Resumo dos resultados nos cenários 1 e 2	44
Tabela 9 - Resumo dos resultados nos cenários 3 e 4	44
Tabela 10 - Resumo dos resultados nos cenários 1 e 3	45
Tabela 11 - Resumo dos resultados nos cenários 1 e 4	45

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Stock em unidades dos artigos G ao longo do tempo	29
Gráfico 2 - Previsão de stock em unidades.....	30

1 Introdução

Recentemente, a utilização da informação tem representado um papel crucial na otimização de processos das empresas, tornando-as mais eficientes. Com a partilha de conhecimentos, o mercado tornou-se mais competitivo e a necessidade de eliminação de operações sem valor acrescentado é cada vez mais evidente. A presente dissertação centra-se na otimização do fluxo interno de um centro de distribuição na indústria da moda. A melhoria da eficiência dos processos de uma zona tão importante do centro logístico, como é a área de arrumação do *stock* implica melhorias significativas no desempenho da empresa. Deste modo, a definição da localização dos artigos e a otimização do processo de *picking* servem de base para o presente documento.

1.1 Apresentação da Empresa

A Parfois dedica-se à comercialização de acessórios femininos a uma escala global, sendo que se tem vindo a assumir como líder do mercado de retalho no setor em Portugal. A vasta gama de produtos, alta rotatividade dos mesmos em loja e a qualidade a preços competitivos caracterizam o modelo de negócio da empresa, nunca negligenciando a satisfação do cliente e o serviço pós-venda. Esta cultura de *fast fashion* e a sua dimensão fazem da marca um competidor de companhias como a Zara e H&M em vários mercados. As características enunciadas levaram a um crescimento, ano após ano, significativo da Parfois, como se pode verificar na Figura 1.

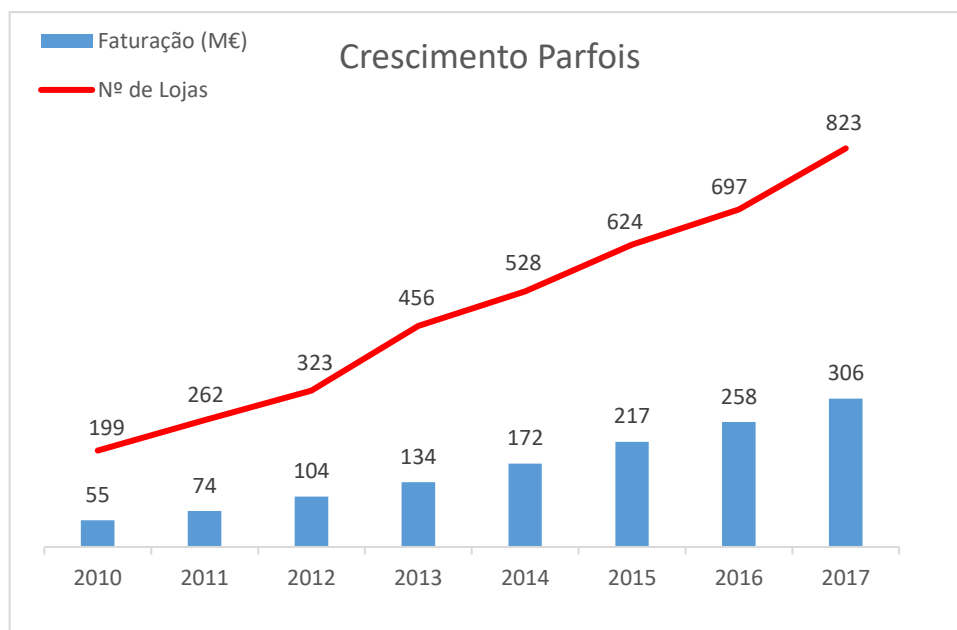


Figura 1 - Crescimento anual da Parfois

A empresa abriu a primeira loja numa das ruas mais emblemáticas do Porto, a Rua Santa Catarina, no ano de 1994. A Parfois conquistou o mercado e após quatro anos, dado o grande impacto que a empresa apresentou, iniciou o seu processo de *franchising*. Este teve relevante importância para a rápida proliferação da marca. A primeira abertura internacional deu-se em 1999, no Chipre. Daí em diante, o crescimento foi notável. Desde 2010 a empresa aumentou o número de lojas de quase 200 para mais de 850 e está agora presente em mais de 60 países, como se pode verificar na Figura 2.

Este comportamento teve consequências enormes a nível logístico tendo levado à alteração de toda a operação para novas infraestruturas em Canelas, Vila Nova de Gaia. As antigas instalações da Parfois situavam-se em Rio Tinto e tinham uma lotação máxima de 648 lojas. A mudança de instalações da operação ocorreu em 2014, e tendo capacidade para satisfazer 1152 lojas. Esta lotação é limitada pelo processo de separação que será descrito ao longo do presente documento. Até ao final do presente ano são esperadas aberturas de lojas que contribuam para atingir uma cifra superior a 950 lojas. Este crescimento de cerca de 30% tem contribuído para que seja necessária a constante otimização dos processos no Centro Logístico de Canelas (CLC). No curto prazo, poderá haver a necessidade de procurar uma alternativa ao centro logístico ou, noutra perspetiva, uma solução que complemente a operação no CLC e que garanta a eficiência exigida pelo mercado *fast fashion* onde a Parfois se insere.

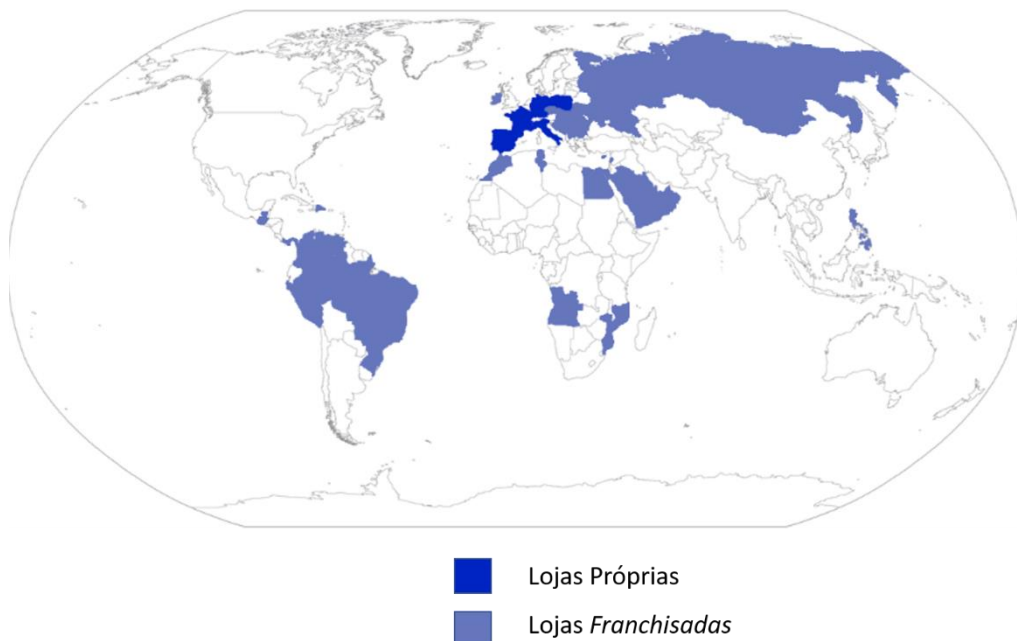


Figura 2- Presença da empresa no mercado mundial

A grande maioria das lojas da Parfois está localizada na Europa, mas a entrada em outros mercados, como o Médio Oriente, Ásia e América Latina, tem assumido um papel muito importante na empresa. O setor de atividade da marca exige grande flexibilidade e capacidade de adaptação aos vários mercados em que está presente, levando à necessidade de uma grande variabilidade de produtos. O aumento da diversidade nos produtos e o número de lojas tem levado a um incremento considerável de *stock* no centro logístico, que tem contribuído para a necessidade de considerações táticas em termos logísticos.

Inicialmente a produção dos produtos centrava-se na Europa, mas o imperativo de manter um preço justo e a qualidade dos produtos levou a que a produção fosse transferida para o Oriente, mais concretamente, para países como a Índia e a China. A deslocação da produção e a presença da marca no mercado asiático levou à necessidade de criação de um entreposto na China, que

puдesse receber a mercadoria de vários fornecedores e que contribuísse para um aumento do controlo de qualidade. Este armazém serve também como ponto de distribuição para lojas situadas nos mercados dessa região do globo.

1.2 Enquadramento do Projeto e Motivação

O aumento do número de lojas Parfois e da diversa oferta de produtos tem promovido situações de elevada quantidade de *stock*. Este projeto tem como objetivo a alteração da política de armazenamento no armazém de arrumação da empresa, bem como a otimização do algoritmo que gera as tarefas necessárias à satisfação dos pedidos, de forma a maximizar a eficiência do processo de *picking*. Estas melhorias serão traduzidas num aumento significativo da produtividade do *picking* o que conduzirá a um conseqüente aumento da satisfação do cliente.

1.3 Método Seguido no Projeto

Inicialmente, cumpriu-se um período de adaptação na empresa e de conhecimento do fluxo do produto, desde a sua receção até à sua expedição. Seguiu-se um estudo da literatura relacionada com a política de armazenamento de um centro de distribuição e dos métodos de *picking* que se possam enquadrar nas diferentes metodologias. Foi também estudado o comportamento do histórico dos níveis de *stock* e da previsão dos mesmos a curto prazo, de forma a entender como este deve ser alocado.

Dadas as diferentes dimensões e tarefas, para os vários tipos de produto comercializados pela empresa, foi necessária a criação de zonas destinadas a uma ou mais gamas, dependendo estas do seu peso no *picking* e interação (entre as gamas). O seu agrupamento foi feito seguindo o critério COI e características dos produtos. Foi desenvolvido um estudo cuidado do armazém e elaborada uma simulação que permitiu apresentar as melhorias que as opções de rota de *picking* e arrumação de *stock* poderão significar. Para o *picking* foram testados quatro cenários, variando entre eles, a organização do stock em armazém e a utilização ou não da heurística para a construção da rota. No final serão apresentadas algumas considerações gerais e sugestões de trabalhos futuros.

1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação é composta por cinco capítulos. No presente capítulo é feita uma apresentação da empresa, uma pequena introdução do problema abordado ao longo do documento e a metodologia seguida ao longo da realização do projeto.

O segundo capítulo diz respeito ao levantamento da base teórica, sobre o qual o projeto se sustenta. São identificados e explicados conhecimentos gerais sobre a logística, bem como conhecimentos mais específicos, sobre o tema de definição dos diferentes sistemas encontrados, numa área tão complexa como o armazenamento de *stock* e o *picking* de um centro logístico.

O terceiro capítulo apresenta os processos no centro logístico da Parfois e define os problemas abordados na dissertação.

No capítulo quatro inicia-se a explicação do processo de otimização do armazenamento de *stock* no armazém bem como a otimização da rota de *picking* e a apresentação dos resultados da simulação.

No quinto capítulo é desenvolvida uma reflexão sobre o trabalho elaborado e uma apreciação dos resultados. De igual modo, são feitas sugestões de melhorias de forma a conseguir obter o máximo de proveito dos fluxos estudados.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo são apresentados os conceitos chave teóricos abordados ao longo do projeto. Este estudo permitiu a compreensão do problema atual e a formulação das soluções que permitem a colmatação das lacunas verificadas no fluxo interno do produto. Inicialmente o foco do capítulo centra-se nas operações gerais da logística e de todas as fases do produto, convergindo posteriormente para métodos de otimização do processo de arrumação e *picking*.

Nos últimos anos tem-se assistido a uma evolução logística das empresas. Esta fica a dever-se, em grande parte, à organização e integração das atividades que constituem a cadeia de abastecimento, reduzindo assim custos e tempos. Estes progressos conferem à logística um papel cada vez mais preponderante nas empresas, tornando-se assim numa vantagem competitiva para muitas delas.

Conforme é descrito pela cadeia de valor de Porter (1985), a logística, considerada uma atividade principal comum a todos os negócios, contribui para a criação de valor, e para a redução de custos logísticos que se traduz em margens mais lucrativas, como se pode observar na Figura 3.



Figura 3 - Cadeia de valor de Porter (Porter, 1985)

Segundo Pozo (2002), os encargos financeiros associados à logística representam cerca de 20% dos custos totais das empresas, transparecendo assim a importância que a logística deve ter para as entidades. Deste modo a otimização dos processos logísticos pode levar a vantagens competitivas. Porter (1985) destaca duas formas sob as quais a empresa as pode obter sobre os seus concorrentes: estratégia de diferenciação e/ou estratégia de baixo custo. Devido à importância da logística no ciclo de vida de um artigo, qualquer melhoria pode resultar numa redução de custos acompanhada de um aumento da diferenciação.

2.1 Logística na Indústria do Fast Fashion

O conceito *fast fashion* nasceu nos anos 90 e a ideia base consiste na venda de artigos a preços baixos e, ao mesmo tempo, atuais em termos de moda.

Atualmente, as empresas, que se regem por este conceito, criam as suas peças de forma inspirada nas tendências projetadas pelos nomes mais importantes da moda, levando assim a uma redução do ciclo de vida do produto.

Este novo conceito não se resume apenas à celeridade com que o produto é desenvolvido e ao número de coleções, mas também ao complexo sistema que teve de ser implementado ao longo de toda a cadeia de abastecimento.

Segundo Lawson (2001), o aumento de empresas a competir pelo baixo custo da mão-de-obra desencadeou a necessidade de algumas companhias alterarem as suas estratégias de produção e de distribuição.

A indústria da moda sentiu necessidade da implementação da prática do conceito de *fast fashion* como resposta à mudança que se tem verificado, nos últimos anos, no estilo de vida dos consumidores (Barnes e Lea-Greenwood, 2006).

Fernie e Sparks (2014) referem quatro características que influenciam diretamente a operação logística de uma empresa na indústria da moda:

- **Curtos tempos de vida:** dada a frequência com que uma nova coleção é lançada e o facto de a conceção do produto estar intimamente ligada com as tendências verificadas no período de produção;
- **Alta volatilidade:** na indústria da moda a incerteza é constante, sofrendo, por isso, os produtos uma procura que não pode ser considerada como estável;
- **Baixa previsão:** como é referido no ponto anterior, a instabilidade sentida no setor reflete-se numa baixa precisão no que diz respeito à análise da procura;
- **Compra de impulso:** em grande parte dos casos, o artigo é comprado em loja e por impulso do consumidor, pelo que é de extrema importância que os artigos estejam disponíveis na mesma.

Com a emergência da filosofia de *fast fashion* a estrutura de custos da operação logística e o tempo de resposta são considerados fatores críticos neste tipo de organizações. Os autores Bruce e Daly (2006) defendem três princípios:

- A cadeia de abastecimento tem de ser *leagile* (combinação dos termos *lean* e *agile*), ou seja, tanto o desperdício como o tempo de resposta devem ser tidos como reduzidos.
- A relação com parceiros chave deve ser próxima e duradoura, de forma a obter custos reduzidos;
- A integração das áreas de uma organização, como os departamentos de *design*, *compras*, *produção*, *distribuição* e *marketing*, é muito importante na implementação da filosofia *fast fashion*.

2.2 Gestão de Armazéns

Os armazéns desempenham uma função crucial ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Guedes (2012) caracteriza a principal função da armazenagem como manter produtos em *stock*.

As empresas, segundo Rushton *et al.* (2010), têm necessidade de ter um nível mínimo de *stock*, de forma a conseguir:

- Lidar com a disparidade entre a procura e a oferta do produto;
- Alimentar os processos produtivos;
- Responder de forma rápida e eficaz a falhas de fornecimento de matérias-primas;
- Lidar com flutuações sazonais;
- Lidar com paragens estratégicas.

A maioria das empresas do ramo *fast fashion*, utilizam o armazém com mais duas finalidades. Guedes (2012) define estas duas outras funções como sendo a consolidação e a transferência/transbordo. A consolidação trata-se de um tipo de armazenamento que procura

receber produto de diferentes fornecedores e executar entregas consolidadas dessa mercadoria. A outra função desempenhada é caracterizada pela receção de mercadoria de um fornecedor e pela sua divisão para vários clientes, em diferentes carregamentos.

A organização do *stock* é considerada como sendo uma das atividades mais importantes num centro logístico. Há muitos fatores que influenciam a forma como este deve ser organizado no armazém, desde o tamanho do armazém, ao *layout* das estantes, às tendências do mercado, às características do produto, entre outras. A escolha de uma política de organização de *stock*, dada a multitude de fatores decisivos à sua definição, é uma tarefa muito complexa.

Larson et al. (1997) consideram que uma utilização eficiente do espaço e do equipamento só é conseguida se a distância percorrida para recolha dos produtos (consequentemente, o tempo de viagem) for minimizada e a utilização da área maximizada, mas tendo sempre em atenção os possíveis problemas de congestionamento. Para além disso, a disposição do armazém tem de ser robusta o suficiente para conseguir absorver as flutuações do mercado (Larson *et al.*, 1997).

A capacidade de armazenamento é principalmente influenciada pelo tipo e dimensões do sistema de armazenagem, porém há muitos autores que consideram que a política de armazenamento também desempenha um papel importante.

Já Frazelle *et al.* (2001), traçam o objetivo da gestão de armazém como sendo a minimização do custo laboral, e a maximização do aproveitamento do espaço e do equipamento, cumprindo os tempos e os requisitos de expedição de forma eficaz.

2.3 Classificação de um Armazém

Segundo Chan e Chan (2011) há quatro aspetos táticos e operacionais que devem ser decididos para uma gestão de armazém eficiente:

- Desenho do *layout* e dimensionamento do sistema de armazenamento (aspeto tático);
- Política de *picking*, *i.e.*, como se devem agrupar os pedidos ou o *batch* para o percurso do *picking* (aspeto tático e operacional);
- Política de armazenamento, ou seja, de que forma é que os produtos devem ser armazenados, *e.g.* se agrupados ou simplesmente por ordem de chegada (aspeto tático e operacional);
- Política da rota de *picking*, ou seja, como deve ser definida a sequência das localizações que serão visitadas durante a rota (aspeto operacional).

Segundo Rouwenhorst *et al.* (2000), existem três perspetivas transversais à maioria dos armazéns ou centros de distribuição sob as quais se pode avaliar, uma perspetiva de processos, de recursos e de organização.

Processos

No centro logístico os processos são muito importantes e devem ser otimizados ao máximo. Geralmente a mercadoria passa por diversos, pela seguinte ordem:

- Receção, que usualmente envolve a descarga física do produto no cais de receção, a verificação da integridade da carga e o registo da entrada da mesma no sistema. Neste setor pode também ocorrer a transformação do produto, *i.e.*, alteração da unidade de armazenamento, de forma a que a transformação potencie as operações subsequentes no armazém;
- A arrumação, que consiste no acondicionamento do produto num espaço destinado para o efeito. Normalmente existem duas áreas, a de reserva que armazena de forma a aproveitar melhor o espaço, *e.g.* em paletes, e uma mais avançada com fácil acesso e armazenando o produto em módulos, como contentores em prateleiras. A grande maioria do inventário está situada na área de reserva;
- O terceiro processo é o *picking* das encomendas que é caracterizado pela recolha dos artigos para a satisfação de pedidos e pode ser feito de forma manual ou com um certo

grau de automatismo. Por norma, cada encomenda contém um número de pedidos que correspondem a uma determinada quantidade de um produto em específico;

- O quarto processo é a separação, que ocorre quando, para facilitar as tarefas de *picking*, várias encomendas são tratadas como uma. Após a conclusão desta fase, inicia-se a tarefa de separação que consiste na individualização dos artigos de forma a satisfazer as encomendas por loja;
- O embalamento e serviços de valor acrescentado referem-se a atividades como o *repacking*, etiquetagem e verificação da encomenda para o cliente;
- Por último, o produto segue para a expedição para que seja agrupado por transportador e carregado para o meio de transporte que o conduzirá até ao próximo ponto da cadeia de abastecimento.

Recursos

Os recursos utilizados no armazém podem ser distinguidos pela unidade de armazenamento, (e.g. contentores, paletes), sistema de armazenamento, equipamento utilizado no *picking*, equipamento auxiliar (e.g. *scanner* de códigos de barras), operadores, entre outros.

Organização

As questões organizacionais dizem respeito à forma como o armazém deve executar os processos já enumerados. A questão mais importante é a definição dos tipos de fluxos observados no centro logístico. Segundo Heragu (2005), é possível identificar quatro tipos de fluxo de produtos identificados na Figura 4.

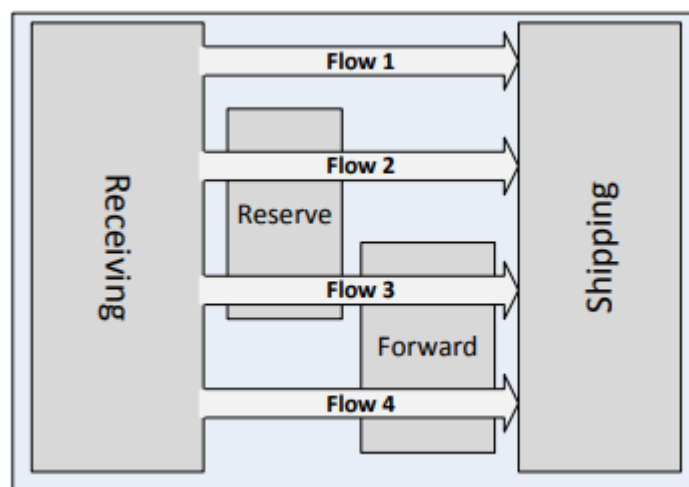


Figura 4 - Fluxos num centro logístico (Heragu, 2005)

O primeiro representa o *cross-docking*. Neste fluxo o produto é rececionado e segue para a expedição sem passar por outro processo, ou pode ser ainda arrumado por um curto período de tempo até ser encaminhado para a expedição.

O segundo e terceiro casos representam as situações mais comuns nos centros de distribuição. No fluxo 2 a mercadoria é rececionada e armazenada no armazém até ser expedida, enquanto que no 3, após o armazenamento do produto na zona de reserva, este segue para uma zona mais avançada onde o *picking* é mais rápido e onde é feita a consolidação dos pedidos e/ou tarefas de valor acrescentado, seguindo depois para a expedição.

Por fim, o quarto tipo de fluxo remete para produtos que são rececionados e imediatamente armazenados numa zona mais avançada, de forma a que os pedidos dos clientes sejam consolidados e, posteriormente, expedidos.

2.4 Picking

As tarefas de *picking* são baseadas nos pedidos dos clientes. Cada pedido corresponde a uma linha em que são especificados o cliente, o SKU e a quantidade pedida. Por consequência são geradas tarefas para que, no armazém se recolha o SKU, e se proceda ao seu transporte para uma área em que possa ser consolidado ou encaminhado diretamente para a expedição.

Segundo Frazelle *et al.* (2001), 50% dos custos operacionais de armazém são da responsabilidade do *picking*. Este valor deve-se, em grande parte, ao facto desta tarefa ter um menor grau de automatização, uma vez que necessário um grande investimento para que o processo possa ser feito de forma automática. De forma a reduzir custos e aumentar a produtividade do armazém, esta área tem ganho particular interesse nos últimos anos (R. de Koster *et al.*, 2007).

2.4.1 Sistema de Picking

Segundo Dallari *et al.* (2009) a definição do sistema de *picking* depende de vários fatores. As características do produto, o tipo de pedidos e a forma como este é armazenado influenciam o sistema a utilizar.

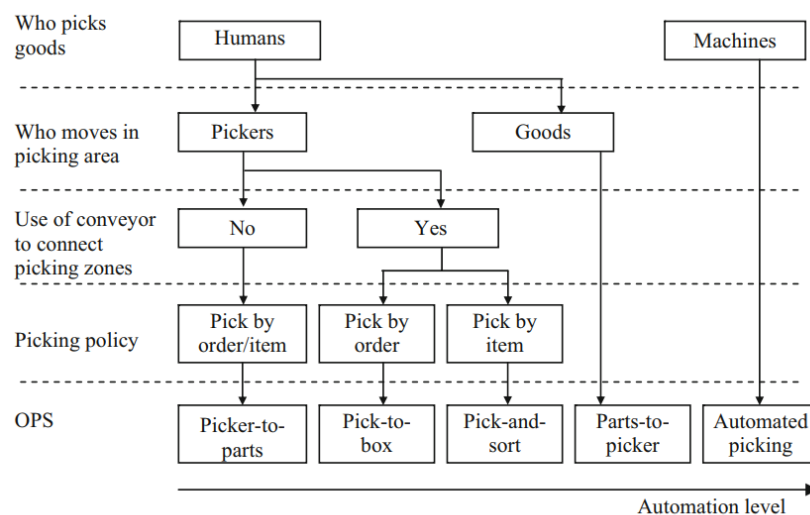


Figura 5 - Tipos de *picking* (Dallari *et al.*, 2009)

Através da análise do diagrama da Figura 5 pode-se classificar o sistema de *picking* por resposta a quatro questões; quem faz a recolha dos produtos? Quem os move dentro da área de *picking*? São usados tapetes para conectar o *picking*? Qual a política de *picking*? Respondendo a estas perguntas, pode-se classificar os sistemas da seguinte forma:

- **Picker-to-parts:** Dallari *et al.* (2009) acreditam que este é o sistema de *picking* utilizado por grande parte dos armazéns. Neste caso, quem executa esta função são os operadores que se podem mover a pé ou conduzir um veículo especializado para o efeito. Neste sistema são distinguidos dois tipos de *picking*, o de nível inferior e o de nível superior (Caron *et al.*, 2000). O primeiro é acessível ao nível do solo enquanto que para executar o segundo é necessário um veículo que permita a realização da tarefa em altura. Neste sistema, desenvolvimentos podem ser conseguidos com a otimização do algoritmo da criação das rotas, implementação de políticas de armazenamento que favoreçam o *picking* e introdução de dispositivos que promovam um simples e rápido conhecimento das tarefas a serem efetuadas por parte do operador;

- *Pick-to-box*: neste sistema a área de *picking* é dividida em diversas zonas, sendo que cada operador recolhe, apenas, artigos referentes aos pedidos destacados para cada zona. As diferentes áreas são conectadas por *conveyors* por onde passa a unidade de armazenamento onde têm de ser colocados os artigos. As principais vantagens deste sistema, comparativamente com o *picker-to-parts* são a redução da distância percorrida e a diminuição de congestionamentos na zona de *picking*.
- *Pick-and-sort*: o operador faz o *picking*, na sua área, da quantidade exata necessária para satisfazer o somatório dos pedidos daquela referência, gerados pelo *batch*. O produto é colocado em *conveyors* que, mais tarde, vão distribuir o produto para satisfazer cada pedido. Este sistema tem como grande entrave a necessidade de um investimento avultado, de forma a que a distribuição seja feita de forma automática.
- *Parts-to-picker*: neste caso são utilizados dispositivos automáticos que fazem a recolha do produto e o conduzem para a zona de *picking* onde os operadores selecionam as quantidades necessárias para satisfazer os pedidos dos clientes, sendo a quantidade sobranete devolvida e novamente arrumada. Este sistema resulta numa redução significativa do tempo de *picking*, mas exige um elevado investimento.
- *Automated picking*: corresponde a um *picking* completamente automático. Apesar das vantagens claras, *e.g.* baixa taxa de produtos danificados, integração fácil entre todos os processos e grande velocidade na execução da tarefa, o sistema automático requer um considerável nível de tecnologia, elevadas competências de gestão e um robusto investimento (Chang *et al.*, 2007).

Segundo de Koster *et al.* (2007), 80% do *picking* implementado nos países situados no oeste europeu segue um sistema de *picker-to-parts*. Apesar disso, grande parte da literatura sobre o tema aborda sistemas com um elevado grau de automatização.

S. Henn *et al.* (2012) referem que no sistema *picker-to-parts* de nível inferior, a divisão da lista de *picking* por cliente não é eficiente, uma vez que seriam geradas múltiplas listas de *picking*, resultando num esforço adicional que não é aceitável.

A otimização do *picking* de pedidos pode desencadear uma importante redução de custos. Numa perspetiva de curto prazo, os mesmos objetivos podem ser atingidos sem necessidade de recorrer a horas de trabalho extra ou a operadores temporários. Numa perspetiva mais alargada, podem ser alcançados com um número menor de operadores. Adicionalmente, o tempo de entrega ao cliente poderá diminuir, originando um aumento do grau de satisfação do cliente.

De forma a diminuir o período de *picking*, é necessário perceber em que tarefas este pode ser dividido. Segundo Tompkins *et al.* (2003) pode-se dividir o tempo total da tarefa nas seguintes parcelas:

- Tempo de viagem entre as diferentes localizações, e entre estas e o *buffer*.
- Tempo de procura após a chegada à zona onde se encontra armazenado o produto.
- Tempo de *picking*, *i.e.*, o tempo necessário para retirar o produto na unidade de armazenamento e acomodá-lo no dispositivo de *picking*.
- Tempo de *set-up*, nomeadamente o descarregamento do produto recolhido durante a rota ou da preparação do dispositivo de *picking* para a execução do percurso definido.

Como é possível analisar pela figura 6, 50% do tempo de *picking* é consumido pelo tempo percorrido entre as várias posições. Independentemente das posições que têm de ser visitadas, o tempo de acomodar o artigo na unidade de armazenamento e o tempo de procura são constantes e, considerando o tempo de *set-up* negligenciável, resta o tempo de viagem como objetivo de otimização (S. Henn *et al.*, 1993).

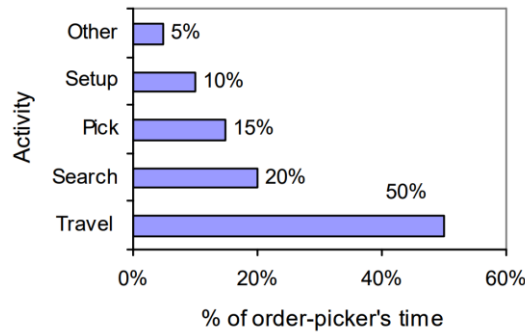


Figura 6 - Distribuição de tempos de uma tarefa de *picking* (Tompkins *et al.*, 2003)

Segundo Petersen (1999) a relação entre o tempo de viagem e a distância percorrida comporta-se de forma linear uma vez que a velocidade é constante. Deste modo, a otimização da distância efetuada leva a uma otimização do tempo despendido. Ainda, segundo Petersen (1999), o tempo de viagem é influenciado pelo método de deslocação e pelo operador enquanto que a distância percorrida não depende de nenhum destes pontos. O tempo de viagem é um desperdício que causa custos com operadores, tratando-se de uma atividade sem valor acrescentado sendo, por isso, o primeiro fator a ser melhorado no sistema de *picking*.

Segundo Wäscher (2004), para otimizar a distância é necessário ter em consideração as diferentes políticas adotadas: a política de armazenamento, a política de consolidação dos pedidos (*batch*), política da rota e o desenho do *layout*. Visto que a dissertação trata de um armazém em que o *layout* está já definido este último tema não será abordado.

Na Figura 7 é destacada a complexidade dos sistemas de *picking*, sendo que as decisões da metade superior da imagem se referem a decisões a nível estratégico e as da metade inferior dizem respeito a decisões operacionais. O sistema ganha complexidade à medida que percorre cada um dos eixos.

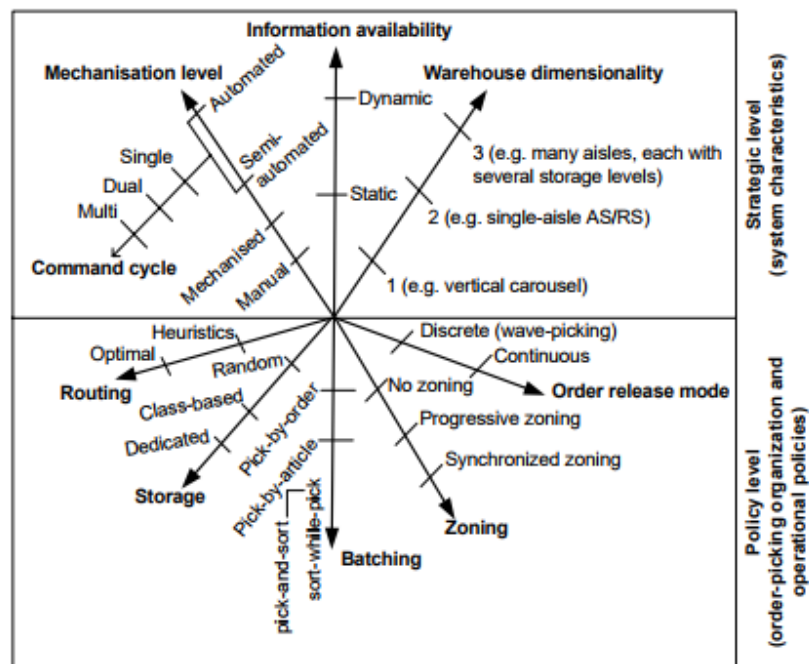


Figura 7 - Complexidade da decisão para sistemas de *picking* (De Koster *et al.*, 2007)

2.5 Política da Rota de Picking

A rota de *picking* é definida por ser a sequência de localizações que têm de ser visitadas pelo operador de forma a realizar a tarefa definida. Segundo Petersen *et al.* (1999) a política da rota de *picking* é crucial para a eficiência da mesma. Para esta, pode ser utilizado um algoritmo ótimo que define o melhor caminho ou recorrer ao uso de heurísticas.

A primeira decisão que deve ser tomada é saber se a política de zoneamento vai, ou não, ser aplicada. Esta indica que a área de *picking* é dividida em zonas e que o operador associado a uma área realiza *picking* apenas nessa mesma divisão. Em segundo lugar deve-se perceber se o *picking* vai ser efetuado por pedido ou por *batch* de pedidos. No caso da primeira, o operador satisfaz os pedidos por cliente, enquanto que na segunda os pedidos são atribuídos com uma lista de artigos para diferentes clientes. Segundo Yu e de Koster (2009) estes dois elementos podem influenciar de forma significativa a eficiência de *picking*.

Nesta fase é definida a metodologia para definição de rota, que pode ser um método exato, garantindo a solução ótima para o cálculo da rota, ou uma heurística. A escolha da ordem das localizações a visitar pode ser equiparada a um problema *Travelling Salesman Problem* (TSP), que é um problema de otimização *NP-hard*, que pode resultar em tempos exagerados de computação. Para diminuir o tempo necessário para encontrar uma solução, foram criadas heurísticas construtivas e de otimização. As heurísticas não garantem a solução ótima, mas sim uma solução aceitável e calculada num período mais reduzido. O número de combinações possíveis de localizações para a obtenção do percurso ótimo é igual ao fatorial do número de localizações ($N!$) o que pode resultar em tempos de simulação insustentáveis, dependendo do número de localizações necessárias. Esta situação é insuportável para qualquer negócio, o que torna a necessidade de recorrer a heurísticas para a formação da rota. Neste documento vão ser abordadas a heurística construtiva *nearest neighbor* e a de melhoria *3-opt* como forma de criação e otimização da lista de localizações a seguir pelos operadores.

Nearest Neighbor

Na heurística *Nearest Neighbor* a escolha do próximo destino é feita pela proximidade à posição atual do operador. Deste modo o operador vê sempre a localização mais próxima como sendo a paragem seguinte. Esta metodologia pode ser a mais eficiente se o percurso não for pensado como um todo. Ainda no caso de ser fornecida uma lista de destinos, não sendo possível perceber quantos deles serão visitados, esta opção pode ser a melhor.

3-opt

A heurística *3-opt* é um método de melhoria que pode ser utilizado para aperfeiçoar a solução encontrada com a heurística anterior. Neste caso são escolhidos três caminhos feitos e trocados entre eles, a nova distância é calculada e caso seja menor que a anterior é guardada. São feitas muitas iterações de forma a tentar correr o maior número de possibilidades. Este método só pode ser aplicado se o número de localizações que vão ser visitadas de um dado grupo de destinos for previamente conhecido.

Existem várias heurísticas para a rota do *picking* que são aplicadas sem o objetivo único de otimização da distância. Estas servem para familiarizar os operadores com um método de procura no armazém. Petersen (1997) concluiu que a melhor, pode alcançar valores apenas 5% superiores a valores do caminho ótimo. As heurísticas estão representadas na Figura 8.

No método *S-shape* cada operador entra num corredor que contenha uma localização pertencente à rota e percorre o corredor saindo na outra ponta. A política *Return* difere da *S-shape* na medida em que chega ao último local a visitar no corredor e volta para trás. O método *midpoint* refere-se a uma rota em que o *picker* faz todas as tarefas até metade do corredor e volta para o início do mesmo, para se dirigir até ao próximo. *Largest Gap* é uma mistura entre o *midpoint* e o *return*. Como no *midpoint*, percorre o corredor até à última localização que tem

de visitar e volta para trás. Na estratégia *combined*, o operador define o que acha melhor, se voltar para trás e avançar para o corredor seguinte, ou continuar até ao fim do mesmo e começar a próxima tarefa de lá. A melhor rota é então dada por uma solução ótima que, apesar de parecer a melhor solução, esta pode ter alguns problemas associados. Entre eles, destaca-se o facto de criar confusão para o operador, porque o percurso pode não ser intuitivo e o facto de não ter em consideração a congestão do mesmo.

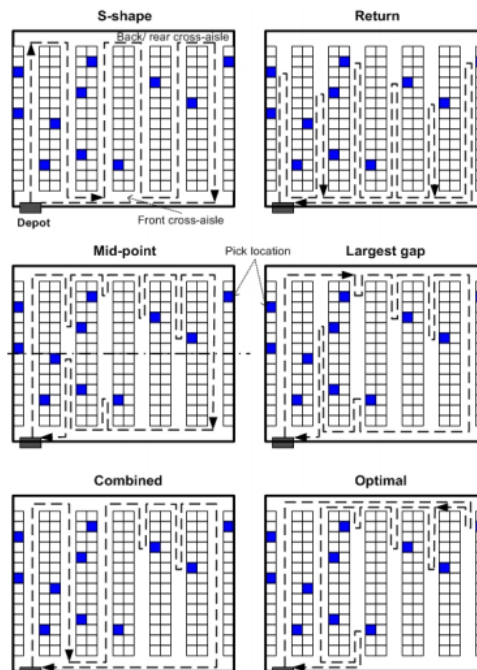


Figura 8 - Heurísticas de política de *picking* (De Koster *et al.* 2007)

2.6 Política de Armazenamento

A política de armazenamento diz respeito à alocação dos diferentes produtos e às localizações de armazenamento.

Os métodos de armazenamento mais frequentes são:

- *Random Storage*;
- *Closest Open Location Storage (COL)*;
- *Family-grouped Storage*;
- *Class-based Storage*;
- *Full-turnover Storage*.

Segundo vários autores (Peterson *et al.*, 2004; Rouwenhorst *et al.*, 2000; de Koster *et al.*, 2007) estas são as políticas mais utilizadas e que devem ser as que melhor se adequam aos problemas.

Random Storage

Como o próprio nome indica, esta política resume-se à alocação de paletes (ou outra unidade de armazenamento) a uma localização escolhida de forma aleatória entre todas as disponíveis com igual probabilidade. De Koster *et al.* (2007) consideram que esta política só pode ser aplicada num armazém controlado por um sistema computadorizado. Esta política é muito usada e segundo Peterson *et al.* (2004), uma das razões para tal, deve-se ao facto da sua simplicidade, dado que não necessita de uma recolha de informação sobre os produtos e, normalmente, requer menos espaço que outras políticas. De acordo com Chan *et al.* (2011), esta política é geralmente utilizada em áreas de reserva.

A dispersão de produtos mais populares é uma contrariedade para a aplicação desta política visto que, com este tipo de artigos espalhados pelo armazém existe um aumento da distância média percorrida.

Closest Open Location Storage

Esta política tem como objetivo encontrar a localização livre mais próxima do local de saída do produto do armazém. Como o *random storage*, para a aplicação desta metodologia não é necessária recolha de dados sobre os produtos. Esta irá resultar numa diminuição da distância média percorrida, porém, de Koster *et al.* (2007) e Hausman *et al.* (1976) consideram que a *performance* desta política e da anterior são muito similares quando os produtos são transportados em paletes.

Family-grouped Storage

Neste tipo de armazenamento os produtos são associados a grupos de artigos que normalmente são encontrados nos mesmos pedidos. Deste modo, para facilitar o *picking*, faz sentido colocar os artigos próximos. Para aplicar esta política, a correlação entre os artigos tem de ser investigada. Devem ser criadas famílias de produtos que posteriormente serão alocadas pela popularidade sendo que, quanto maior mais próximo da saída de *stock* deve estar. Dentro da família, os artigos estão arrumados de forma aleatória.

Segundo Chan *et al.* (2011) esta política resulta num aumento da eficiência do *picking*. No entanto Roll e Rosenblatt (1983) consideram que esta origina um aumento da necessidade de espaço.

Class-based Storage

Normalmente este tipo de armazenamento serve-se da regra de Pareto para alocar os produtos. A regra de Pareto determina que 20% dos produtos são responsáveis por 80% das receitas, deste modo estes SKU's devem estar mais próximos do local de saída de produtos.

Esta política remete então para a criação de grupos de artigos para os dispor no armazém, numa zona mais ou menos próxima da saída de stock. Petersen *et al.* (2004) consideram que de forma a otimizar este método, só devem existir entre dois a quatro grupos.

Graves *et al.* (1997) concluíram que a necessidade de espaço aumenta com o número de classes que são aplicadas, ideia também suportada por van den Berg (1999). A política também é vista como forma de otimização do *picking* uma vez que os produtos que têm mais vendas estarão próximos do local de saída, o que levará a uma diminuição da distância média de *picking*.

Petersen *et al.* (1999) testaram diferentes *layouts* para o armazenamento de produtos. Os dois métodos mais comuns estão representados na figura 9. Para a criação destas áreas é necessário perceber o número de grupos que serão precisos, bem como o número de posições. Depois de estarem definidos, os produtos são alocados de forma aleatória dentro do grupo associado. Devido à necessidade de reserva de espaço para as classes, esta política resulta na necessidade de aumentar o armazém.

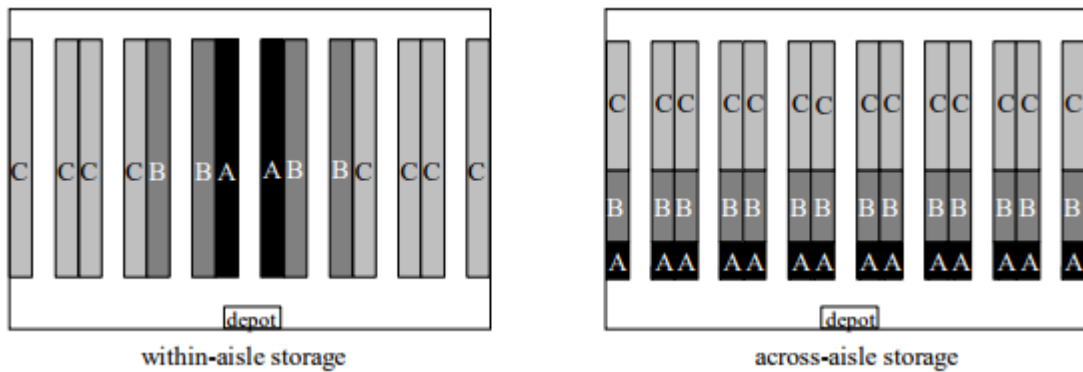


Figura 9 - Layouts de diferentes métodos de armazenamento (De Koster *et al.*, 2007)

Cube-per-order Index

Heskett (1963) introduziu um novo conceito para a atribuição de localizações no armazém. A política, denominada de *cube-per-order index* (COI), tem como principal objetivo o armazenamento dos produtos mais populares e que ocupam um volume menor, próximos de ponto de saída. Segundo Malmborg (1995) o COI (2.1) pode ser definido pelo rácio entre o número de localizações necessárias e o número de transações de *orderpicking* por unidade de tempo.

$$COI_i = \frac{S_i}{T_i} \tag{2.1}$$

Onde:

S_i , é o número de localizações necessárias para o SKU i durante um intervalo de tempo, e T_i , é o número de viagens realizadas para satisfação dos pedidos do SKU i durante um intervalo de tempo

Os SKU's que apresentam um COI mais reduzido são alocados mais próximos do *buffer*. Le-Duc (2005) sugerem que o coeficiente só deve ser aplicado se a produção dos SKU's for constante e que as variações entre frequência de pedidos e o volume guardado em armazém também o seja.

Full-turnover Storage

Nesta política os artigos são classificados consoante a sua popularidade sendo que os mais populares são alocados junto à zona de saída. Esta política pode ser considerada uma variante da *class-based storage* só que existem tantos SKU's como grupos. Esta política tem como contrapartida o facto de ser inflexível, uma vez que cada posição está associada a um SKU, o que leva à necessidade de uma mudança dos produtos alocados às localizações quando estes deixam de ser produzidos ou quando a popularidade baixa. Espera-se que esta política reduza significativamente a distância média percorrida.

O COI pode ser aplicado também como uma política de *full-turnover storage*.

De notar que estas políticas não são favoráveis para uma empresa no setor *fast fashion* uma vez que os SKU's variam constantemente. Para que esta política seja aplicada, são necessárias reclassificações constantes, o que origina uma diminuição da eficiência e flexibilidade.

3 Caracterização da Situação Inicial

O presente capítulo consiste na apresentação dos processos que ocorrem no centro logístico bem como a apresentação dos problemas que serão abordados na dissertação.

O armazenamento de *stock*, objeto de estudo nesta dissertação, é feito no interior do centro logístico da Parfois. No presente ano, o armazém da marca esteve muito próximo de atingir a sua lotação máxima e, por esse motivo, uma das fases de expansão poderá ser ativada de forma a responder aos pedidos provenientes do mercado.

3.1 Caracterização da Operação Logística

A Parfois é uma empresa com a cultura de *fast fashion* e transaciona artigos de moda feminina. Devido às exigências da cultura na qual se insere a empresa, a operação logística é crucial para um bom desempenho da mesma. Os fornecedores da empresa são maioritariamente do continente asiático, nomeadamente da China e da Índia.

O centro logístico conta com os processos normais da atividade, seguindo o produto, normalmente, este fluxo: receção, arrumação, *picking*, conversão, separação e expedição. Contudo, pode ainda seguir da separação para o reprocessamento e pré-expedição, dependendo da necessidade. Os artigos podem passar por estas fases em apenas um dia, o que faz com que o produto possa estar menos de 24 horas no centro logístico e no dia após a sua receção disponível em lojas, pronto para ser vendido ao cliente.

O aumento significativo do volume de negócios levou à necessidade da transferência das operações logísticas para novas infraestruturas em 2015. O novo centro logístico, CLC, possui dois armazéns que perfazem um total de 40.000 m². Dessa área, apenas 33.000 m² estão a ser efetivamente utilizados. O centro está preparado para abastecer cerca de 1100 lojas. Este valor é limitado pela capacidade de absorção do processo de separação, explicado neste capítulo.

Atualmente, o novo centro logístico já demonstra algumas debilidades, decorrentes do atual fluxo de produtos e dos níveis de *stock* necessários para manter abastecidas as lojas da empresa. O aproveitamento das potencialidades do armazém passa, em grande parte, pela otimização das tarefas e melhoria do fluxo do produto.

A Figura 10 apresenta o layout dos armazéns E1 e E2, unidos por uma ponte, que constituem o centro logístico da Parfois. A imagem identifica também as áreas onde ocorrem os processos que vão ser detalhados.



Figura 10 - Centro Logístico de Canelas e o fluxo de produto pelas diferentes áreas

A completa percepção sobre os processos que marcam o fluxo do produto no armazém é essencial. O produto dá entrada no centro logístico pelo armazém E1, onde é feito também grande parte do armazenamento do mesmo. Através da ponte representada na Figura 11, o produto alcança as zonas onde sofre a preparação necessária até ser expedido para a loja. Este trajeto é dividido em sete grandes fases.



Figura 11 - Ponte que serve de elo de ligação entre os dois armazéns

3.1.1 Receção

A receção é o ponto de partida do fluxo do produto no CLC. As receções são planeadas de forma a que a cadência de receção de produtos não ultrapasse a capacidade de receção do armazém. Este planeamento tem como horizonte temporal uma semana e a receção é criada em sistema com a informação importante, nomeadamente a hora da receção, o SKU e o número de artigos a rececionar.

O produto tem como principais fornecedores China e a Índia e o transporte é, na sua maioria, feito por via marítima; este tipo de transporte confere uma solução economicamente mais vantajosa, apesar de representar uma solução demorada. O outro meio de transporte é o aéreo, optando-se por este para cargas mais urgentes.

Todas as receções têm de estar devidamente marcadas no sistema RWMS, *software* desenvolvido pela Oracle *Retail* que apoia a gestão do armazém. Desta forma, se eventualmente a quantidade de carga rececionada não corresponder com a agendada, o sistema autoriza criação de paletes para arrumação até um excedente de 5% das unidades. Caso o excedente seja superior às unidades entram para uma área denominada de quarentena para que seja negociado com os fornecedores e perceber o destino da mercadoria. Após serem rececionadas e colocadas em paletes, as mercadorias são revestidas por filme e transportadas para uma zona de espera, denominada de praia, aguardando que se inicie o processo de arrumação. Aqui, a mercadoria volta a ser contabilizada para que ocorra o fecho da receção em sistema.

Na receção está localizada uma área de qualidade que examina três caixas de um SKU, de cada carregamento. Se eventualmente forem encontrados problemas, a carga é toda bloqueada em sistema até que se perceba a quantidade com defeito.

A receção é composta por três cais. Um cais está munido de um *sorter* automático demonstrado na Figura 12, que filtra por SKU, outro possui um *conveyor* que ajuda no transporte da

mercadoria até à zona onde ocorre a associação das caixas às paletes vazias e o último está responsável pela receção de cargas em menores quantidades, normalmente transportadas em carrinhas de entregas.

As paletes são *monoSKU* e *monocasepack*, com exceção das que acomodam produtos de bijuteria e artigos de cabelo. *MonoSKU* significa que existe apenas um SKU na paleta, enquanto que *monocasepack* diz respeito às quantidades desse SKU por caixa, que também são iguais em toda a paleta. Por vezes, o mesmo SKU apresenta diferentes tamanhos de caixa, o que resulta em diferentes quantidades por embalagem. Esta situação é normal em produtos cujas dimensões resultam em poucas unidades por unidade de armazenamento. Desta forma há SKU's que têm caixas com diferentes unidades para que possam corresponder às pedidas pelas lojas, desta forma adotam um fluxo direto mais simples.

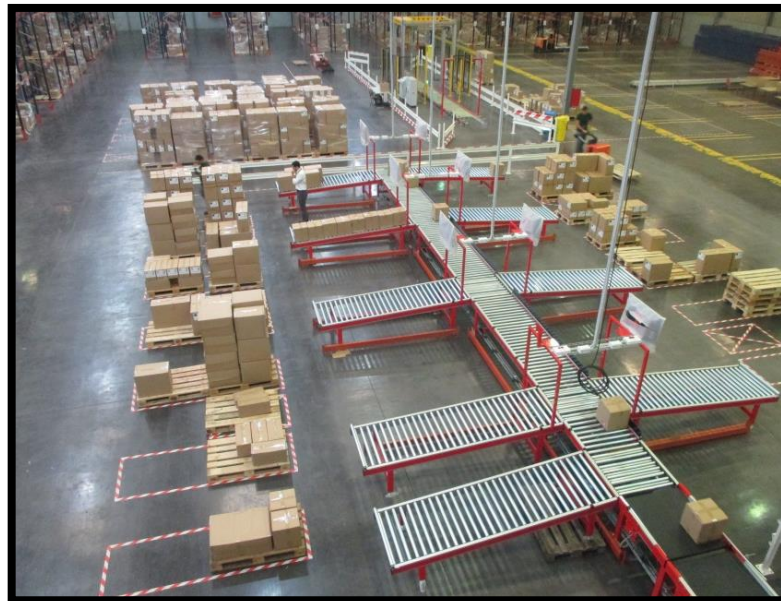


Figura 12 - *Sorter* automático do CLC alocado na receção

3.1.2 Arrumação

Assim que todo o produto seja rececionado, arrumado na praia e contabilizado, inicia-se a arrumação. Esta é diferente consoante o tipo de artigo. Para a compreensão deste projeto é necessário que se tenha em mente que os produtos armazenados no centro logístico são divididos em categorias e, dentro destas em gamas. Existem duas categorias, a grande (G) e a pequena (P). Estas duas estão arrumadas em zonas distintas do centro logístico, sofrendo consequentemente, processos diferentes até à sua saída. Os produtos da categoria P não têm relevância no projeto e, por isso, não serão referidos com o detalhe dos artigos G. Os produtos do tipo G dividem-se em várias gamas como é demonstrado na figura 13.



Figura 13 - Classificação das gamas de artigos G

A arrumação é distinguida em pesada e fina. A primeira é realizada para todos os artigos exceto pratas, artigos de cabelo e bijuteria, que pertencem à categoria P, sofrendo estes apenas arrumação fina. A do tipo pesada destina-se à acomodação dos produtos em paletes nas estantes dos armazéns E1 e E2. Nos *racks*, todos os produtos estão em paletes e permanecem no interior das caixas de origem. Apenas aquando de um pedido do Departamento de Distribuição surgem as tarefas de *picking*, onde a tarefa poderá ser feita tanto à caixa como à paleta, gerando um diferente tipo de tarefa no PDA. Os *racks* de armazenamento têm cinco níveis em altura, sendo que é obrigatório que cada SKU tenha pelo menos uma paleta de produto no nível zero, o nível mais baixo da estante.

À data de início da realização do projeto, a arrumação do produto era feita consoante a posição livre mais próxima do *buffer* central, isto é, quando chega um novo SKU ao armazém, este será atribuído à posição livre mais próxima do *buffer*. Este, localizado numa zona próxima do centro do armazém E1, é composto por uma zona para armazenamento de paletes e de uma ponte que serve de ligação entre o armazém E1 e o E2, pela qual se dá a transferência do produto entre os mesmos. Todos os produtos têm de passar pela ponte para serem submetidos às próximas operações do fluxo do produto. De forma a ter a certeza que a arrumação é feita no local certo, o operador é acompanhado de um PDA que, após o *scan* do código de barras da paleta sem localização, indica a posição à qual o produto deve ser alocado. Inicialmente eram exigidas duas paletes por *SKU* por nível zero, porém, dado o recente elevado valor de *stock* no armazém, foi necessário parametrizar o valor para uma paleta por *SKU* de nível zero. Deste modo, as restantes paletes do *SKU* serão colocadas em altura e tendo em conta a posição de nível zero

atribuída à paleta dessa referência, ou seja, o sistema procura sempre que as paletes de nível superior sejam arrumadas perto da localização do SKU em nível zero. Para garantir que o operador não se engana, todas as localizações estão identificadas por um código de barras e, quando se trata de arrumação em altura, por um *check digit* que terá de ser introduzido no PDA como é apresentado na Figura 14.



Figura 14 - Estanteria utilizada no armazém e exemplo de um *check digit*

Idealmente o sistema atribui a posição de nível zero às paletes que contenham a caixa do SKU com maior *casepack*, isto é, com mais artigos por caixa.

Sempre que se esgota a quantidade de um SKU no nível zero, é gerada uma tarefa de reabastecimento para repor o *stock*. Esta consiste na reposição de uma paleta de nível superior no lugar de uma paleta vazia do nível mais baixo. Por questões de segurança, e pela falta de equipamento para o efeito, as tarefas de *picking* que são realizadas à caixa, são executadas apenas no nível zero.

Se o produto não for arrumado no E1 ou no E2 em estantes, este será convertido para contentores de plástico (representados na Figura 15) para sofrer o outro tipo de arrumação. Como os artigos de categoria P não sofrem arrumação pesada, estes vão diretamente da praia para o *buffer* central de forma a serem transportados para o armazém E2 para serem armazenados na *passerelle* pequena. A arrumação fina, representada na Figura 15, consiste na acomodação dos contentores com produto numa das duas *mezzanines* do CLC, dependendo da categoria à qual pertence o artigo. Uma das *mezzanines*, designada por *passerelle* pequena, é destinada a artigos de categoria P, ou seja, pratos, artigos de cabelo e bijuteria. Estes produtos são armazenados na sua totalidade nesta secção. Em ambas as *passerelles*, os produtos, à semelhança do que acontece na arrumação pesada, são destinados a uma unidade de armazenamento por SKU, ou seja, cada contentor destina-se a apenas um SKU. Quanto à *passerelle* grande, esta não só permite guardar as unidades da categoria G que, depois de convertidas não são utilizadas para satisfação dos pedidos, como também permite o uso desta como uma zona de armazenamento intermédio que tem influência direta na eficiência com que os pedidos são satisfeitos, evitando a necessidade de esperar pela tarefa de *picking* na zona de arrumação pesada, o que torna o *picking* do produto mais rápido.



Figura 15 - Arrumação fina

3.1.3 Picking

As tarefas de *picking* são geradas para as zonas de arrumação, sendo estas as áreas onde se encontra o produto. O processo é iniciado pelo Departamento de Distribuição da empresa que gera os pedidos de *stock* para cada uma das lojas. Estes, salvo raras situações específicas, podem ser divididos em dois grupos, os pedidos de primeiro envio e os de reposição. No que aos primeiros diz respeito, tratam-se dos primeiros envios daquele SKU para uma loja, sendo que, normalmente, as quantidades pedidas são mais elevadas. Já no que toca aos pedidos de reposição, estes servem para repor *stocks* e evitar ruturas, representando pedidos de menores quantidades. Deste modo, os diferentes tipos de pedidos influenciam o tipo de *picking* que vai ser gerado pelo sistema.

Para a satisfação dos pedidos são criados os diferentes tipos de *picking*:

- *Picking by order* (PBO): este consiste no *picking* das caixas das paletes arrumadas na arrumação pesada que são transportadas diretamente para um tapete que passa à frente o processo de conversão e de separação. Este *bypass* acontece porque não é necessário recorrer à abertura da caixa para a conversão do produto. Este tipo de tarefa é gerado quando as unidades pedidas pela loja excedem as unidades contidas na caixa, *casepack*. Desta forma, as caixas, aquando do *picking* (ou no cais de receção automático) são associadas a uma etiqueta que posteriormente será associada à loja;
- *Picking* pesado: este género, representado na Figura 16, é objeto de estudo na dissertação, consiste num processo feito à caixa na arrumação pesada. A paleta resultante desta tarefa é depois enviada para uma zona de conversão, de forma a converter o produto para contentores;
- *Picking* pesado manual: quando a soma das quantidades pedidas para uma zona de lojas excede as 100 unidades ou são necessárias mais de quatro caixas para a satisfação dos pedidos, são geradas tarefas de *picking* pesado manual. Devido às grandes quantidades, estas caixas são transferidas para uma zona, onde ao critério do operador, serão convertidas para carros abastecedores, denominados de banheiras, ou para contentores de plástico. A escolha entre carros abastecedores e contentores é condicionada pelo volume do produto e o número de unidades necessárias, isto é, apesar de serem necessárias grandes quantidades de um produto para a satisfação de pedidos, se as dimensões do mesmo não forem significativas, é provável que venha a integrar um contentor ao invés do carro abastecedor;
- *Picking* de paleta inteira: Este *picking* destina-se a tarefas geradas por pedidos que cobriram a totalidade das unidades de uma paleta. Estas tarefas podem ser, ou não de PBO, caso seja, significa que cada uma das caixas da paleta será atribuída a uma loja;
- *Picking* de Kits/Packs: consiste na recolha de caixas do mesmo SKU na mesma paleta só que cada caixa não contém produtos exatamente iguais, isto é, o SKU é o mesmo, mas, tem diferentes tamanhos. Acontece maioritariamente na gama de calçado, em que

diferentes tamanhos são agrupados na mesma caixa. Este tipo de *picking* só é feito quando há necessidade de separação do produto de caixas para contentores. Se as lojas pedem exatamente a quantidade da caixa estes kits seguem por PBO;

- *Picking* de *containers*: estas tarefas ocorrem dentro das *passerelles* e consiste na recolha do contentor necessário para a satisfação de pedidos de lojas. O operador recolhe o contentor da localização e coloca-o no *conveyor* de forma a que satisfaça os requisitos das lojas.



Figura 16 - *Picking* pesado

Neste momento é pontualmente feito mais um tipo de tarefa designado por *merge* que consiste na junção de *stock*, dentro das *passerelles*, de um contentor para outro. Esta situação verifica-se quando o *stock* de cada contentor não é suficiente para uma arrumação sustentável.

3.1.4 Conversão

O processo de conversão ocorre para todos os produtos que resultaram das atividades de *picking*, com a exceção de artigos provenientes de tarefas de PBO. Este processo consiste na alteração da unidade de armazenamento do produto, ou seja, na mudança de artigos armazenados em caixas para contentores. Há quatro tipos de conversão no armazém e apenas um deles destinado a produtos da categoria P.

Conversão de gamas da Categoria G

Conversão de Túnel Grande: esta conversão é gerada por tarefas de *picking* pesado e também por *picking* de *kits/packs*. A conversão consiste na troca dos produtos de caixas para contentores, como está representado na Figura 17, que irão ser postos num tapete que circula pelas zonas de lojas (denominadas de túneis), onde ocorre a separação para a satisfação dos pedidos. Quando os pedidos não estão em conformidade com o número de artigos das caixas convertidas, o excedente volta ao tapete para ser posteriormente armazenado na *mezzanine* grande.



Figura 17 - Conversão de unidade de armazenamento

Conversão de Zona Dourada: as caixas que foram analisadas pela qualidade, como não enchem a palete, são enviadas diretamente para esta área de forma a ter todos os SKU's na *passerelle* grande. Os contentores que resultam deste processo são colocados no tapete e direcionados para a *mezzanine*, sem passar pelos túneis.

Conversão de Banheiras: os artigos são transferidos das caixas para carros abastecedores, ou para os contentores. Esta conversão é proveniente de tarefas de *picking* pesado manual. Nesta conversão, o PDA atribui o número de unidades do SKU que são necessárias de forma a satisfazer a procura de cada túnel, sendo por isso, cada banheira ou contentor destinado apenas a um túnel. Os produtos convertidos para contentores são colocados no mesmo tapete que os contentores resultantes da conversão de túnel grande. Se o número de artigos que tem na caixa ultrapassa o número de artigos necessários para satisfazer a procura, formam-se contentores para serem arrumados na *mezzanine*, seguindo o percurso da conversão de zona dourada. O operador é quem decide se deve colocar os produtos em contentores ou banheiras.

Existe ainda outro tipo de conversão, porém esta não se enquadra nas situações em que as restantes não são aplicadas, dado que não ocorre em qualquer altura, visando o manuseamento de peças ou a alteração da unidade de armazenamento. Trata-se da conversão de PBO (*pick by order*) que se limita a colocar as caixas provenientes de tarefas de *picking* PBO e de *picking* à palete PBO no tapete do PBO. Este tapete passa à frente as tarefas intermédias e segue para a pré-expedição ou expedição. Cada caixa deve ser associada, com o PDA, à loja de destino. Ressalva-se que, este tipo de processo é desencadeado quando as unidades do SKU pedidas, por loja, é igual ou superior aos *casepacks* disponíveis do SKU. Este tipo de conversão corresponde à situação ideal de expedição, uma vez que não ocorre qualquer tipo de atividade de valor acrescentado, visto que a caixa vai para a loja conforme veio do fornecedor.

Conversão de gamas P

Conversão de Túnel Pequeno: os artigos da categoria P chegam ao CLC e são direcionados diretamente para esta zona de conversão. As caixas são abertas e são convertidas para contentores, sendo que a quantidade por contentor está ao critério do operador. Uma vez atingido um peso próximo dos três quilos e meio ou o nível máximo de ocupação do volume do contentor este é pesado e colocado para arrumação. Todos os contentores são pesados de forma a haver uma estimativa de quantas unidades estão em cada um.

3.1.5 Separação

A separação do produto para as lojas com pedidos pendentes é feita em dois tipos de túneis de separação (Figura 19), túnel grande e túnel pequeno que servem para separar artigos tipo G e tipo P, respetivamente.

Para facilitar o processo de separação, a Parfois utiliza o sistema *Put-To-Light* (PTL). Nos corredores de separação, é atribuída a cada loja (processo que limita a capacidade do CLC para 1152 lojas), uma caixa de cartão e uma luz que indica a posição para a qual deve ser separado o produto. Quando um contentor sai no *sorter* do túnel que contém a loja de destino, o operador faz o scan do contentor e as luzes das lojas que tenham pedido unidades da referência que está no contentor acendem-se, aparecendo no display o número de unidades requeridas pela loja (Figura 18), de forma a que o operador coloque em cada caixa o número de unidades que satisfaça as necessidades da mesma. Assim que o operador considerar a caixa como cheia, esta é fechada e colocada no tapete que a levará para a próxima fase. Todas as caixas e contentores estão associadas a um código de barras que regista as operações que a unidade de armazenamento já passou e, com base nessa informação o sistema define o local de destino.



Figura 18 - Sistema PTL

Cada túnel, pequeno e grande, tem capacidade para 144 e 72 lojas, respetivamente, sendo que existem nove túneis pequenos e 18 túneis grandes. Os contentores provenientes das banheiras saem apenas em um túnel, visto que o sistema pede as unidades exatas por canal, enquanto que os de conversão de túnel grande podem sair em um ou mais. Caso a saída de destino do contentor esteja lotada, este continua na linha, para satisfazer outro túnel ou permanece no circuito até percorrer vinte vezes a linha. Caso esta situação se verifique o contentor segue para a arrumação. Esta situação deve-se ao facto de a linha ter um limite parametrizado próximo de cerca de 100 unidades (pode ser alterado) de forma a garantir que não ocorra uma sobrelotação da mesma.



Figura 19 - Separação no túnel

Findado o processo de separação, caso haja em sistema a indicação de que o contentor não se encontra vazio, o mesmo segue para arrumação, caso contrário, é direcionado para o tratamento de sobras para que possa ser de novo utilizado nos processos de conversão.

Como é mencionado, a lotação de cerca de 1100 lojas é ditada pela limitação dos túneis. Neste momento as posições estão atribuídas de forma fixa pelo que, para conseguir um aumento do número de lojas que o CLC pode satisfazer, está em estudo a possibilidade de tornar a associação de cada posição do túnel de uma forma dinâmica.

3.1.6 Reprocessamento

Nesta etapa são realizadas as atividades de valor acrescentado que garantem uma expedição eficiente e de acordo com as normas de cada país importador. Na Figura 20 está representado um posto de reprocessamento onde se executam as três tarefas possíveis:

- **Verificação:** Dada a facilidade com que uma pequena peça de bijuteria, ou que um lenço, é colocado na caixa errada, o processo de separação exige especial atenção por parte dos operadores. Como a Parfois opera em mais de 60 países, as leis alfandegárias são variadas e as de alguns países são bastante exigentes, sendo que uma variação no número de peças físicas e as quantidades descritas na fatura ou na guia de transporte, podem resultar em multas avultadas para a empresa.
- **Repacking:** quando a taxa de ocupação de uma caixa é reduzida, os operadores na zona de separação, marcam a caixa para *repacking*. Neste caso, é vantajoso trocar a caixa por uma de menores dimensões, de forma a reduzir os custos do transporte.
- **Reetiquetagem:** Devido às leis alfandegárias por vezes é necessário fazer alterações nas etiquetas, de forma a que o produto chegue às lojas de destino com a informação imposta por cada país. A reetiquetagem é feita nesta área.



Figura 20 - Posto de reprocessamento

3.1.7 Pré-Expedição

A pré-expedição serve como buffer da expedição. Dependendo da loja para onde vai ser expedida, a caixa pode ser armazenada nesta secção. A mercadoria fica nesta área até o desbloqueio desta ser acionado pelo Departamento dos Transportes. Um dos motivos para direcionar as caixas para a zona da pré-expedição é o limitador do número de caixas associado a cada loja. Existem lojas cuja dimensão não permite a receção de mais de um determinado número de caixas. Quando esse valor é ultrapassado, as caixas são encaminhadas para a zona da pré-expedição até que seja possível serem outra vez direcionadas para a expedição. Outra situação em que se verifica o recurso à pré-expedição acontece quando as lojas que não estão associadas a canal verde fazem encomendas. Cada loja está associada a um dos três tipos de canal, verde, amarelo ou vermelho. Se o canal da loja for verde, e não houver problemas com o número de caixas para a loja, esta é encaminhada para a zona da expedição, caso as lojas tenham canal amarelo ou vermelho os artigos são guardados numa palete destinada ao transportador da mercadoria (ver Figura 21). O sistema de canais acontece com lojas *franchisadas* em que a Parfois se encontra à espera do pagamento da mercadoria pelas lojas. Caso a loja não execute o pagamento da mercadoria no prazo estipulado, a caixa sofre alteração de destino e segue para outra loja cujo pedido seja semelhante ao que consta no interior da caixa. Esta situação só se verifica porque a empresa enquadra-se num mercado de *fast fashion* em que o tempo é essencial para que o produto não perca valor de mercado.

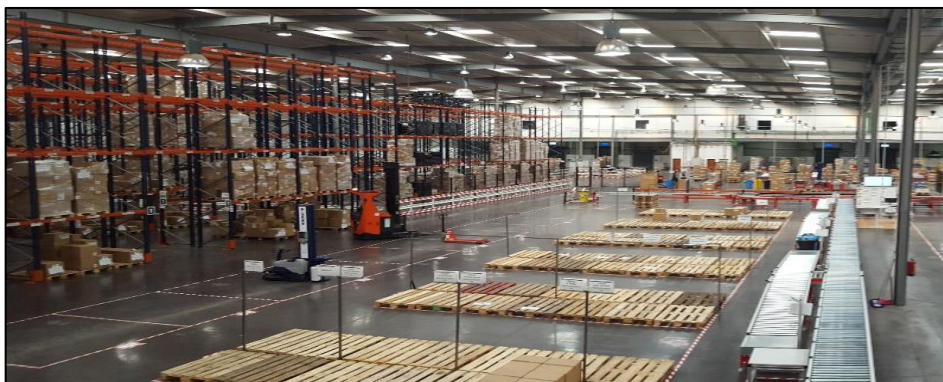


Figura 21 - Pré-Expedição

3.1.8 Expedição

No tapete, antes de entrarem na expedição, são colocadas etiquetas de cada transitário, essenciais para facilitar a comunicação entre o sistema da empresa transportadora e o da Parfois. Caso o produto esteja pronto a ser faturado a caixa segue para a última área do fluxo do produto no CLC. Nesta zona existe também um *sorter* automático (Figura 22) que faz a distribuição de cada caixa para a saída que está associada ao transportador ao qual cada caixa se destina. As caixas são colocadas em paletes e revestidas por filme transparente ou opaco, consoante o país para o qual é exportado. Após o filme, as paletes são transportadas para a praia onde serão associadas às faturas e terminado o processo, estando o artigo pronto para ser expedido.



Figura 22 - Sorter automático da expedição

3.2 Caracterização dos Armazéns

O centro logístico é constituído por dois armazéns, E1 e E2, sendo que o primeiro se destina em grande parte ao armazenamento de artigos G. Cada posição existente nos armazéns tem uma capacidade correspondente a uma paleta. O armazém E2 neste momento não está a ser utilizado no máximo das suas capacidades. O centro logístico tem planeadas quatro fases de expansão de forma a que consiga responder a aumentos na necessidade de armazenamento desencadeados pelo crescimento que a empresa poderá sentir. Espera-se que a Parfois continue a crescer a uma taxa elevada, como o que tem vindo a acontecer nos últimos anos. Na Tabela 1 são observadas as capacidades de cada um dos armazéns bem como dos níveis zero e de altura. Ressalva-se que os níveis superiores são compostos por quatro níveis em altura e que nestes níveis só se realiza *picking* à paleta.

Tabela 1- Capacidade de paletes dos armazéns E1 e E2 dos diferentes níveis

	E1	E2	TOTAL
NÍVEL ZERO	2870	260	3130
NÍVEIS SUPERIORES	13046	1090	14136
TOTAL	15916	1350	17266

O edifício E2 é composto por 11 estantes enquanto que o E1 é composto por 93, variando, o número de posições de nível zero das diversas estantes, entre 12 e 75. Estes valores transparecem o layout bastante irregular que existe nos edifícios. Esta irregularidade, é mais perceptível no edifício E1, observado na figura 23, que ganha ainda uma maior complexidade com passagens entre as estantes. Como é também possível verificar, os sentidos do armazém não são intuitivos, o que pode causar alguma dificuldade inicial para os operadores. Devido à grande intensidade de *picking* do armazém, os sentidos visam evitar choques entre os operadores.

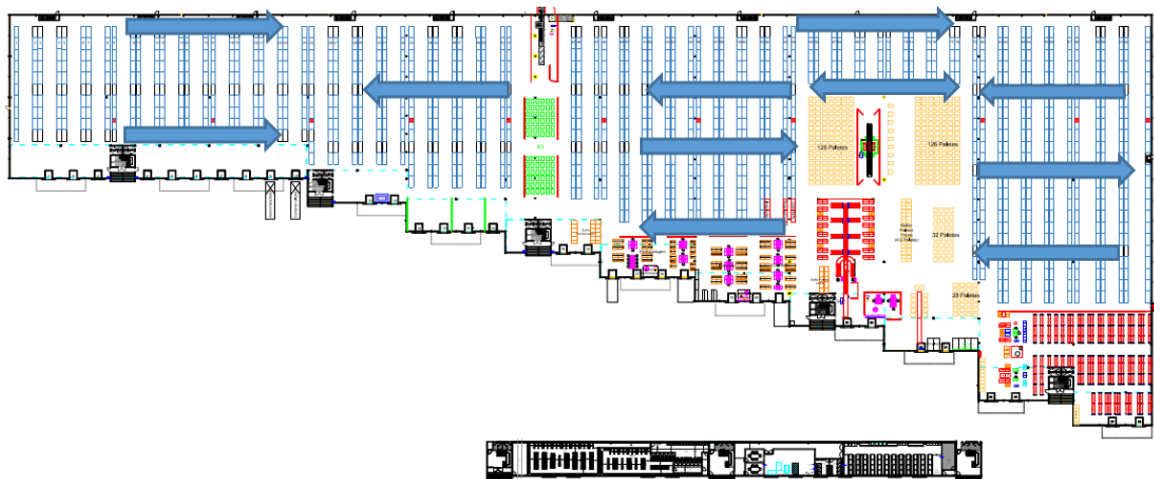


Figura 23- Layout do armazém E1 e os sentidos de trânsito dos dispositivos de picking

3.3 Principais Problemas Identificados

Nesta secção será retratado o cenário encontrado no início do projeto e os principais problemas identificados na política de armazenamento e no processo de recolha dos produtos no armazém.

No início do projeto, a organização dos produtos em armazém era desorganizada. Os produtos eram arrumados na posição livre mais próxima do buffer. Devido à desorganização, o trajeto executado pelo operador não se revela tão eficiente. Para além da desorganização, os critérios da empresa para a formação da lista de *picking*, ou seja, a lista de produtos que precisam de ser recolhidos, não favoreciam uma recolha apropriada aos parâmetros que se visa serem respeitados.

3.3.1 Política de Armazenamento

Na política de armazenamento atual, descrita na secção 3.1.2., a posição de nível zero, quando associada a um SKU, mantém esta associação até que o mesmo deixe de existir no armazém ou que de forma forçada se apague do sistema a posição de nível zero associada ao SKU. Com os

valores de *stock* em armazém próximos da sua lotação, esta política é semelhante a uma política de *random storage*, situação que se verificava no início do projeto. Em março deste ano, o *stock* em armazém alcançou uma cifra de 14000 localizações ocupadas. Este aumento ocorreu durante um período em que grande parte das localizações do nível mais elevado estavam bloqueadas, devido à instalação de um dispositivo contra incêndio no armazém. Assim, o mesmo chegou a um valor percentual de ocupação de 98%.

Para colmatar este problema e por restrição imposta pela empresa, a alocação do *stock* ao armazenamento terá por base a definição de 5 zonas e a distribuição das gamas por essas zonas, de forma a beneficiar o *picking*. A necessidade da criação de 5 zonas tem que ver com o compromisso que se quer criar entre a homogeneidade de artigos que constituem a caixa que será expedida para as lojas e um bom desempenho da operação.

A alteração da política de armazenamento pode ter grandes impactos na rota de *picking* e, por esse motivo, foi necessário perceber de que forma é que o percurso é criado.

3.3.2 Tarefas de Picking

Numa indústria como é a de *fast fashion*, caracterizada pela sazonalidade, o *bullwhip effect* está presente com uma forte influência ao longo de toda a cadeia de abastecimento. A variação da procura dos consumidores pode diferir bastante da curva da procura sentida a montante da cadeia de abastecimento.

A gestão de satisfação de pedidos no CLC funciona de forma a que certos objetivos, previamente estabelecidos, sejam satisfeitos. Os objetivos são acordados de forma a cumprir horários de transporte. Posto isto há turnos que trabalham ao máximo das suas capacidades, para satisfazer os objetivos estabelecidos, enquanto outros não têm pedidos suficientes que gerem uma carga de trabalho exigente, deste modo concluindo-se, assim, que a operação do centro logístico não trabalha ao máximo da sua eficiência.

Os pedidos na empresa são distinguidos em pedidos de primeiro envio e pedidos de reposição. Os primeiros, como o próprio nome indica, caracterizam-se por serem pedidos de SKU's que são pedidos pela primeira vez enquanto que os pedidos de reposição se referem a pedidos de SKU's para repor *stock*.

Os pedidos de reposição são a prioridade a satisfazer e são gerados ou por pedidos das próprias lojas ou por um algoritmo da empresa que infere a necessidade da reposição de um SKU no estabelecimento. Estes pedidos de reposição têm uma janela temporal de satisfação muito reduzida. Devido ao conceito de *fast fashion* é perceptível que uma demora na reposição de *stock* em loja pode resultar numa perda de oportunidade de venda do artigo uma vez que dentro de pouco tempo o artigo fica obsoleto. Por este motivo a reposição é efetuada de forma a garantir que o tempo desde a criação do pedido até à chegada do artigo seja o menor possível.

Os pedidos de primeiro envio são tratados de forma diferente. O tempo de satisfação deste tipo de pedido é maior e deve-se à capacidade de processamento do armazém, às restrições de transporte e aos níveis de serviço previamente acordados.

As tarefas de *picking* são geradas pelo sistema RWMS para satisfazer os pedidos das lojas. Porém, existe um sistema que permite ao coordenador alterar a ordem com que estas tarefas aparecem no PDA, dando prioridade a ordens consideradas mais importantes na execução do *Service Level Agreement* (SLA). Os objetivos de satisfação de pedidos são feitos tendo em conta a hora em que a transportadora chega para o carregamento da mercadoria, por isso, quando a mercadoria destinada a um determinado país não se encontra perto do acordado no *Service Level*, os coordenadores dão mais prioridade a tarefas de *picking* sobre os produtos necessários. Deste modo, a rota de *picking* é gerada tendo em conta os critérios impostos pelos coordenadores e sem atribuir a devida importância à rota de *picking* que é estabelecida. Consequentemente, este método de geração de tarefas leva a que por várias vezes aconteça que

os operadores tenham a indicação para fazer *picking* a uma posição e que volte à posição ao lado apenas duas ou três tarefas depois.

As tarefas que geram paletes compostas por apenas um SKU (*picking* à palete e *picking* pesado manual) não foram abordadas neste estudo uma vez que para ser possível reduzir a distância percorrida pelo recálculo da rota é necessário que sejam visitadas pelo menos duas localizações, o que não acontece nestes dois casos.

Para executar o *picking*, o operador serve-se de um empilhador elétrico, do PDA e de uma palete. O *picking* pesado e o PBO são os tipos de *picking* que podem beneficiar de uma otimização da rota, uma vez que é necessário visitar mais do que uma localização por rota.

3.4 Variação do Stock

O *stock* na Parfois tem sofrido aumentos substanciais ao longo dos últimos anos. Como é possível verificar no Gráfico 1 a variação de *stock* ao longo de 2017 e nos primeiros cinco meses do presente ano foi bastante acentuada. No mês de janeiro de 2017 o valor médio de inventário da Parfois, de artigos G, tomava um valor próximo de um milhão de unidades (911 825). Este valor, quando comparado com o do mês homólogo do ano de 2018 (2 447 540), permite verificar que ocorreu um aumento de 268%. Este aumento justifica-se em três pontos, com uma estratégia mais preventiva da empresa (para evitar roturas de *stock*), com o aumento da procura e com o ano novo chinês. Em 2018 o ano novo chinês, celebrado em fevereiro, foi antecipado e a receção de produto, que vai para loja no verão, desde novembro de 2017. Esta receção antecipada foi um dos motivos para que o nível de *stock* quase atingisse a capacidade máxima do armazém.

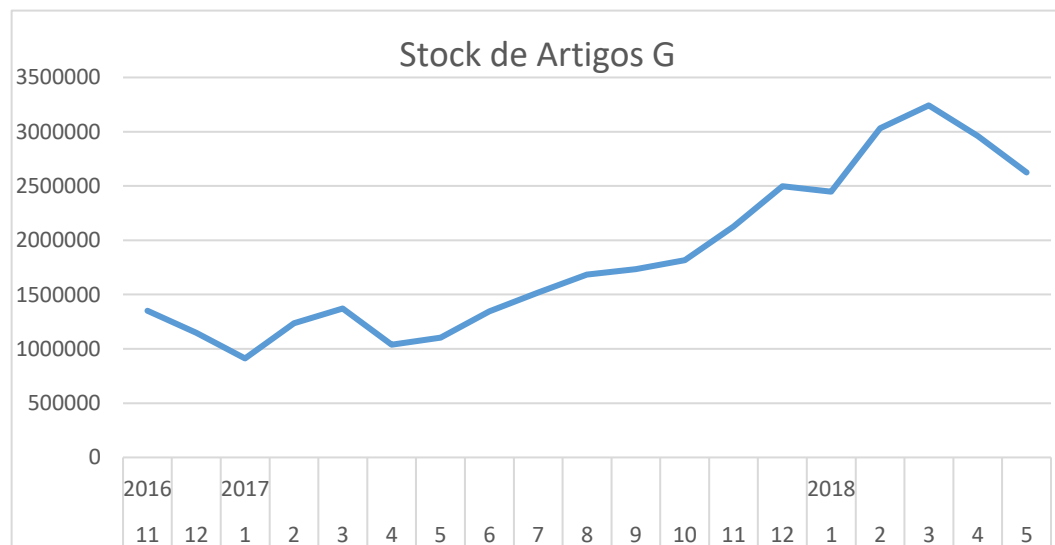


Gráfico 1 - Stock em unidades dos artigos G ao longo do tempo

Em março de 2018 foi atingido o valor mais elevado de stock da história da empresa, que originou a ocupação de mais de 98% das posições disponíveis do centro logístico. De forma a poder concluir mais sobre o próximo pico de *stock*, foi elaborada uma previsão do número de paletes ocupadas pelas gamas em novembro de 2018. A previsão do inventário leva à compreensão das necessidades do armazém e à percepção de juízos a realizar para a alteração da política de armazenamento de *stock* no centro logístico.

3.4.1 Previsão de Stock

Para perceber qual será o número de posições que podem ser ocupadas pelo pico de *stock* previsto para este ano, foi elaborada uma previsão dos valores de inventário até ao final do ano de 2018.

Os valores foram calculados tendo em conta a previsão de saídas e de compras fornecidas pela empresa. O *stock* é representado pelo Gráfico 2, sendo que é previsto que as unidades em inventário alcancem um máximo histórico no mês de novembro com um valor a rondar as 3 650 000 unidades.

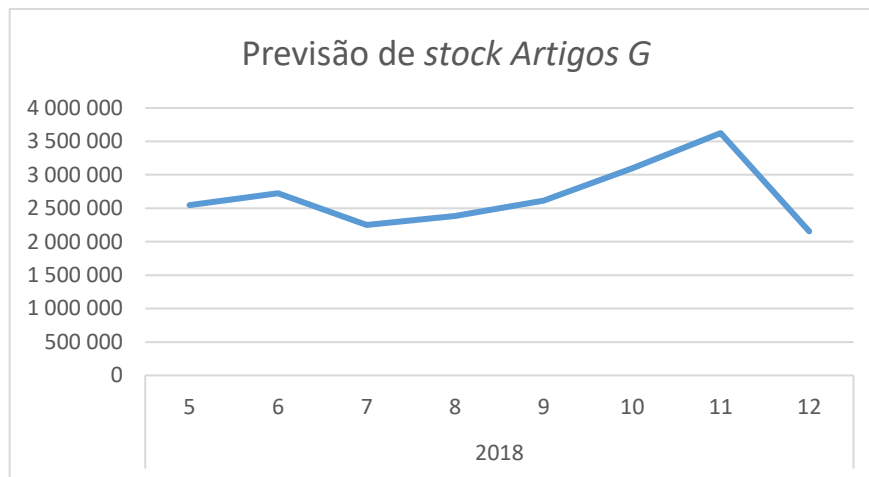


Gráfico 2 - Previsão de stock de artigos G em unidades

O valor de ocupação do armazém não é calculado pelo número de artigos em inventário, mas pelo número de posições ocupadas no mesmo. A quantia de paletes que são necessárias para acomodar os produtos é assim dependente do tipo de produto que é armazenado. Um artigo da gama lenços ocupa um volume inferior a um produto da gama carteiras, por isso, é necessário que seja elaborado um estudo do número de unidades que uma paleta contempla, dependendo da gama do SKU.

Cada SKU também tem diferentes necessidades em relação ao número de paletes utilizadas nos níveis de armazenamento. Um produto da gama de cintos pode ocupar uma posição de nível zero e uma de nível superior enquanto que para um artigo da gama viagem, devido à sua densidade (unidades/paleta) ser muito baixa, é possível encontrar uma referência com mais de dez paletes de nível superior. Deste modo é também calculado o valor esperado de posições, dos diferentes níveis, ocupadas pelas diferentes gamas.

Devido à constante renovação dos SKU's do inventário o estudo foi feito à gama e não ao SKU.

Às diferentes gamas de artigos G foram adicionadas mais duas gamas que não são de venda ao público, mas sim para uso das lojas e do centro logístico, consumíveis e Obras. Estas gamas não se encontram contempladas no Gráfico 1 e no 2, uma vez que o registo do *stock* só começou a ser contabilizado em setembro de 2017 e não foi feita qualquer previsão, tanto de compras como de saídas do produto. É assumido um aumento de 25% da quantidade máxima de paletes observadas desde que há registo.

3.4.2 Densidade das Diferentes Gamas

A densidade das gamas foi calculada tendo em conta dados históricos de *stock*. Foi encontrado o ponto em que o este atingiu o seu máximo, março de 2018, e foi calculado o valor esperado

de unidades das diferentes gamas por palete. Para a gama têxteis de inverno foram utilizados os valores de dezembro, durante o pico de *stock* da mesma, uma vez que se trata de uma gama sazonal e os valores referentes a março não representavam uma boa previsão das necessidades que se vão sentir na época alta da gama em causa. Os valores calculados estão apresentados na Tabela 2.

Como expectável, a densidade e o volume do produto estão intimamente ligados e um reduzido volume representa uma densidade mais elevada, como é o caso da gama óculos de sol, enquanto que a gama calçado, que tem um volume unitário superior, apresenta um valor de densidade mais baixo.

Tabela 2 - Gama e respetiva densidade em unidades por palete

GAMA	UNIDADES/PALETE
<i>Vestuário</i>	454
<i>Cintos</i>	444
<i>Calçado</i>	125
<i>Carteiras</i>	111
<i>Chapéus</i>	191
<i>Carteiras de noite</i>	416
<i>Carteiras de festa</i>	545
<i>Lenços</i>	1 151
<i>Óculos de sol</i>	1 035
<i>Viagem</i>	45
<i>Guarda-chuvas</i>	123
<i>Porta-moedas</i>	942
<i>Relógios</i>	759
<i>Têxteis de inverno</i>	412

3.4.3 Ocupação das Paletes por Nível

A proporção de paletes de nível zero e de nível superior é igualmente importante na definição da arrumação que será feita. Há gamas que apresentam uma variabilidade superior a outras. Essa situação tem influência direta na distribuição das posições ocupadas de nível zero e nível superior. Como foi abordado anteriormente, cada SKU tem uma posição de nível zero, pelo que quanto mais referências distintas uma gama tem, maior é o número de posições de nível zero que essa gama irá representar. As zonas têm de ser definidas com base nesta proporção, visto que o *picking* de caixas é feito apenas a nível zero, e as paletes de *picking* devem ser o mais homogéneas possível.

A proporção de paletes de nível zero e níveis superiores é representada na Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição percentual média de paletes pelos diferentes níveis

Gama	% Posições Nível ZERO	% Posições Níveis Superiores
Vestuário	59,20%	40,80%
Cintos	81,37%	18,63%
Calçado	32,96%	67,04%
Carteiras	8,00%	92,00%
Chapéus	33,81%	66,19%
Carteiras de noite	32,05%	67,95%
Carteiras de festa	35,08%	64,92%
Lenços	58,27%	41,73%
Óculos de sol	85,13%	14,87%
Viagem	4,00%	96,00%
Guarda-chuvas	47,77%	52,23%
Porta-moedas	56,08%	43,92%
Relógios	71,52%	28,48%
Têxteis de inverno	44,03%	55,97%

Os valores foram calculados assumindo o valor médio de posições ocupadas ao longo do mês do pico de *stock*, março. A proporção da gama *têxteis de inverno* foi calculada pelo valor de *stock* máximo da gama, no dia dez de dezembro.

Com a estimativa de *stock* em unidades por gama, a densidade por palete de cada gama e a proporção de nível zero e de níveis superiores, é agora possível perceber a área da mancha de nível zero que cada gama vai ocupar no armazém.

A Tabela 4 resume os resultados obtidos para a previsão do mês de novembro de 2018. A primeira coluna de valores numéricos diz respeito às unidades esperadas em *stock* e as duas seguintes refletem o valor de *stock* em nível zero e em níveis superiores, por esta ordem.

Tabela 4 - Previsão de pico de *stock* em novembro de 2018

Gama	Unidades	Posições Nível Zero	Posições Níveis Superiores
Vestuário	113 849	148	102
Cintos	16 381	30	7
Calçado	214 522	567	1 153
Carteiras	1 121 973	809	9 307
Chapéus	45 652	81	158
Carteiras de noite	150 763	116	247
Carteiras de festa	96 151	62	115
Lenços	121 238	61	44
Óculos de sol	75 776	62	11
Viagem	27 960	25	591
Guarda-chuvas	30 781	120	131
Porta-moedas	804 127	479	375
Relógios	240 968	227	90
Têxteis de inverno	564 061	603	767
TOTAL	3 624 202	3 390	13 099
		16 489	

Os valores da Tabela 5 refletem as posições ocupadas pelas gamas que foram calculadas admitindo um valor 25% superior ao maior valor registado pelas mesmas. O pico foi em dezembro devido ao forte abastecimento de consumíveis relacionados com a época natalícia.

Tabela 5 - Gamas calculadas com um aumento de 25%

Gama	Posições Nível Zero	Posições Níveis Superiores
Consumíveis	147	1 347
Obras	13	5
TOTAL	160	1 352
		1 512

No total serão precisas 3550 posições de nível zero e 14451 posições de níveis superiores o que perfaz a quantia de 18001 paletes necessárias para albergar o pico de *stock* previsto para novembro de 2018.

O valor previsto ultrapassa em cerca de 750 posições a capacidade atual do CLC pelo que será necessário que seja ativada a primeira fase de expansão.

3.5 Expansão

Em 2015, quando as operações logísticas da Parfois se mudaram para o CLC, não era necessário utilizar a totalidade do espaço dos armazéns, por isso, uma área equivalente a 7460 m² não está atualmente a ser utilizada pela operação. A expansão do centro logístico é dividida em quatro fases de expansão como é retratado na Figura 24.

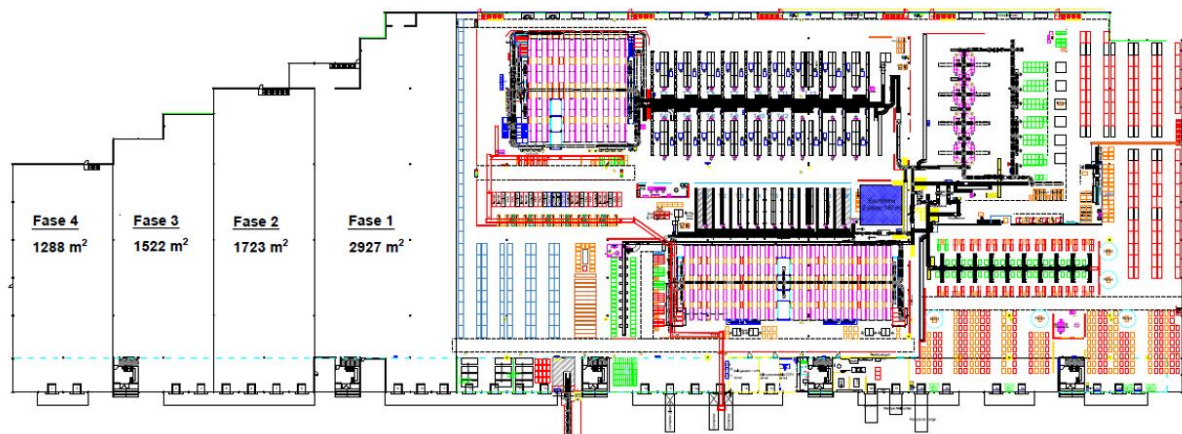


Figura 24 - Armazém E2 e as fases de expansão do CLC

Face a essa necessidade e aos problemas de *stock*, foi necessário reconsiderar o armazenamento do mesmo na empresa e ativar uma fase de expansão do centro logístico. A primeira, que representa um aumento da área em 2927 m², resulta num incremento de 3123 localizações para armazenamento de *stock*. Esta expansão dá capacidade ao centro logístico para armazenar o pico de *stock* que se espera que ocorra em novembro pelo que a mesma deve ser ativada antes desse mesmo mês. O espaço para a primeira fase de expansão já se encontra dotado das estantes que conferem esta nova capacidade.

4 Implementação do Projeto

No presente capítulo desenvolve-se a implementação da nova política de armazenamento no centro logístico e a otimização da rota de *picking*.

O objetivo da arrumação organizada de *stock* passa por uma utilização racional do espaço e um fluxo de produto mais eficiente. De forma a organizar o *stock* no armazém foi feita uma análise cuidada de diferentes características dos produtos arrumados pela empresa. Destaca-se o fator diferenciador COI que contribuiu para a atribuição de um índice que reflete a importância da proximidade de cada gama ao ponto de saída. Dado o espaço pouco significativo que, individualmente, grande parte das gamas representam, foram analisadas características do produto que pudessem levar à união de gamas na mesma zona. A junção de gamas com picos de procura em alturas diferentes do ano permite a redução do espaço necessário caso fosse pensado de forma separada. A Figura 25, exemplifica o caso anterior, numa primeira fase a gama A tem uma ocupação significativa de espaço na zona, enquanto que as outras gamas não. O aumento do espaço, ocupado por outras variedades ao longo do tempo é compensado pela redução do espaço ocupado pela gama A. Deste modo, a união de gamas com alturas de pico de *stock* diferentes favorece a rentabilização do espaço no armazém.

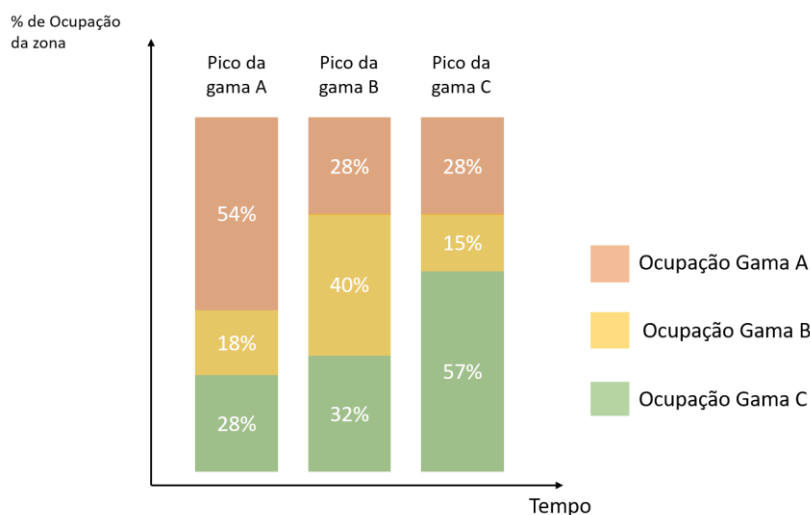


Figura 25 - Exemplo de espaço para zonas com mais de uma gama

No que diz respeito à eficiência do *picking*, foi analisado o histórico de tarefas realizadas, sendo possível observar uma certa desorganização da rota. Para combater este problema, recorreu-se à introdução de uma heurística construtiva para a criação da mesma. Para testar a eficiência desta, face à atual política, foi desenvolvida em *vba* (*visual basic for applications*) uma ferramenta que pudesse simular tarefas reais no armazém da empresa. Nesta simulação, foram analisadas mais de 350 rotas de *picking* e as melhorias na eficiência da rota foram significativas. Os resultados permitiram concluir que a proposta de alteração de construção de rota deve ser testada para a nova política de arrumação, de forma a perceber o impacto que pode causar no *picking* da operação.

Uma vez que a transição da política de armazenamento de *stock* não é um processo rápido, dadas as dimensões do armazém, de forma a quantificar a melhoria da nova organização do *stock* e a introdução da heurística como método de construção da rota de *picking*, foram elaborados dois cenários de organização de *stock*. Para cada um, serão aplicadas duas vertentes da construção do percurso, uma, que se prende apenas com a organização da lista de *picking* por prioridades atribuídas a cada tarefa e outra, utilizando o método da heurística *nearest neighbor*, descrito no capítulo 2, para organizar um número de tarefas da lista de *picking*. O primeiro utilizou como política de arrumação o *closest open location* e o segundo a nova

política implementada no presente capítulo. No segundo cenário a organização do SKU no interior da zona utiliza uma política *closest open location*.

Feita a análise, foi implementado e testado, para o melhor cenário, um algoritmo de otimização à heurística construtiva, que permite inferir os ganhos que este pode trazer para a empresa. Este não é testado para todos os cenários uma vez que para já a sua prática é impossível, dado que o número de localizações a visitar por rota não é conhecido antes do seu início.

Por último, após o desenvolvimento da proposta, os valores são usados para quantificar a produtividade ganha pela implementação da política.

4.1 Abordagem ao Armazenamento: Alocação das Gamas

Uma empresa cuja atividade se foca no setor da moda sente mais as flutuações do *stock*, dada a sazonalidade que é característica da indústria. As variações do *stock* têm que ser levadas em conta na alocação das gamas, uma vez que a má gestão da mesma pode levar a reconsiderações constantes da área de cada zona ou mesmo a uma perda na produtividade da empresa. Esta perda verifica-se quando a atribuição da área ao conjunto de gamas, numa zona, é feita tendo em atenção o pico de *stock* de cada gama e não o pico como um todo. A avaliação do espaço ocupado pelo valor de pico de armazenamento prende-se pela necessidade de evitar transbordo das gamas para áreas que não são as suas. No caso da Parfois, este problema resulta numa desorganização do *stock* novamente, algo que não é pretendido.

A alocação do espaço a gamas traz algumas vantagens adicionais. A alteração da arrumação do produto em armazém tem como referência o objetivo da empresa em tornar o *picking* feito em função da gama de produtos. Este prende-se na necessidade de formar caixas destinadas às lojas com o mesmo tipo de produto, de forma a homogeneizar os artigos na caixa e facilitar a arrumação do mesmo em loja.

Uma vez que grande parte dos artigos têm um ciclo de vida extremamente curto, as políticas não podem ser aplicadas tendo em conta o SKU, mas sim, um grupo maior ao qual pertencem, a sua gama. A proporção das gamas no *stock* é também mantida ao longo do tempo. Devido a este comportamento, as alterações aos grupos não são, frequentemente, necessárias.

Os grupos de gamas foram feitos tendo em conta a sua correlação. Este fator e as classes de gamas criadas conferem à política desenhada características de uma *family-grouped storage* e *class-based storage*, referenciadas na revisão bibliográfica. Para além das características da gama, que levaram à junção de gamas nas zonas definidas, o COI, mencionado no capítulo 2, e o número de tarefas resultaram na atribuição da importância da zona quanto à necessidade de proximidade ao buffer central.

As posições de nível zero são as que definem a área alocada às gamas. Como se destaca no capítulo 2, numa política *class-based storage*, o espaço alocado pretende que as zonas não sejam sobrelotadas para evitar que o produto transborde para uma zona que não seja a dele, o que resulta numa arrumação novamente desorganizada. Deste modo, as zonas foram atribuídas às gamas tendo em conta as previsões de *stock* máximas, para que não seja expectável a existência do transbordo, ao longo dos próximos meses.

4.1.1 Restrições do Projeto

Tendo em conta esta necessidade, o projeto foi desenvolvido alocando as gamas às zonas do armazém. Foram estabelecidas algumas considerações para a atribuição do espaço às variedades existentes:

- Cada zona pode ter mais do que uma gama, mas estas não se repetem entre zonas;
- Uma vez que uma estante é incluída numa zona, toda a estante pertence à mesma, não sendo possível uma estante pertencer a mais do que uma zona;

- Para garantir o melhor desenvolvimento da operação, foi estabelecido um número de zonas que devem ser criadas. Este valor foi limitado a uma zona no E2 e quatro zonas no E1;
- As gamas chapéus, guarda-chuvas, consumíveis e obras têm preferência no E2;
- Preferencialmente, as gamas são colocadas no armazém E1 uma vez que para a arrumação das mesmas no E2 é necessário utilizar a ponte de ligação entre os dois armazéns. A utilização desta de forma excessiva para a arrumação resulta numa perda de produtividade por parte da empresa;
- As posições de nível zero e de níveis superiores devem estar no mesmo armazém, caso não seja possível, as posições de nível zero podem estar no E2 e as de nível superior no E1, mas o contrário nunca deve ser permitido. Esta restrição prende-se com o facto de não se pretender alterar o sentido do tapete de ligação dos armazéns. A existência de produto com paletes de nível zero no E1 e de níveis superiores no E2, resulta na criação das tarefas de reabastecimento do E2 para o E1 e a necessidade de alterar o sentido do fluxo da ponte que transporta as paletes.

4.1.2 Implementação do COI

Para descobrir que gamas devem estar mais próximos do local de saída do armazém, de modo a que haja uma redução global da distância percorrida durante a operação do *picking* foi utilizado o COI. O índice COI, representa um rácio entre o número de posições alocadas a uma gama e o número de posições dessa gama visitadas durante a rota de *picking* num intervalo de tempo considerado. O critério indica que quanto menor for o valor do índice, mais perto da zona de saída de produto deve estar a gama em questão.

Este coeficiente é aplicado usualmente a SKU's, o que não acontece neste caso. Deste modo, foi adicionada uma importância extra ao número de tarefas realizadas que serve como critério de desempate entre as gamas com o mesmo COI, uma vez que quanto maior for o número de tarefas numa zona, maior será a necessidade de deslocamento a essa área. Na Tabela 6 estão dispostas as gamas pela ordem crescente do coeficiente.

Tabela 6 - COI das gamas em análise e número de tarefas realizadas entre janeiro e junho de 2018, inclusive

Gama	COI	Nº Tarefas
Festa	0,10	2830
Carteiras	0,11	87440
Porta-moedas	0,13	7912
Consumíveis	0,14	8362
Lenços	0,14	5638
Calçado	0,14	23894
Viagem	0,14	15884
Chapéus	0,14	1672
Noite	0,14	8240
Relógios	0,15	1985
Óculos de sol	0,17	884
Têxteis de inverno	0,19	3051
Vestuário	0,19	3474
Cintos	0,23	366
Guarda-chuvas	0,25	1183
Obras	0,26	23

Como é possível verificar na Tabela 6, nos últimos seis meses, as gamas carteiras, calçado e viagem foram claramente as que geraram mais tarefas. Pelo baixo valor do COI e o elevado número de tarefas, a gama carteiras localizar-se-á mais próxima do buffer.

De forma a perceber que gamas devem ocupar as mesmas zonas, foi feita uma análise do histórico de *stock* para encontrar a correlação entre as gamas.

4.1.3 Associação de Gamas

Devido à previsão de *stock* resultar numa ocupação de posições maior que a capacidade atual do armazém, é necessária uma gestão do espaço eficiente, deste modo a junção de gamas é um procedimento indispensável. Devido às flutuações de *stock*, a atribuição de mais de uma gama a uma dada zona, pode diminuir a necessidade do número de posições atribuídas a essa área face às posições necessárias caso o número de zonas fosse igual ao número de áreas.

Tendo estes conceitos presentes, é elaborada uma avaliação cuidada das características das gamas e os picos de *stock* das mesmas ao longo do ano. Algumas características suportaram a possibilidade de atribuição da mesma zona a diferentes gamas, destacando-se:

- A gama têxteis de inverno que, durante o verão, possui artigos que pertencem a outras gamas, nomeadamente a lenços e vestuário;
- As carteiras de festa e noite que podem ser fabricadas com um tipo de padrão que é encontrado também nos porta-moedas.

Foi testada a correlação existente entre estas gamas (Anexo A), de forma a suportar a junção das mesmas. A correlação do *stock* verificada entre têxteis de inverno e lenços é significativa, tendo como valor -0,58. O valor entre lenços e vestuário não é tão acentuado, mas trata-se de um valor igualmente negativo, -0,35. Esta correlação negativa determina que a evolução do *stock* ao longo do tempo não é igual para as gamas analisadas. Deste modo o *stock* de lenços evolui positivamente numa altura do ano em que os têxteis de inverno e o vestuário têm um comportamento decrescente e, numa situação, inversa na estação em que o *stock* dos têxteis de inverno aumenta o *stock* de lenços decresce. O grupo passa a ser chamado de grupo Têxteis.

A correlação entre as gamas de carteiras de noite, festa e os porta-moedas não é negativa, sendo que a atribuição da área a estas gamas não será tão otimizada como no outro grupo. Este grupo será denominado de grupo *Matching*.

A junção das gamas atualizou os valores do COI, sendo criados os novos grupos, que estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 - COI calculado para os grupos formados e respetivas tarefas

Gama	COI	Nº Tarefas
Grupo <i>Matching</i>	0,12	18982
Grupo Têxteis	0,15	12163

4.1.4 Alocação das Gamas

Após a análise do COI e das associações, é possível concluir sobre a alocação das gamas às zonas. As carteiras são colocadas mais próximas do buffer, o grupo *Matching* segue ao seu lado, e calçado no lado contrário. A escolha do calçado para a zona 1 deve-se ao facto de não possuir um número de posições ocupadas de nível superior, verificando-se o contrário nas carteiras. Assim, o transbordo no nível superior para a zona 1 permite que as carteiras não se dispersem até à zona 4. A alocação das duas gamas (calçado e carteiras) e do grupo *Matching* ocupam 2 034 posições de nível zero e 11 199 de níveis superiores. A gama viagem não ficará no E1,

ocupando o restante espaço, uma vez que a gama viagem representa a ocupação de poucas posições de nível zero no pico e 592 de níveis superiores, beneficiando, esta proporção, precisamente, o que se quer evitar, stock de nível zero no E1 e níveis superiores no E2. As gamas óculos de sol, relógios e cintos são gamas muito pouco densas, o que significa que um aumento do stock em relação ao previsto não significa um aumento exagerado de posições ocupadas pelas gamas, por isso estas devem ficar no armazém E2, de forma a controlar melhor o aumento do *stock* futuro. Uma vez que a gama vestuário é uma aposta da empresa a médio-longo prazo, espera-se um aumento do stock do grupo Têxteis, o que resultará num aumento da ocupação esperada por este grupo. Este crescimento pode interferir com o funcionamento do armazém, por isso este grupo fica alocado na zona 4. O valor de stock previsto para estas gamas também favorece a utilização desta zona. A alocação destas provoca uma utilização de nível 0 a rondar valores de 98%. Na Figura 26 está representada a nova configuração de produto no armazém E1.

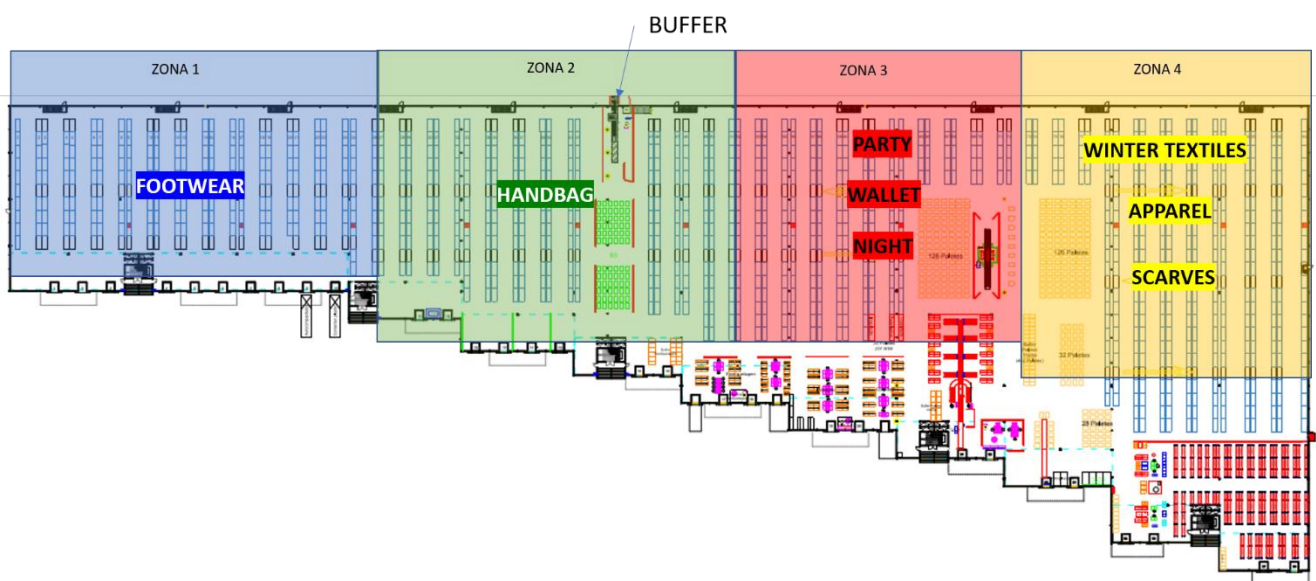


Figura 26 - Disposição das gamas no armazém E1

As gamas comercializadas no centro logístico ficam divididas por estas zonas:

- A zona 1 dedica-se ao armazenamento da gama Calçado e está localizada entre as estantes 1 e 24 inclusive, conferindo a esta uma lotação de 573 paletes no nível zero;
- A zona 2 alberga a gama Carteiras e está restringida às estantes 25 e 51, inclusive, e tem capacidade para 805 posições de nível zero;
- A zona 3 acomoda paletes de três gamas diferentes, festa, porta-moedas e noite. A zona está limitada pelas estantes 52 e 72, inclusive, e capacidade para 673 paletes;
- A zona 4 tem como limitações a estante 73 e a extremidade do armazém, delimitado pela estante 93. Esta zona contém três gamas, têxteis de inverno, vestuário e lenços, e capacidade para 819 paletes.
- Por último, na Figura 27, verifica-se que as restantes gamas se encontram destinadas à zona de armazenamento do E2 e representam uma ocupação de 708 paletes com uma lotação para 845 posições.

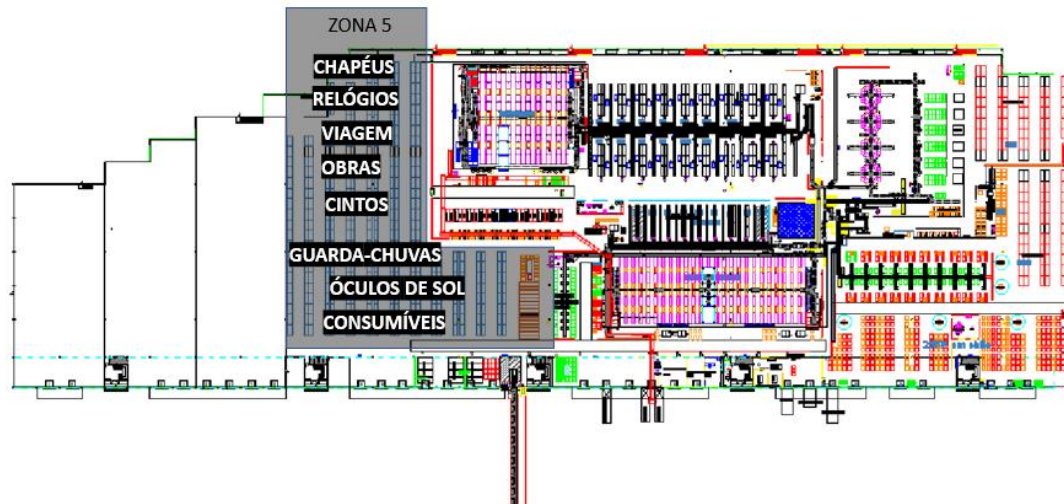


Figura 27 - Disposição das gamas no armazém E2

A política de arrumação proposta pela presente dissertação, já se encontra em fase inicial de aplicação. Os produtos estão a ser arrumados na devida zona quando são rececionados e quando as posições de nível zero ficam vagas, ocorre uma tarefa de reabastecimento de nível superior para nível zero de artigos que não estão na sua zona. Foi criada uma ferramenta no software da *Microsoft PowerBI*, que ajuda a perceber o estado da implementação da nova política de arrumação nos armazéns. Na Figura 28 é possível observar essa ferramenta e o estado de alocação das gamas às zonas de destino. À data da imagem, 26 de junho, 52,82% das posições de nível zero estão arrumadas nas devidas zonas e é possível observar uma organização no armazém. Por outro lado, também é possível inferir que os produtos estavam dispostos de forma desorganizada. À medida que este evolui serão aplicadas alterações no processo da empresa. Será criado um *buffer*, constituído por cinco filas, entre a ponte e os postos de conversão para que as paletes sejam colocadas por zona de origem. Desta forma, a conversão passará a ser feita por fila, em que cada uma é composta por produtos que pertencem à mesma gama e, na pior das hipóteses, ao mesmo grupo de gamas da zona onde ocorreu o *picking*, privilegiando a separação por gama.

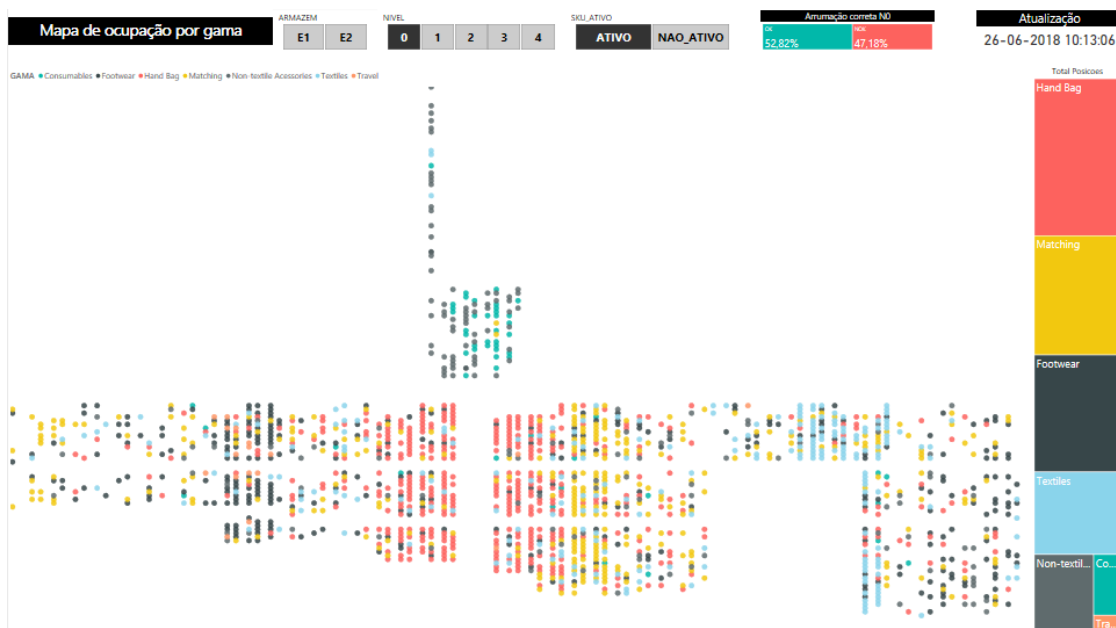


Figura 28 - Estado de arrumação no armazém da Parfois

4.2 Abordagem ao Picking: Heurística Nearest Neighbor

A nova arrumação resulta numa oportunidade para a otimização da rota de *picking*, uma vez que o produto está organizado no armazém. Deste modo, reger o *picking* por diferentes critérios como a gama de produto, resulta numa distância de rota de *picking* inferior à que ocorria na política de armazenamento anterior. Nesta secção será apresentada uma heurística que complemente os critérios de *picking* utilizados e a realização de simulações que permitam compreender a otimização que este método pode trazer em termos de fluxos internos do produto, bem como a influência da alteração da estratégia de armazenamento no *picking*.

4.2.1 Nearest Neighbor

Nearest neighbor é uma heurística utilizada para a resolução de problemas do género TSP. A heurística consiste em escolher o caminho mais benéfico no momento. Neste caso, o método pode ser utilizado para perceber a ordem pela qual as posições devem ser visitadas durante a rota de *picking*. Assim, o operador quando sai do *buffer*, sabe que das posições que tem de visitar, estas vão estar ordenadas de forma a que a próxima localização a seja sempre a mais próxima da posição imediatamente antes.

A heurística construtiva *nearest neighbor*, é considerada uma heurística *greedy*, uma vez que opta pela solução ótima a nível local e não por uma ótima geral, ou seja, esta heurística olha apenas para o problema num ponto e decide como o deve resolver, mas não olha para o problema no global, deixando possibilidade para uma solução melhor que a encontrada pela heurística. Porém, neste caso uma solução ótima global não é possível, visto que o número de localizações a visitar por rota é definido posição a posição durante a rota, e não antes da rota como um todo.

Para a realização do estudo, foram simuladas mais de 350 rotas de *picking* realizadas ao longo do mês de maio e foram calculados os valores de distância percorrida pelos operadores caso a ordem das localizações a visitar fosse ou não alterada pela heurística em estudo.

4.2.2 Pressupostos

Para a execução da simulação foram assumidos alguns pressupostos:

- No armazém E1, se o valor do corredor for inferior a 43, duas estantes consecutivas distam 3,2m se e só se, a estante de menor valor for ímpar e 0m se a estante de menor valor for par. Para posições cujo valor do corredor é superior a 43, duas estantes consecutivas distam 3,2m se e só se, a estante menor for par e 0m se a estante de menor valor ímpar;
- Cada estante tem de largura (eixo do x) 2,45m;
- Cada posição tem como comprimento o valor de 0,83m;
- É assumido que nas extremidades do layout, à semelhança do que acontece no interior do mesmo, a passagem é feita na posição intermédia. Ou seja, quando o operador passa ao lado da estante que tem como eixo do Y o valor de 90, na verdade passa pelo valor 92;
- É assumido que os operadores respeitam sempre o sentido de viagem quando se deslocam entre as estantes no armazém;
- Os operadores escolhem sempre o melhor percurso para chegar à posição de destino;
- Quando é feito o *picking* de uma referência ela não volta a aparecer na lista.

4.2.3 Resultado da Simulação Real

De forma a simular o valor de distância percorrida foi desenvolvido, recorrendo a *vba*, um modelo que simule cada rota de *picking* executada.

O código, representado na Figura 29, começa por calcular o número de posições que vai visitar no armazém (linha 8). Após saber o número de posições a visitar, verifica se o primeiro artigo que está na lista está disponível, se estiver torna-o indisponível, guarda as coordenadas e passa para o próximo item da lista. Repete estes passos até satisfazer o número de posições na rota (linhas 9 e 22).

Depois de ter a lista de posições a visitar, calcula a distância entre o buffer e a primeira posição, depois soma a distância até à segunda posição, e assim sucessivamente até voltar ao buffer (linhas 23 a 28). O valor da distância da rota é a soma das distâncias calculadas.

```

1 a = número de posições ocupadas
2 b = número de artigos na lista de picking
3 nposições_g = número de posições a visitar na rota g
4 pos_x(0) = coordenada_x_buffer
5 pos_x(0) = coordenada_x_buffer
6 pos_x(nposições_g + 1) = coordenada_x_buffer
7 pos_y(nposições_g + 1) = coordenada_y_buffer
8 nposições_g = (rand() * 15) + 3
9 i = 1
10 while i <= nposições_g
11     if artigo_i está disponível para picking then
12         for j = 1 to a
13             if artigo_posição_j = artigo_i then
14                 estado_posição = indisponível
15                 pos_x(i) = posição do artigo em X
16                 pos_y(i) = posição do artigo em Y
17                 j=a
18             end if
19         next j
20     end if
21     i = i + 1
22 end
23 i = 1
24 distância_total = 0
25 while i <= (nposições_g + 1)
26     distância_total = distância_total + calcular_dist_function (pos_x(i-1),pos_x(i), pos_y(i-1),pos_y(i))
27     i = i + 1
28 end
29 rota_g = distância_total

```

Figura 29 - Pseudocódigo da satisfação de pedidos pela ordem da lista

Após este código é utilizado o código que se serve do algoritmo *nearest neighbor*, representado na Figura 30, para calcular a distância percorrida. Nesta situação é feito o *picking* dos mesmos produtos nas mesmas posições, para que seja calculada apenas a melhoria que a heurística confere. Para obter resultados, é necessário que seja herdada a lista e o número de posições a visitar da rota percorrida pelo algoritmo anterior. Posto isto, a ferramenta percorre a lista de posições e adiciona-as a uma lista de coordenadas que vai ter de visitar durante a rota. O número de localizações a visitar por rota é limitado pela linha 10 do código, que corresponde à mesma variável que limita o número visitas no código da Figura 29. Com a lista de coordenadas, o simulador, calcula a distância percorrida entre a posição atual e cada uma das posições livres e escolhe a que representa um valor de distância menor. Escolhido o destino, as suas coordenadas e a ordem pela qual terá de ser visitado, é guardado numa variável (linhas 25 a 38). Posteriormente é calculada a distância da última posição até ao *buffer*. Desta forma, é garantido que são visitadas todas as posições visitadas pela lista anterior, mas por uma ordem diferente.

```

1  a = número de posições ocupadas
2  b = número de artigos na lista de picking
3  nposições_g = número de posições a visitar na rota g
4  pos_x(0) = coordenada_x_buffer
5  pos_y(0) = coordenada_y_buffer
6  pos_x(nposições_g + 1) = coordenada_x_buffer
7  pos_y(nposições_g + 1) = coordenada_y_buffer
8  nposições_g = (rand() * 15) + 3
9  i = 1
10 while i <= nposições_g
11     if artigo_(i) está disponível para picking then
12         for j = 1 to a
13             if artigo_posição_(j) = artigo_(i) then
14                 estado_posição = indisponível
15                 pos_x(i) = posição do artigo em X
16                 pos_y(i) = posição do artigo em y
17                 j=a
18             end if
19         next j
20     end if
21     i = i + 1
22 end
23 i = 1
24 distância_total = 0
25 while i <= (nposições_g)
26     j=1
27     while j <= (nposições_g)
28         distância_ref = calcular_dist_function (pos_x(i-1),pos_x(j), pos_y(i-1),pos_y(j))
29         if distância = 0 or distancia > distancia_ref then
30             distância = distancia_ref
31             pos_x = pos_x(j)
32             pos_y = pos_y(j)
33         end if
34         j = j + 1
35     end
36     verifica-se se a posição em que se encontra o valor escolhido na lista i
37     forma-se uma nova lista (item_x e item_y) e coloca-se o valor na posição i livre
38     distância_ref = calcular_dist_function (item_x(i-1),item_x(i), item_y(i-1),item_y(i))
39 end
40 rota_g = distância_total

```

Figura 30 - Pseudocódigo heurística nearest neighbor

A simulação foi então testada para uma situação real. Após a execução desta verificou-se que, a diferença entre a distância percorrida real e a distância percorrida utilizando a heurística, foi bastante significativa e correspondeu a uma redução de 39% da distância total efetuada, o que pode conduzir a ganhos significativos para a empresa.

Para compreender o tempo ganho pela redução da rota, foi necessário perceber a velocidade com que é feita a deslocação dentro do armazém. Este exercício consistiu na obtenção da posição atual e a posição de destino juntamente com o tempo de viagem que o operador tomou no trajeto entre duas localizações. Posteriormente, as rotas foram introduzidas no simulador e foi calculada a distância percorrida em cada uma das tarefas. O valor resultante da simulação foi dividido pelo tempo obtido e a velocidade de cada tarefa foi calculada. Para reduzir a influência dos operadores no cálculo da velocidade, foram efetuadas medições de tempo a diferentes operadores.

A velocidade média de viagem foi calculada e assumiu um valor de 1,78 m/s. Da razão entre a distância percorrida e a velocidade é possível obter o tempo necessário à deslocação para realização das rotas. A diferença entre as duas distâncias totais calculadas e a velocidade, permitiu concluir que, utilizando a heurística *nearest neighbor*, seria possível uma poupança no mês de maio. Este valor aumenta consoante o número de percursos executados. Deste modo em alturas do ano mais intensas, como a época de Natal, é esperado que a poupança de horas de trabalho seja maior com a aplicação da heurística.

Calculado o valor do tempo de trabalho ganho pela empresa, foi feito o levantamento dos diferentes tipos de tarefas realizadas no mês de maio para perceber quantas tarefas adicionais poderiam ser realizadas no mesmo mês com a aplicação da heurística. Este cálculo é apenas feito para maio, uma vez que as tarefas testadas correspondem apenas a esse período, visto que o histórico de tarefas começou a ser guardado recentemente e não há dados suficientes para perceber o comportamento das tarefas ao longo do ano. Foi calculada a cadência de caixas por segundo de cada tipo de tarefa e realizada uma média ponderada que permita concluir a cadência global da operação de *picking* no armazém. Foi possível inferir que a aplicação da heurística teria resultado num aumento de 3,3% da produtividade global de *picking*.

4.3 Resultados da Simulação de Cenários

De acordo com a análise da literatura existente, sobre o tema da arrumação do produto, a nova política de armazenamento pode ter uma influência significativa na distância percorrida pelos operadores quando realizam o *picking*.

A conceção da lista de *picking* segue, agora, diferentes critérios. A elaboração desta tem como primeiro critério o SLA do pedido e em segundo lugar a gama da referência do mesmo. Uma vez que as caixas com destino às lojas devem ser homogêneas, o *picking* feito com este critério leva a que as paletes formadas para a zona de conversão pertençam à mesma gama, o que permite que os produtos da mesma gama cheguem à zona de separação em momentos próximos.

Com o objetivo de perceber as implicações que a alteração da política de armazenamento e a aplicação da heurística podem ter no *picking* foram elaboradas simulações de quatro cenários. Nestes, são utilizados dois métodos de armazenamento diferentes e para cada um deles a aplicação ou não, da heurística *nearest neighbor* para reorganização da rota. Para estes, o número de tarefas por trajeto de *picking* é gerado aleatoriamente e de forma a que a média dê um valor entre oito e dez localizações por rota, como o valor verificado aquando da simulação da situação atual. Os cenários estão representados na Figura 31.

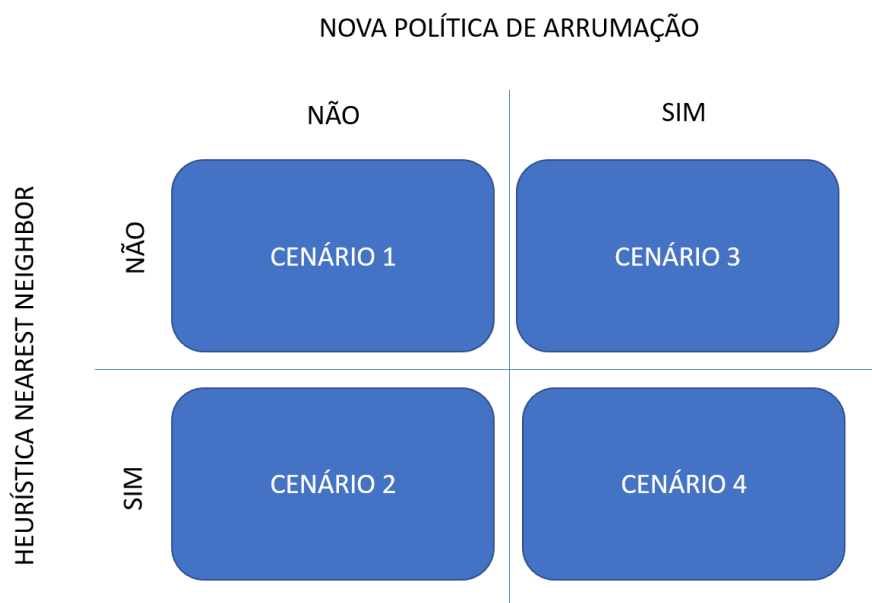


Figura 31 - Cenários estudados na simulação do *picking*

4.3.1 Análise Comparativa dos Resultados

Concluídas as simulações, foram analisados os resultados. O primeiro cenário, após 30 simulações, permite perceber que a cada 50 rotas são percorridos cerca de 42 280 metros, o que significa que são efetuados, em média 859 metros por rota. O segundo cenário, visita exatamente as mesmas posições que o primeiro, porém a distância média percorrida é de 24 720 metros, descendo assim o valor da distância média percorrida por rota para 499 metros.

Comparando os dois cenários é possível constatar que a aplicação da heurística resulta numa melhoria de 42% face à sua não utilização. Na Tabela 8 está o quadro resumo dos resultados dos cenários 1 e 2.

Tabela 8 - Resumo dos resultados nos cenários 1 e 2

Cenário 1 – início do projeto	Cenário 2 – após aplicação da heurística no cenário 1	Resultados obtidos
42 280 metros para percorrer 50 rotas	24 720 metros para percorrer 50 rotas	Aumento da eficiência em 42%
859 metros por rota	499 metros por rota	

No terceiro e no quarto cenários, é aplicada a nova política de armazenamento. No terceiro cenário, a média da distância percorrida para as 50 rotas é de 24 760 metros o que resulta numa média de 495 metros por cada rota de *picking*. Quando a heurística é aplicada, a distância por rota de *picking* é reduzida para 331 metros.

Para a comparação destes dois cenários é possível concluir que a implementação da heurística representa uma redução de 33% na distância média por percurso em relação ao cenário sem aplicação da mesma. A Tabela 9 resume os resultados obtidos nos cenários 3 e 4.

Tabela 9 - Resumo dos resultados nos cenários 3 e 4

Cenário 3 – arrumação proposta na dissertação (s/ heurística)	Cenário 4 – arrumação proposta na dissertação (c/ heurística)	Resultados obtidos
24760 metros para percorrer 50 rotas	16529 metros para percorrer 50 rotas	Aumento da eficiência em 33%
495 metros por rota	331 metros por rota	

Através da interpretação da Tabela 10, é perceptível a comparação entre o cenário inicial com um cenário com uma arrumação por gama. Pode-se perceber que a alteração da política de armazenamento tem uma melhoria potencial de cerca de 42% face à política anteriormente usada. O facto do *picking* começar a ser feito por gama também contribui para esta melhoria,

uma vez que favorece o *picking* de um armazém cuja política de organização é feita mediante a gama.

Tabela 10 - Resumo dos resultados nos cenários 1 e 3

Cenário 1 – início do projeto	Cenário 3 – arrumação proposta na dissertação (s/ heurística)	Resultados obtidos
42 280 metros para percorrer 50 rotas	24760 metros para percorrer 50 rotas	Aumento da eficiência em 42%
859 metros por rota	495 metros por rota	

Quanto ao cenário de arrumação inicial sem heurística, e o cenário de arrumação por gama com a utilização do método *nearest neighbor*, comparados na Tabela 11, os valores de distância média de *picking* validam que as alterações da política de armazenamento e a aplicação da heurística no cenário inicial podem resultar numa diminuição da distância percorrida em cerca de 61%, o que revela uma melhoria significativa na rota efetuada no armazém.

Tabela 11 - Resumo dos resultados nos cenários 1 e 4

Cenário 1 – início do projeto	Cenário 4 – arrumação proposta na dissertação (c/ heurística)	Resultados obtidos
42 280 metros para percorrer 50 rotas	16529 metros para percorrer 50 rotas	Aumento da eficiência em 61%
859 metros por rota	331 metros por rota	

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

Neste último capítulo são apresentados os resultados obtidos, bem como as soluções desenvolvidas e as suas limitações. O trabalho termina com algumas considerações finais resultantes do estudo literário realizado e do presente projeto desenvolvido.

5.1 *Análise de Resultados e Soluções Obtidas*

O objetivo deste projeto, mencionado no capítulo primeiro, visa o desenvolvimento de propostas e soluções estruturadas que permitissem propor uma política de armazenamento que maximizasse o fluxo do produto no armazém e a otimização da rota de *picking*.

Conclui-se que a melhor forma de satisfazer as necessidades da empresa passava por uma organização do armazém em zonas constituídas por uma ou mais gamas. Foram criadas quatro no armazém E1 e uma no armazém E2. Algumas gamas foram unidas de forma a favorecer o *picking* (grupo *Matching*) e de forma a favorecer a utilização do espaço do armazém (grupo *Têxteis*). Os grupos, a gama calçado e carteiras foram estabelecidas nas zonas do E1 e o resto das gamas no E2.

Após implementação da nova política de arrumação, foi criada a simulação que permitiu inferir sobre a influência desta no *picking* bem como a utilização ou não da heurística *nearest neighbor*.

Os resultados obtidos pela primeira e segunda simulação permitiram concluir que a aplicação da heurística na política de armazenamento anterior significaria melhorias consideráveis, cerca de 40%.

A alteração da política de armazenamento pode resultar numa redução em 40% da distância percorrida anteriormente. Nesta altura esta alteração de política já se encontra em fase de implementação, pelo que a redução da distancia deve começar a ter efeito na redução de tempo das tarefas.

Por último, a aplicação da heurística *nearest neighbor* para a formação de rotas de *picking*, na nova política de armazenamento, tem potencial para reduzir em 60% a distância percorrida face à sua não aplicação e ao armazenamento desorganizado.

Deste modo é aconselhado o desenvolvimento do *software* da empresa para que seja possível aplicar a heurística na formação de rotas de *picking*.

5.2 *Sugestão de Trabalhos Futuros*

Existem desenvolvimentos adicionais, no que diz respeito às rotas de *picking*, que podem trazer benefícios adicionais.

Neste momento o número de posições a visitar é definido pelo operador, uma vez que é ele quem considera se a altura da palete se encontra no máximo ou próxima do mesmo. De forma a otimizar mais a rota deve ser conhecido, previamente, o número de caixas que vão ser recolhidas em cada posição, e qual o número de caixas dessa posição que o operador consegue conter na palete. É, portanto, necessário que haja um controlo dos volumes de caixas que entram no armazém.

Neste momento já se encontra em fase avançada um projeto que mede o volume de cada produto. Neste caso, o volume terá de ser feito à caixa por SKU e ao *casepack* dos SKU's. Por outras palavras, quando existe um SKU com diferentes *casepacks*, é necessário medir o volume de tantas caixas quantos *casepacks* diferentes.

Com o volume de caixas de cada localização, o sistema consegue calcular o volume das mesmas que cada tarefa irá gerar. Se a essa informação se juntar o facto de o sistema conseguir calcular quantas caixas podem ser recolhidas até se atingir a lotação da palete, é possível determinar

quais localizações que o operador terá de visitar durante cada rota. Neste sentido, podem ser aplicadas novas heurísticas que encontrem o melhor percurso global da rota em vez do mínimo local da rota calculado pela heurística *nearest neighbor*. Destaca-se o algoritmo *3-opt*, retratado no capítulo 2, como resposta ao problema encontrado, uma vez que este é recomendado e muito utilizado na resolução de problemas do tipo *Travelling Salesman Problem*.

Referências

- Barnes, Liz, and Gaynor Lea-Greenwood. "Fast Fashioning the Supply Chain: Shaping the Research Agenda." *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 10, no. 3 (2006): 259–71.
- Berg, Jeroen P. van den. "A Literature Survey on Planning and Control of Warehousing Systems." *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)* 31, no. 8 (1999): 751–62.
- Bruce, M., & Daly, L. (2006). Buyer behaviour for fast fashion. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 10(3), 329 – 344.
- Caron, Franco, Gino Marchet, and Alessandro Perego. "Optimal Layout in Low-Level Picker-to-Part Systems." *International Journal of Production Research* 38, no. 1 (2000): 101–17.
- Chan, Felix T.S., and H. K. Chan. "Improving the Productivity of Order Picking of a Manual-Pick and Multi-Level Rack Distribution Warehouse through the Implementation of Class-Based Storage." *Expert Systems with Applications* 38, no. 3 (2011): 2686–2700.
- Dallari, Fabrizio, Gino Marchet, and Marco Melacini. 2009. "Design of Order Picking System." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 42 (1–2): 1–12.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). "Design and control of warehouse order picking: A literature review." *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481- 501.
- Fernie, J., & Sparks, L. (2014). *Logistics and retail management: emerging issues and new challenges in the retail supply chain*. Kogan Page Publishers.
- Frazelle, E. (2001). *World-Class Warehousing and Material Handling*. New York: McGrawHill.
- Graves, Stephen C., Warren H. Hausman, and Leroy B. Schwarz. "Storage-Retrieval Interleaving in Automatic Warehousing Systems." *Management Science* 23, no. 9 (1977): 935–45.
- Guedes, A. P. (2012). *Slides de apoio à disciplina de Logística*. FEUP.
- Henn, Sebastian, Sören Koch, and Gerhard Wäscher. "Order Batching in Order Picking Warehouses: A Survey of Solution Approaches." In *Springer* 4, 9781447122746:105–37, 2012.
- Heragu, S. S., L. Du, R. J. Mantel, and P. C. Schuur. "Mathematical Model for Warehouse Design and Product Allocation." *International Journal of Production Research*, 2005.
- Heskett, J. L., 1963, Cube-per-order index - a key to warehouse stock location. *Transportation and Distribution Management*, 3, 27-31
- Larson, T. N., Heather March, and Andrew Kusiak. "A Heuristic Approach to Warehouse Layout with Class-Based Storage." *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)* 29, no. 4 (1997): 337–48.

- Le-Duc, T., Design and control of efficient order picking processes, PhD thesis, RSM Erasmus University, 2005.
- Lowson, Robert H. “Retail Operational Strategies in Complex Supply Chains.” *The International Journal of Logistics Management* 12, no. 1 (2001): 97–111.
- Malmborg, C. J. “Optimization of Cube-per-Order Index Warehouse Layouts with Zoning Constraints.” *International Journal of Production Research* 32, no. 12 (1995): 465–82.
- Petersen, Charles G., and Gerald Aase. “A Comparison of Picking, Storage, and Routing Policies in Manual Order Picking.” *International Journal of Production Economics*, 2004.
- Petersen, Charles G., and Roger W. Schmenner. “An Evaluation of Routing and Volume-Based Storage Policies in an Order Picking Operation.” *Decision Sciences*, 1999.
- Petersen, Charles G. “An Evaluation of Order Picking Routeing Policies.” *International Journal of Operations and Production Management* 17, no. 11 (1997): 1098–1111.
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*
- Pozo, H (2002). Administração de recursos materiais e patrimoniais.
- Roll, Y, and M. J. Rosenblatt. “Random versus Grouped Storage Policies and Their Effect on Warehouse Capacity.” *Material Flow* 1, no. 3 (1983): 199–205.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515-533
- Rushton, Alan, Phil Croucher, and Peter Baker. “The Handbook of Logistics and Distribution Management.” *Project Management Journal* 40 (2006): 664.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y.A., & Tanchoco, J. M. A. (2003). *Facilities planning* John Wiley and Sons.
- Wäscher, Gerhard. *Order Picking: A Survey of Planning Problems and Methods. Supply Chain Management and Reverse Logistics*, 2004.
- Yu, Mengfei, and René B.M. de Koster. “The Impact of Order Batching and Picking Area Zoning on Order Picking System Performance.” *European Journal of Operational Research* 198, no. 2 (2009): 480–90.

ANEXO A: Correlação entre as diferentes gamas com base no histórico de inventário de 2017

Correlação entre as diferentes gamas com base no histórico de inventário de 2017:

	Vestuário	Cintos	Calçado	Carteiras	Chapéus	Carteiras de noite	Carteiras de festa	Lenços	Óculos de sol	Viagem	Porta-moedas	Relógios	Guarda-chuvas	Têxteis de inverno
Vestuário	1,00	0,49	0,29	0,88	0,32	0,76	0,81	-0,35	0,00	0,65	0,97	-0,18	0,70	0,88
Cintos	0,49	1,00	0,66	0,15	-0,36	0,57	0,31	0,09	0,73	0,02	0,44	0,52	0,06	0,25
Calçado	0,29	0,66	1,00	-0,04	-0,24	0,42	0,39	0,14	0,65	0,14	0,36	0,50	-0,15	0,08
Carteiras	0,88	0,15	-0,04	1,00	0,64	0,58	0,66	-0,26	-0,28	0,84	0,88	-0,55	0,87	0,80
Chapéus	0,32	-0,36	-0,24	0,64	1,00	0,05	0,18	0,12	-0,25	0,74	0,34	-0,75	0,67	0,25
Carteiras de noite	0,76	0,57	0,42	0,58	0,05	1,00	0,79	-0,38	0,15	0,47	0,82	0,03	0,26	0,72
Carteiras de festa	0,81	0,31	0,39	0,66	0,18	0,79	1,00	-0,34	0,00	0,51	0,87	-0,11	0,39	0,87
Lenços	-0,35	0,09	0,14	-0,26	0,12	-0,38	-0,34	1,00	0,47	-0,10	-0,30	-0,13	0,06	-0,58
Óculos de sol	0,00	0,73	0,65	-0,28	-0,25	0,15	0,00	0,47	1,00	-0,21	-0,03	0,61	-0,29	-0,20
Viagem	0,65	0,02	0,14	0,84	0,74	0,47	0,51	-0,10	-0,21	1,00	0,72	-0,51	0,67	0,55
Porta-moedas	0,97	0,44	0,36	0,88	0,34	0,82	0,87	-0,30	-0,03	0,72	1,00	-0,23	0,67	0,86
Relógios	-0,18	0,52	0,50	-0,55	-0,75	0,03	-0,11	-0,13	0,61	-0,51	-0,23	1,00	-0,72	-0,17
Guarda-chuvas	0,70	0,06	-0,15	0,87	0,67	0,26	0,39	0,06	-0,29	0,67	0,67	-0,72	1,00	0,52
Têxteis de inverno	0,88	0,25	0,08	0,80	0,25	0,72	0,87	-0,58	-0,20	0,55	0,86	-0,17	0,52	1,00