

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



Modelo de Aprovisionamento de Consumíveis ao Centro Logístico

João Pedro Ferreira Novais

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Supervisor: Professor Luís Guimarães

27 de Junho de 2016

Resumo

Para fazer face ao crescimento acentuado que se tem vindo a verificar nos últimos anos, com consecutivas aberturas de loja e conseqüente aumento na capacidade de resposta, a Parfois decidiu investir num novo centro logístico localizado em Canelas.

O novo armazém tem como objetivo responder mais eficazmente ao aumento das necessidades diárias, garantir elevados níveis de eficiência e de performance ao nível da operação, criando desde logo uma vantagem competitiva para toda a organização.

O projeto em causa surge neste contexto, ou seja, na necessidade de transição do armazém dos consumíveis presente no armazém de Rio Tinto para o novo centro logístico de Canelas. O âmbito da dissertação foca-se no desenvolvimento e integração de processos normalizados associados a toda a operação logística e na projeção, dimensionamento e implementação de um *layout* capaz de responder às necessidades atuais e futuras.

A metodologia de trabalho adotada consistiu, numa primeira fase, na análise detalhada de dados e dos processos atuais existentes no armazém dos consumíveis de Rio Tinto. Seguidamente foram desenvolvidos novos processos, dimensionado e desenhado um novo *layout* para o armazém dos consumíveis e projetados novos postos de trabalho. Numa fase final e para posterior integração, foi delineado um modelo de gestão de *stocks* adaptado a este tipo de produtos.

Prevê-se que com a implementação da solução proposta o tempo de satisfação de uma encomenda seja reduzido em 70%, melhorando, inevitavelmente, os níveis de satisfação do cliente. Os postos de trabalho, outrora inexistentes, irão ser traduzidos numa maior rapidez nas atividades planeadas e numa maior qualidade de trabalho para os operadores. Como trabalho futuro, será necessário integrar no sistema um modelo de gestão de *stocks* que permita garantir os níveis de serviço exigidos e melhorar continuamente todos os processos internos desenvolvidos.

Abstract

In response to the significant growth that has been felt in the last years, constant opening stores and consequently increase of the responsiveness, Parfois invested in a new logistics center in Canelas.

The new facility aims to respond more effectively to the increase of the daily needs, ensure high efficiency levels and performance at the operational level, creating a competitive advantage for the entire organization.

The project presented throughout this thesis comes from the necessity of the transation of the consumables from the Rio Tinto warehouse to new logistics center of Canelas. The scope of the thesis focuses on developed an integration of standard procedures associated with the logistics operation and projection, design and implementation of a layout capable of responding to current and future needs.

The adopted methodology of work consisted, initially, in the detailed analysis of data and the current processes existing in the consumables warehouse of Rio Tinto. Then it was developed new processes, dimensioned and designed a new layout for the storage of consumables and projected new work stations. In the final stage, and for further implementation, it was developed and inventory management model adapted to this type of product.

It is expected that, with the implementation of the proposed solution, the time to fulfill an order will be reduced in 70%, improving the levels of customer satisfaction. The work stations, once non-existent, will be translated into faster activities and in a higher quality of work for the operators. As a future work it will be necessary to integrate the system that controls and manages the stock and continuously improves all developed internal processes.

Agradecimentos

A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios sem os quais não se tornaria realizável e aos quais estou extremamente grato.

A toda a equipa de logística da Parfois, em particular à equipa de novos projetos, por me ter dado a possibilidade de aprender e crescer ao lado deles.

A todos os colaboradores da empresa, em especial aos operadores do armazém de consumíveis e à equipa de melhorias.

Ao engenheiro Filipe Maia, ao engenheiro Ricardo Couto e à engenheira Luísa Pereira pela ajuda, disponibilidade e compreensão que demonstraram ao longo de todo meu percurso na Parfois.

Ao meu orientador, engenheiro Luís Guimarães por todo o apoio, disponibilidade e partilha de conhecimento durante os últimos 7 meses.

Ao meu parceiro nesta aventura, Tiago Castro, por me ajudar e opinar nas minhas decisões.

A todos os meus amigos, que levo para a vida e que me acompanharam ao longo destes 5 anos de curso que agora termino.

À minha melhor amiga e namorada, Catarina, pela compreensão, motivação, companheirismo, força e apoio incondicional nos momentos mais difíceis.

Por último à minha família em especial à minha Mãe que sempre me incentivou nesta caminhada, sempre acreditou em mim e me transmitiu os melhores ensinamentos de vida. Espero que esta etapa, que agora termino, possa, de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que me ofereceu. A ela, dedico todo este trabalho!

João Pedro Ferreira Novais

“If you’re trying to achieve, there will be roadblocks. I’ve had them, everybody has had them. But obstacles don’t have to stop you. If you run into a wall, don’t turn around and give up. Figure out how to climb it, go through it, or work around it.”

Michael Jordan

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa	1
1.2	Enquadramento do projeto e motivação	3
1.3	Objetivos do projeto	3
1.4	Estrutura do documento	3
2	Revisão Bibliográfica	5
2.1	Conceção e gestão de armazéns	5
2.1.1	Operações num armazém	6
2.1.2	Etapas para projetar um armazém	7
2.1.3	Desenho do <i>layout</i>	7
2.1.4	Sistemas de informação na gestão de armazéns	9
2.1.5	Indicadores de performance num armazém	10
2.2	Gestão de <i>Stocks</i>	10
2.2.1	Indicadores de um Sistema de Gestão de <i>Stocks</i>	11
2.2.2	Modelos de gestão e <i>stocks</i>	13
2.2.3	Modelos de Revisão Contínua	15
2.2.4	Modelos de Revisão Periódica	16
2.3	Análise de Artigos	18
2.3.1	Análise ABC	18
2.4	Filosofia <i>lean</i>	19
2.4.1	Técnicas <i>Lean</i>	20
3	Caraterização da Situação Atual	23
3.1	Mapeamento de processos no novo centro logístico de Canelas	23
3.1.1	Descrição dos processos	24
3.2	Caraterização do armazém dos consumíveis em Rio Tinto	29
3.2.1	Identificação dos consumíveis	29
3.2.2	Descrição dos processos	30
3.2.3	Diagnóstico da situação inicial	34
4	Solução proposta para o armazém de consumíveis	39
4.1	Requisitos e restrições do armazém dos consumíveis	39
4.2	Caraterização da procura dos consumíveis	40
4.3	Mapeamento dos processos	41
4.3.1	Receção	42
4.3.2	Arrumação Pesada	42
4.3.3	Conversão	43

4.3.4	Arrumação fina	43
4.3.5	<i>Picking</i>	45
4.3.6	<i>Packing</i>	47
4.3.7	Transporte para linha PBO	48
4.4	<i>Layout</i> e postos de trabalho	48
4.4.1	<i>Layout</i>	48
4.4.2	Postos de trabalho	52
4.5	Modelo de gestão de <i>stocks</i>	54
4.5.1	Previsão da procura	54
4.5.2	Modelo de gestão de <i>stocks</i>	56
4.5.3	Simulador	56
5	Conclusão e perspectivas de trabalho futuro	59
	Referências	61
A	Fluxograma dos processos	63
A.1	Fluxograma do processo de receção	63
A.2	Fluxograma do processo de conversão	64
A.3	Fluxograma do processo de arrumação fina	65
A.4	Fluxograma do processo de arrumação <i>picking</i> fino	66
A.5	Fluxograma do processo de <i>packing</i>	67
B	Disposição da arrumação no <i>layout</i> escolhido	69
C	Matrizes de comparação critério a critério	71
D	<i>Backoffice</i> do simulador	73

Lista de Figuras

1.1	Distribuição mundial das lojas Parfois e franchisadas (Fonte: Parfois).	2
1.2	Evolução da faturação de 2010 a 2015 (Fonte: Parfois).	2
2.1	Layout 'fluído'. Fonte: [1].	8
2.2	Layout em U. Fonte: [1].	9
2.3	Gráfico das curvas dos custos em função da quantidade.	14
2.4	Modelo gráfico da política (s,Q).	15
2.5	Modelo gráfico da política (s,S).	16
2.6	Modelo gráfico da política (R,S).	17
2.7	Modelo gráfico da política (R,s,S).	17
2.8	Modelo gráfico da política (R,s,Q).	18
2.9	Curva ABC.	19
2.10	Os 7 desperdícios.	20
2.11	Significado dos 5S.	21
3.1	Layout do novo centro logístico de Canelas.	24
3.2	Macro processos de um artigo no centro logístico de Canelas.	24
3.3	Zona de receção.	25
3.4	Arrumação fina (à esquerda); Arrumação pesada (à direita).	25
3.5	Sistema <i>Put to Light</i>	27
3.6	Zona de expedição.	28
3.7	Dois exemplares distintos de cartelas.	30
3.8	Gráfico da procura de consumíveis durante o ano de 2015.	30
3.9	Layout da área dos consumíveis no armazém de Rio Tinto.	31
3.10	Macro processos de um consumível no armazém de Rio Tinto.	31
3.11	Rececionamento de consumíveis.	32
3.12	Processo de <i>picking</i> de consumíveis.	32
3.13	Rascunho e rótulo.	33
3.14	Zona de expedição.	33
3.15	Interface do Portal Loja para encomenda de consumíveis.	34
3.16	Duração das atividades do processo de <i>picking</i> referente a uma amostra de 50 encomendas e número médio de 3,75 referências por encomenda.	35
3.17	Possível rota de <i>picking</i> durante a satisfação de uma encomenda.	35
3.18	Frequência de utilização dos vários tipos de caixas para embalagem das encomendas.	36
3.19	Comparação de tempos de <i>packing</i>	37
4.1	Etapas seguidas para desenvolvimento da solução proposta.	39
4.2	Espaço alocado para o armazém dos consumíveis.	40

4.3	Curva ABC da procura referente aos consumíveis.	40
4.4	Fluxograma dos processos associados aos consumíveis.	41
4.5	Esquema representativo dos tipos de arrumações existentes.	42
4.6	Ilustração dos vários tipos de arrumação existentes.	43
4.7	Tipos de <i>containers</i> para arrumação existentes.	44
4.8	Sequência de arrumação em altura por corredor.	45
4.9	Fluxo de um pedido através do Portal Loja.	45
4.10	Procedimentos de utilização do carrinho de <i>picking</i>	46
4.11	Procedimentos para o tratamento de sobras.	47
4.12	<i>Layouts</i> finais considerados para implementação.	49
4.13	Versão final do layout 1 integrado no armazém.	51
4.14	Representação em 2D dos postos de trabalho.	52
4.15	Zona de conversão.	53
4.16	Carrinho de arrumação.	53
4.17	Zona de <i>packing</i>	54
4.18	Previsão da procura segundo o método de amortecimento exponencial simple fazendo variar o fator de amortecimento.	55
4.19	Simulador do modelo de gestão de <i>stocks</i>	57
4.20	Legenda das várias cores associadas ao simulador.	57

Lista de Tabelas

3.1	Tabela representativa da estrutura mercadológica atual.	29
4.1	Número de referências por zona de arrumação.	44
4.2	Número de posições disponíveis e necessárias.	50
4.3	Tabelas com a escala verbal atribuída ao valores numéricos.	50
4.4	Tabela representativa da comparação de critérios.	51
4.5	Tabela representativa do DQM em função do fator de amortecimento.	56

Abreviaturas e Símbolos

SS	<i>Stock de Segurança</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>
I_r	<i>Índice de Rotação</i>
I_c	<i>Índice de Cobertura</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
Q_{ee}	<i>Quantidade Económica de Encomenda</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GIN	<i>Gestão Integrada do Negócio</i>
FIFO	<i>First In First On</i>
PBO	<i>Picking by Order</i>
PTL	<i>Put to Light</i>
DQM	<i>Desvio Quadrático Médio</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>

Capítulo 1

Introdução

O presente projeto foi desenvolvido no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no 2º semestre do ano letivo 2015/2016 e realizado em ambiente empresarial na Parfois.

1.1 Apresentação da Empresa

Barata & Ramilo S.A., detentora da marca Parfois, foi fundada em 1994 por Manuela Medeiros, é uma referência no setor da moda e lidera atualmente o mercado do retalho de acessórios de moda em Portugal.

Em 1994 abriu a primeira loja na cidade do Porto, mais precisamente na rua de Santa Catarina, e, passado 5 anos, em 1999, abriu portas ao mundo e iniciou a sua expansão internacional com a abertura da primeira loja franchisada no Chipre. Em 2002 e com um crescimento consistente, iniciou atividade a primeira loja própria fora de Portugal.

A vantagem competitiva do modelo de negócio *fast-fashion* praticado pela Parfois foca-se em oferecer uma ampla diversidade de produtos com um *design* ímpar no mercado a preços justos e expectáveis. Cria valor na elevada rotatividade de produtos levando a que haja uma sincronização universal do lançamento de novos produtos semanais para as diferentes lojas.

No final do ano de 2015 a Parfois estava presente em 53 países com um total de 624 lojas esperando-se que, em 2020, se alcancem as 1 100 lojas (ver Figura 1.1).

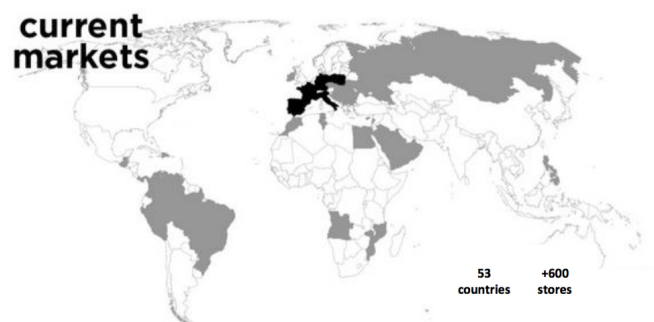


Figura 1.1: Distribuição mundial das lojas Parfois e franquizadas (Fonte: Parfois).

A expansão a nível mundial é sem dúvida uma repercussão natural do crescimento contínuo da Parfois. Este crescimento, traduzido em números, é representado na Figura 2 e engloba os anos de 2010 a 2015.

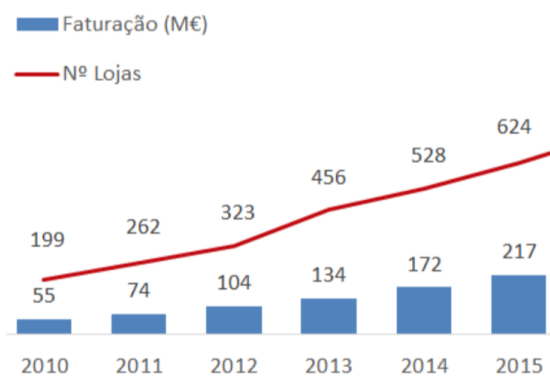


Figura 1.2: Evolução da faturação de 2010 a 2015 (Fonte: Parfois).

Em 2014, para fazer face ao crescimento de lojas na Ásia iniciou-se uma atividade de abastecimento a partir de um centro logístico situado em Hong Kong. O ano de 2014 ficou também marcado pela superação de lojas a atuar em Espanha face às lojas Portuguesas.

Como forma de dar resposta à totalidade de lojas alcançadas, no ano de 2015 mais um passo foi dado, desta vez com a transição da operação principal efetuada no centro logístico de Rio Tinto (12 000 m²) – à exceção dos consumíveis e da loja *online* - para Canelas (33 000 m²).

No novo centro logístico destacam-se o nível de automação assim como o novo *Warehouse Management System* (WMS) que visam aumentar a eficiência originando uma maior capacidade de resposta para as lojas.

A grande aposta da Parfois para o ano de 2016 passa por abrir novas lojas em França e em Itália.

1.2 Enquadramento do projeto e motivação

Com o rápido crescimento que se tem vindo a sentir dentro da organização e como resposta à constante abertura de lojas, a transição para o novo centro logístico de Canelas durante o segundo e terceiro trimestres de 2015 era uma necessidade urgente para suportar as constantes mudanças do negócio e para ultrapassar os níveis de satisfação até à data registados.

Em finais de 2015, já toda a operação, à exceção da logística dos consumíveis e da loja *online*, estava a ser executada inteiramente em Canelas. Atualmente, com os processos internos mais estabilizados, surge a oportunidade/necessidade de transferir a área de consumíveis para o novo centro logístico com o objetivo de integrar toda a operação.

Emerge nesse sentido o projeto abordado na presente dissertação: transitar o armazém dos consumíveis, para o novo centro logístico com uma importante reestruturação a nível de processos.

1.3 Objetivos do projeto

O projeto abordado nesta dissertação tem como objetivo primordial integrar no novo centro logístico toda a operação associada aos consumíveis, sendo necessário criar as condições necessárias para que se efetive essa transição.

A nível global o projeto visa reduzir custos associados aos consumíveis, melhorar os níveis de serviço e aumentar a eficiência da operação.

Como tal, a presente dissertação foca-se nas seguintes etapas:

- Mapeamento e normalização dos processos associados à operação logística de consumíveis;
- Estudo e conceção dos postos de trabalho associados às várias operações necessárias;
- Desenvolvimento de um *layout* de armazém capaz de responder às necessidades atuais e futuras;
- Integração no sistema dos processos desenvolvidos;
- Validação através de um teste piloto;
- Definição do processo de compra de consumíveis e definição dos níveis de encomenda.

1.4 Estrutura do documento

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica associada aos conceitos enquadrados no âmbito deste projeto onde são expostas temáticas referentes ao desenho de um armazém, a ferramentas *lean* e a modelos de gestão de *stocks*.

O terceiro capítulo expõe não só a situação atual do novo centro logístico de Canelas mas também os métodos e procedimentos que são praticados no armazém dos consumíveis em Rio

Tinto. Numa primeira fase são apresentados superficialmente os processos atuais praticados no novo armazém, são realizadas análises e propostas sugestões de melhoria relativas ao fluxo dos consumíveis.

O quarto capítulo retrata todo o desenvolvimento do projeto onde são apresentados os requisitos e restrições, os dados mais relevantes a ter em consideração, o desenho dos processos e o dimensionamento do *layout* e dos postos de trabalho. No mesmo capítulo é ainda projetado um modelo de gestão de *stocks* que visa ser implementado.

Por fim, o último capítulo foca-se nas principais conclusões do trabalho desenvolvido e nas perspetivas de trabalho futuro de modo a melhorar continuamente o funcionamento da operação.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

Este capítulo apresenta o conhecimento adquirido durante a revisão da bibliografia e que foi considerado pertinente abordar dado o tema da presente dissertação modelo de aprovisionamento de consumíveis ao centro logístico.

Primeiramente é abordada a temática relacionada com a projeção de um armazém, onde são abordadas matérias que vão desde os tipos de armazéns existentes, passando pelas operações que nele se integram e terminando com a avaliação de desempenho através da discussão de alguns indicadores de *performance* utilizados.

De seguida, é abordado o tema de gestão de *stocks* onde são apresentados alguns fatores que influenciam a prática da gestão e os modelos mais utilizados na indústria e encerra-se o capítulo apresentando técnicas e ferramentas *lean* que são relevantes serem aqui apresentadas, uma vez que são utilizadas por todas as áreas do armazém da Parfois.

2.1 Conceção e gestão de armazéns

Os armazéns têm hoje um papel vital na determinação da eficácia e eficiência das operações que são executadas, tendo um impacto direto na performance de toda a cadeia de valor [2]. Segundo [1], os armazéns têm como principais objetivos alinhar a procura com a oferta, reduzir custos associados ao transporte de mercadoria, armazenar produtos provenientes do fornecedor e dar resposta aos níveis de serviço pré definidos.

De acordo com [3] os armazéns podem ser vistos em 3 vertentes diferentes. A nível dos processos: fluxo natural que um produto segue desde que entra no armazém até que é expedido, passando por várias atividades. A nível dos recursos: engloba todos os equipamentos, ferramentas e pessoas que são necessários para que exista operação no armazém. A nível de organização: procedimentos e métodos que são utilizados no armazém com o objetivo de ter um controlo mais preciso sobre os processos – exemplo: planeamento de atividades.

Para [1] os armazéns podem ser categorizados por tipo, dependendo essencialmente do perfil de cliente que estão a servir:

- **Armazém de distribuição:** contem produtos de diversos fornecedores e expede para diferentes clientes - os clientes deste tipo de armazéns são empresas de retalho onde as ordens de compra são de milhares de unidades;
- **Armazém de produção:** utilizado para armazenar matérias primas, produtos não acabados e produtos acabados à espera de serem montados. Estes tipos de materiais podem ficar armazenados durante um longo ou curto período de tempo;
- **Armazém de contrato:** envolve todo o processo de logística e armazenamento prestado a um ou mais clientes.

2.1.1 Operações num armazém

Tipicamente os produtos que chegam do fornecedor vêm em packs de grande escala mas são expedidos em menores quantidades, assim, segundo [1], uma das funções de um armazém passa por separar grandes quantidades e distribuí-las em menores números – por exemplo: o fornecedor envia uma palete com 22 caixas mas, a unidade de expedição para uma loja é uma caixa, existindo, neste caso, a necessidade de “desfazer a palete” para conseguir cumprir as necessidades do cliente.

Segundo [2] apesar de muitos armazéns terem diferentes fins, a maioria partilha o mesmo fluxo dos materiais: recebem grandes quantidades, triam os produtos de forma ordenada e, aquando dos pedidos por parte dos clientes, enviam o respetivo *Stock Keeping Unit* (SKU) com as quantidades pedidas.

Para [4], as atividades praticadas num armazém diferenciam-se em *inbound* – processos que são concebidos para os produtos chegarem ao armazém – e *outbound* – processos realizados para auxiliar na expedição do material do armazém.

Posto isto, as atividades realizadas num armazém são apresentadas segundo a proposta de [5]:

1.**Receção:** descarga de produtos dos veículos de transporte onde, posteriormente, alguma quantidade é inspecionada. É nesta primeira fase que é inserido *stock* nos sistemas de informação. O custo operacional desta operação situa-se na ordem dos 10%.

2.**Armazenamento:** após a receção, existe a necessidade de alocar os produtos nos sítios corretos – de acordo com a política de arrumação definida - e inserir em sistema a sua localização. Este processo é trabalhoso uma vez que o produto para ser armazenado pode necessitar de percorrer grandes distâncias, sendo o seu custo operacional de 15%.

3.**Picking:** atividade onde o custo operacional é maior (55%) e passa por retirar o produto da sua localização com as quantidades necessárias para satisfazer o pedido. É fundamental existirem rotas de *picking* otimizadas por forma a minimizar o trabalho do operador e a tornar a operação mais eficaz. Pode ser aqui inserida a atividade de *cross docking* que consiste em transportar o material recebido diretamente para a expedição sem qualquer tipo de retrabalho intrínseco.

4.**Separação:** depois de se efetivar o *picking* é imperativo acondicionar os produtos que irão satisfazer a mesma encomenda, agregando-os numa embalagem única.

5.**Expedição:** os produtos já embalados são colocados numa área destinada à expedição onde ficam a aguardar pelo transportador que os levará até ao cliente.

2.1.2 Etapas para projetar um armazém

São conhecidos na literatura diversos autores que propõe diferentes etapas para o desenho de um armazém, alguns mais detalhados que outros, sendo os passos adotados por [6] de seguida expostos.

- Determinação geral da estrutura do armazém: definição do fluxo do material, desde que entra no armazém até que é expedido, e a interligação entre as várias áreas;
- Dimensionamento do armazém: determinação do tamanho e da dimensão do armazém, discriminando os espaços alocados a cada área;
- Desenho do *layout*: é considerada a etapa mais importante na configuração de um armazém onde é necessário otimizar o espaço disponível para a alocação de postos de trabalho, *racks*¹ para armazenamento, corredores de passagem para equipamentos, entre outros;
- Escolha de equipamentos: com base no *layout* previamente desenhado, são escolhidos os equipamentos que irão ser utilizados para armazenamento, transporte, *picking*, separação e, no caso de se justificar, equipamentos de automação para facilitar os processos;
- Definição da estratégia operacional: é utilizada para definir como é que o armazém irá operar: decisões como métodos de arrumação e tipos de *picking*.

As etapas acima descritas são realizadas tendo em consideração as decisões que têm de ser tomadas. Assim, segundo [7], as decisões podem ser diferenciadas em 3 diferentes níveis, dependendo do horizonte temporal: decisões de nível estratégico, decisões de nível tático e decisões de nível operacional.

As decisões estratégicas são de longo prazo e determinam as políticas e planos a serem utilizados pelos recursos da organização para apoiar a estratégia competitiva da cadeia de abastecimento. São decisões de grande investimento e podem ser divididas no *design* dos fluxos no armazém e no sistema utilizado para cada processo.

No que diz respeito às decisões táticas, estas têm como *input* as decisões estratégicas e criam menor impacto, apesar de necessitarem de algum investimento. Referem-se, principalmente, a decisões relativas à alocação dos recursos, organização do *layout* e rotas de *picking*, com o objetivo de tornar os processos mais eficientes.

Por fim, as decisões de nível operacional são de curto prazo e estão relacionadas com a operação, podendo ser exemplo de uma decisão operacional a atribuição de tarefas a operadores e respetiva monitorização.

2.1.3 Desenho do *layout*

Segundo [4], o desenho do *layout* deve ter como ponto de partida o fluxo de um produto no armazém e pode ser definido como sendo a arte de planejar a localização das diversas áreas e dos

¹Designação comum para as prateleiras de arrumação.

recursos, de forma a minimizar o tempo total de processamento necessário para satisfazer uma encomenda [5].

A nível de arrumação dos produtos e para posterior facilidade de picking, [1] apresenta duas alternativas de *layout* que dependem fortemente da localização dos postos de receção e de expedição.

2.1.3.1 *Layout* 'fluido'

Para este tipo de *layout* é considerado que o posto de receção está alocado do lado oposto ao posto de expedição e, por isso, todos os produtos fluem de um lado para o outro, garantindo que não há possibilidade de interferência entre operadores durante o processo de *picking*. Como é perceptível pela Figura 2.1, os produtos que estão no meio do corredor, marcados com uma cor mais escura, são os mais frequentes e procurados para consumo, assim, as quantidades de posições facilmente alcançáveis são muito menos do que as restantes.

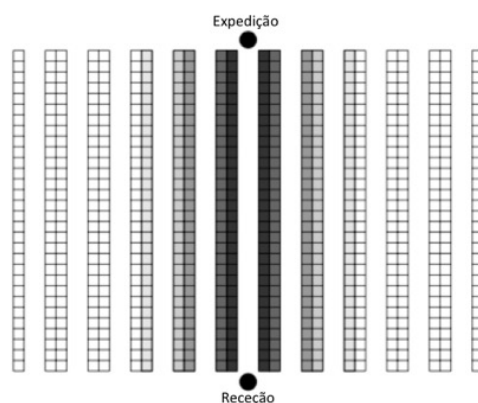


Figura 2.1: *Layout* 'fluido'. Fonte: [1].

2.1.3.2 *Layout* em U

Quando a área de receção e de expedição se encontram do mesmo lado do armazém é aconselhável optar por um *layout* como mostra a Figura 2.2. Pelo facto do fluxo do produto consistir em mover-se para a frente e para trás este *layout* é denominado de U.

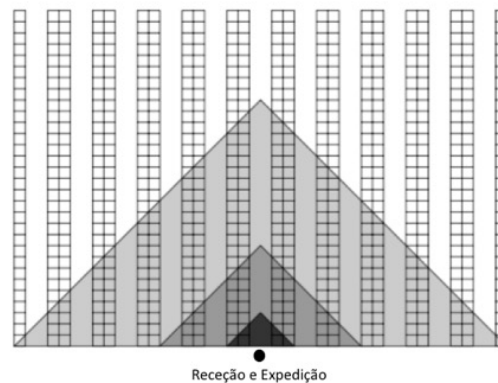


Figura 2.2: Layout em U. Fonte: [1].

Neste caso, os produtos mais convenientes, para além de se encontrarem mais próximos da zona de receção encontram-se também mais perto da zona de expedição, fazendo com que a movimentação do mesmo seja mínima. Por outro lado, os produtos menos convenientes estão mais longe da expedição, quando comparados com os produtos menos convenientes do *layout* da Figura 2.1.

Este tipo de *layout* é recomendado quando, depois de feita uma análise ABC (abordada ainda neste capítulo), o número de referências alocadas ao grupo A for bastante baixo.

2.1.4 Sistemas de informação na gestão de armazéns

Os sistemas de informação são, hoje, uma ferramenta fundamental na gestão de armazéns dada a necessidade de coordenação entre a grande quantidade de SKUs, os operadores e a variedade e escala de pedidos diários.

Segundo [8], podem ser considerados 3 tipos de WMS:

- **Basic WMS:** apenas tem conhecimento do *stock* existente em armazém e da respetiva localização e é usado essencialmente para registar informação. Não apresenta tarefas de *picking* nem de arrumação, sendo necessário o recurso a outro tipo de sistemas;
- **Advanced WMS:** acrescenta ao *basic WMS* a possibilidade de planear recursos e atividades para sincronizar o fluxo dos produtos no armazém;
- **Complex WMS:** contempla a informação total sobre cada produto, para onde vai e porquê e tem funcionalidades adicionais como o transporte e o planeamento logístico de valor acrescentado, ajudando a otimizar as operações do armazém como um todo.

Para [1] o WMS é um *software* bastante complexo que permite ter conhecimento de tudo o que se passa no armazém: que quantidade de que produto em que localização, que produto em que quantidade é que tem de ir para que cliente, entre outro tipo de informação.

A principal função do WMS passa por receber informação de sistemas de informação de níveis superiores e traduzir esses pedidos para as respectivas áreas a nível operacional, gerindo de forma otimizada toda essas tarefas [2].

2.1.5 Indicadores de performance num armazém

Para [9], os indicadores de performance eram definidos apenas como o processo de qualificar a eficácia e eficiência de uma ação contudo, nos dias de hoje a *performance* é também avaliada em termos quantitativos.

De acordo com [9], foram identificados 7 indicadores relevantes diretamente relacionados com o desenho do armazém e com a operação, podendo ser segmentados entre qualitativos e quantitativos. A nível de indicadores quantitativos estão presentes o custo e a utilização de recursos; como indicadores qualitativos estão presentes a qualidade, a flexibilidade, a visibilidade, a confiança e a inovação. Todos estes indicadores devem ser adaptados à realidade de cada organização.

É aconselhável interpretar os valores dos indicadores periodicamente, sendo esta uma maneira de estimar a eficácia e eficiência da operação por comparação com outros períodos [2]. Existem diferentes métodos que permitem analisar os indicadores: *benchmarking*, modelos analíticos e simulação de modelos, sendo o último o mais frequente na indústria [6].

2.2 Gestão de *Stocks*

Para uma gestão de um armazém se tornar completo e independente é necessário estudar e analisar os produtos que são armazenados com vista a desenvolver um modelo de gestão de *stocks* capaz de garantir um bom e sustentável funcionamento do mesmo.

Uma simples ida ao armário da cozinha buscar comida, a um posto de abastecimento de combustível para abastecer o carro, a um hipermercado para as compras da semana, a uma livraria comprar um livro, são exemplos em que a necessidade de armazenar um bem ou um produto está presente diariamente no nosso quotidiano.

Uma organização carece da mesma lógica de pensamento pelo facto da produção e do consumo ocorrerem em locais distintos e não existirem transportes capazes de colocar o produto, com um tempo reduzido e custos aceitáveis, perto do cliente final. Surge, então, a necessidade de armazenar os produtos perto do mercado para responder com maior rapidez ao comprador [10].

Aqui nasce o conceito de *stock*, podendo ser definido segundo [11] como o conjunto de materiais consumíveis, ou de produtos ou de mercadorias acumulados, à espera de uma utilização posterior, mais ou menos próxima, e que permite assegurar o fornecimento aos utilizadores quando necessário. São elementos patrimoniais classificados e valorizados em existências. Segundo [12], a necessidade de constituir *stock surge* na *supply chain* pelos seguintes motivos:

- **Variações do lado da procura:** dado que na maioria das situações a procura não é constante nem tão pouco conhecida, a criação de *stock* permite fazer face à variabilidade/ incerteza existente;
- **Variações do lado da oferta:** a criação de *stock* permite atenuar algum tipo de atraso de abastecimento por parte dos fornecedores;
- **Minimizar custos de produção:** a solução para minimizar os custos de preparação das máquinas de produção passa por produzir em grande quantidade o mesmo produto.
- **Obter descontos de quantidade:** a possibilidade de usufruir de descontos no preço unitário do produto, aquando da compra em grandes quantidades, leva a que haja um armazenamento desses produtos em *stock* ;
- **Facilitar processo de produção:** na ocorrência de alguma falha técnica, para facilitar o processo de produção e para servir de *buffer* entre várias operações, recorre-se a *stocks* de produtos em curso. Isto é, os *stocks* de produtos em curso servem de "reserva" para, aquando de um acontecimento inesperado em que uma linha de produção deixe de produzir, se recorrerem a eles para manter o índice de produtividade.

2.2.1 Indicadores de um Sistema de Gestão de Stocks

Para que um sistema de gestão de *stocks* atinja os objetivos e as metas pretendidas, são utilizados indicadores que permitem manter um controlo contínuo sobre os produtos armazenados. Através deles, consegue-se avaliar e analisar a evolução da situação, tomando medidas corretivas, no caso de se verificarem desvios dos valores pré-definidos. Os principais indicadores abordados por [13] são os apresentados nos subcapítulos que se seguem.

2.2.1.1 Taxa ou Índice de Rotação (I_r)

Indica o número de vezes que o *stock* de um ou mais artigos é renovado durante um determinado período. É um dos indicadores mais eficazes e traduz as necessidades de n períodos que o *stock* é capaz de satisfazer.

$$I_r = \frac{\text{Consumo anual em unidades monetárias}}{\text{Stock médio em unidades monetárias}} \quad (2.1)$$

Também pode ser representado da seguinte forma:

$$I_r = \frac{\text{Consumo anual em unidades físicas}}{\text{Stock médio}} \quad (2.2)$$

2.2.1.2 Taxa ou Índice de Cobertura (I_c)

Este indicador representa o tempo, em meses, da duração prevista para o *stock* existente, em função dos consumos médios mensais.

$$I_c = \frac{\text{Stock médio}}{\text{Consumo médio mensal}} \quad (2.3)$$

2.2.1.3 Níveis de serviço

O nível de serviço logístico de uma organização influencia a satisfação dos seus clientes e, quando alcançados com sucesso, torna-a mais competitiva e rentável no mercado. A satisfação dos clientes, ou a capacidade de responder de forma eficaz à procura, podem ser mensuráveis através dos níveis de serviço.

Posto isto, o nível de serviço pode ser definido como sendo a percentagem de ordens que são satisfeitas até à data prevista, traduzido na existência, ou não, de *stock* suficiente para satisfazer a procura [14]. De acordo com [13] são apresentados três níveis de serviço:

Nível de Serviço α

O nível de serviço α é definido como sendo a probabilidade de não haver rutura de *stock* na próxima encomenda, isto é, a probabilidade da quantidade de inventário num dado período (período de encomenda) satisfazer a sua procura.

Este indicador é utilizado quando a consequência da rutura é independente do tempo e das quantidades envolvidas. Através do seu resultado não é possível depreender as quantidades de *stock* que não satisfizeram a procura, tornando este nível de serviço pobre nesse aspeto.

$$\alpha = \text{Probabilidade}(\text{quantidade de stock} \geq 0) \quad (2.4)$$

Nível de serviço β (*fill rate*)

O nível de serviço β é definido como a fração da procura que é satisfeita através do *stock*, num determinado período de tempo, e é dada pela expressão 2.5. Este nível de serviço mede a quantidade de ruturas existentes, num determinado período, em relação à sua procura.

$$\beta = \frac{\text{Procura satisfeita por unidade de tempo}}{\text{Procura por unidade de tempo}} \quad (2.5)$$

Do ponto de vista da insatisfação da procura, a expressão 2.5 pode ser reescrita como:

$$\beta = 1 - \frac{\text{Procura insatisfeita por unidade de tempo}}{\text{Procura por unidade de tempo}} \quad (2.6)$$

Nível de serviço γ

Existe um terceiro nível de serviço, menos abordado na literatura, que pretende não só dar ênfase à quantidade que está em falta, mas também ao período de tempo que ela dura. Através deste nível de serviço é conseguido estimar a procura durante o período de rutura de *stock*.

$$\gamma = 1 - \frac{\text{Nível de procura insatisfeita por unidade de tempo}}{\text{Procura por unidade de tempo}} \quad (2.7)$$

2.2.2 Modelos de gestão e *stocks*

2.2.2.1 Função dos modelos de gestão

Um modelo de gestão de *stocks* é responsável por apoiar na decisão da quantidade de bens a encomendar num determinado momento. Deve responder a perguntas como: Quando encomendar? Quanto encomendar? Como controlar? [15].

Para a implementação de um modelo de gestão é necessário ter em consideração o tipo de sistema que se está a abordar e podem ser diferenciados na literatura dois sistemas distintos. Baseado em previsões do consumo, um sistema do tipo *push* produz e “empurra” o produto para o mercado na expectativa que as previsões estejam minimamente corretas, incorrendo no risco de haver *stock* em excesso ou em défice, acatando com os custos associados [11].

Por outro lado, um sistema do tipo *pull* opõe-se ao anterior na medida em que as quantidades que têm de ser produzidas advêm de encomendas precisas de clientes ou de contratos previamente acordados [11].

As vantagens em termos económicos são significativas dado que, se a produção for realizada de acordo com a procura determinística, não irá haver *stocks* de segurança e os níveis de existências serão baixos, traduzindo valores quase nulos nos custos de posse [11].

Inerente a este sistema está presente uma filosofia de gestão global *Just in time* (JIT) [11]. Esta metodologia, que surgiu na década de 60, no Japão, pela TOYOTA, tem como intuito satisfazer a procura instantaneamente com qualidade exímia e sem desperdício [12].

O objetivo de um modelo de gestão passa por fazer um *trade-off* entre os custos associados aos *stocks* e a qualidade do serviço oferecido aos clientes [12]: os elevados níveis de inventário permitem oferecer um melhor nível de serviço ao cliente, uma maior eficiência interna e a obtenção de descontos de quantidade, contudo há um acréscimo dos custos de posse, os produtos podem-se tornar obsoletos e há uma maior ocupação do espaço dentro do armazém, limitando a sua capacidade [11]. Por outro lado, os níveis baixos de *stock* têm custos menores e um maior e melhor controlo, podendo, conseqüentemente e com maior probabilidade de ocorrência, haver ruturas de *stock* [11].

Serão, neste documento, abordados dois tipos de modelos distintos, modelos de revisão contínua e modelos de revisão periódica. Associados a cada modelo serão analisadas várias políticas de reabastecimento abordadas na literatura.

2.2.2.2 Stock de Segurança

Dadas as condicionantes de uma gestão de stocks abordadas no subcapítulo 2.2, nomeadamente a incerteza da procura e dos prazos de entrega, o planeamento do *stock* de segurança (SS) é uma das principais funções da gestão de inventários [15].

As previsões, mesmo que bem elaboradas, muitas vezes excedem ou são escassas face à procura. Para proteger a probabilidade da procura exceder as previsões, são adicionadas à quantidade base de *stock*, o valor do SS [15]. Segundo [15], são iterados dois passos para o planeamento da quantidade de *stock* de segurança:

- Avaliar a probabilidade de haver rutura de *stock* ;
- Estimar a procura durante o período de rutura de *stock* .

Para o cálculo do SS assume-se, frequentemente que a procura segue uma distribuição normal, que é caracterizada por ter a média, a moda e a mediana com os mesmos valores. Seguidamente, e na caracterização dos vários modelos que irão ser quantificados, os respetivos valores de *stock* de segurança foram calculados considerando o nível de serviço α .

2.2.2.3 Quantidade Económica de Encomenda (Q_{ee})

A quantidade económica de encomenda é a quantidade a encomendar de cada vez, que minimiza o custo total anual, relativo a cada artigo do inventário [11].

Matematicamente e, assumindo a procura d constante e conhecida, satisfeita obrigatoriamente a partir dos produtos em *stock* e sem atraso, considerando os custos de armazenamento h , e de ordem de reabastecimento k , fixos e, considerando o que o prazo de entrega é nulo, a função que permite calcular os custos em função da quantidade Q , é:

$$F(Q) = k \frac{d}{Q} + h \frac{Q}{2} \quad (2.8)$$

A Figura 2.3 permite visualizar as curvas dos custos de armazenamento e de reabastecimento em função da quantidade.

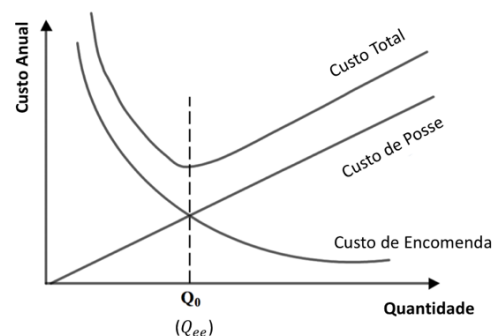


Figura 2.3: Gráfico das curvas dos custos em função da quantidade.

Para o cálculo da quantidade que minimiza os custos, recorre-se à derivada da expressão 2.8 em função a Q e iguala-se a zero, obtendo o valor de:

$$Q_{ee} = \sqrt{\frac{2 \times d \times k}{h}} \quad (2.9)$$

2.2.3 Modelos de Revisão Contínua

Os modelos de revisão contínua, também conhecidos por Q -models, têm como *trigger* para uma nova encomenda o facto da quantidade do *stock* passar abaixo do ponto de encomenda s [14].

Como pode ser visto na Figura 2.4, a probabilidade de rutura de *stock* só existe durante o período do prazo de entrega, período esse em que não há qualquer tipo de hipótese de responder a uma variação da procura [10].

$$s = \bar{d}L + SS = \bar{d}L + z\sigma_L \quad (2.10)$$

Onde:

\bar{d} - média da procura

L - prazo de entrega

σ_L - desvio padrão da procura durante o prazo de entrega

z - valor tabelado, associado ao nível de serviço desejado

2.2.3.1 Modelo (s,Q)

Esta política é de simples implementação e tem como fundamento uma revisão contínua do *stock* e, quando o nível de inventário disponível passa abaixo de s (ver Figura 2.4), é encomendada uma quantidade fixa de $Q = Q_{ee}$.

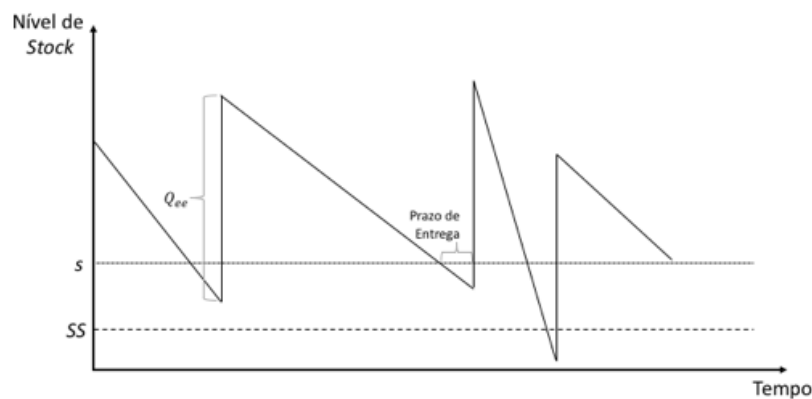


Figura 2.4: Modelo gráfico da política (s,Q).

2.2.3.2 Modelo (s,S)

Com uma ligeira modificação face à política anterior, a quantidade a encomendar, quando o nível de inventário intersesta s , é de $(S-s)$, onde S é uma quantidade fixa e previamente definida (ver Figura 2.5).

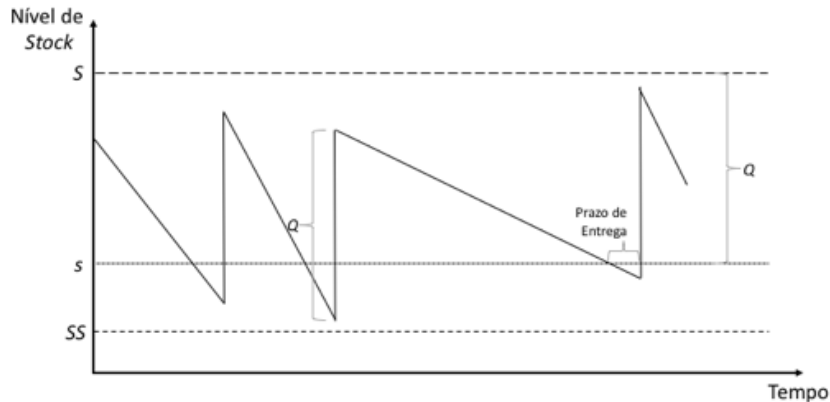


Figura 2.5: Modelo gráfico da política (s,S).

2.2.4 Modelos de Revisão Periódica

Neste tipo de modelos, conhecidos também por *P-models*, a cada R períodos é avaliado o nível de inventário e, posteriormente são realizadas encomendas de quantidades variáveis para atingir um nível de enchimento S [14]. De salientar que estes são os tipos de modelo que mais se enquadram nos requisitos da Parfois.

Em modelos mais sustentados e, de seguida abordados, há uma variante do modelo clássico em que é acrescentado um parâmetro que traduz um nível de inventário s que, define se há ou não necessidade de realizar uma encomenda, consoante o nível de *stock* do momento.

Ao contrário do que acontece nos modelos de revisão contínua, é possível que ocorra uma rutura de *stock* não só durante o prazo de entrega L , mas também durante o período R . Como tal, o nível de inventário s pode ser calculado pela Expressão 2.11.

$$\bar{d}(L+R) + SS = \bar{d}(L+R) + z\sigma_{L+R} \quad (2.11)$$

Onde:

\bar{d} - média da procura

L - prazo de entrega

R - período de revisão

σ_{L+R} - desvio padrão da procura durante o prazo de entrega e período de revisão

z - valor tabelado, associado ao nível de serviço desejado

2.2.4.1 Modelo (R,S)

A política (R, S) permite a cada R períodos encomendar a quantidade suficiente para perfazer o nível de enchimento S (ver Figura 2.6).

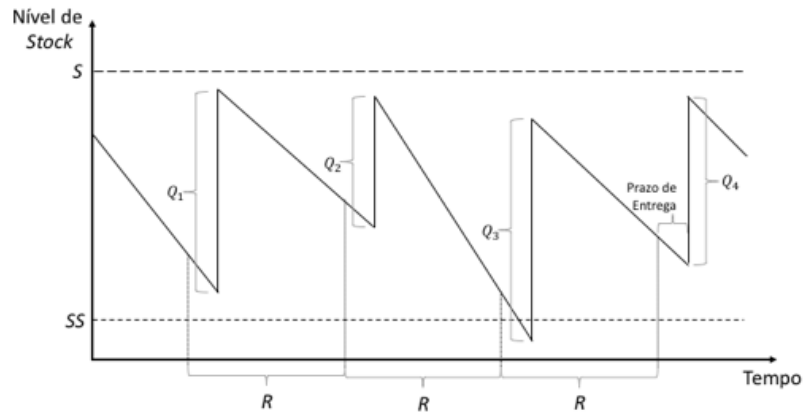


Figura 2.6: Modelo gráfico da política (R,S).

2.2.4.2 Modelo (R,s,S)

Numa perspetiva mais híbrida, esta política permite, a cada R períodos, verificar se o nível de inventário está acima de s ou não e pode-se tomar uma de duas opções: se nível de inventário for maior que s então não se encomenda nada; se nível de inventário for menor que s então encomenda-se a quantidade suficiente para perfazer o nível de enchimento S (ver Figura 2.7).

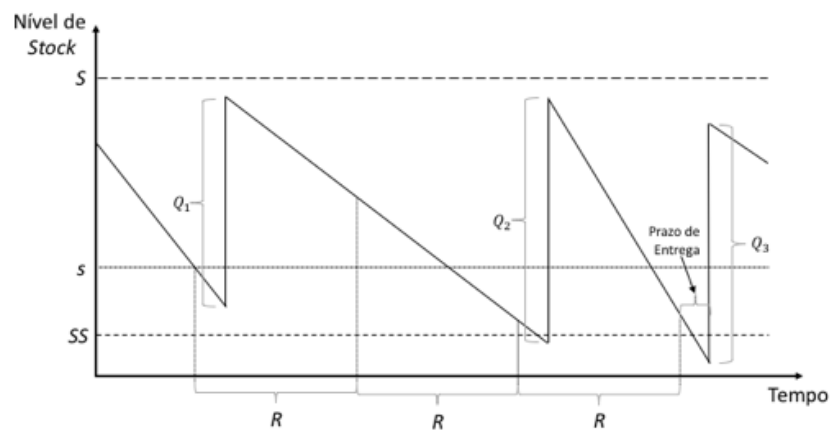


Figura 2.7: Modelo gráfico da política (R,s,S).

2.2.4.3 Modelo (R,s,Q)

Esta variante aproxima-se muito da anterior: A cada R períodos verificar se o nível de inventário está acima de s ou não e pode-se tomar uma de duas opções: se nível de inventário for maior

que s então não se encomenda nada; se nível de inventário for menor que s então encomenda-se a quantidade económica (ver Figura 2.8).

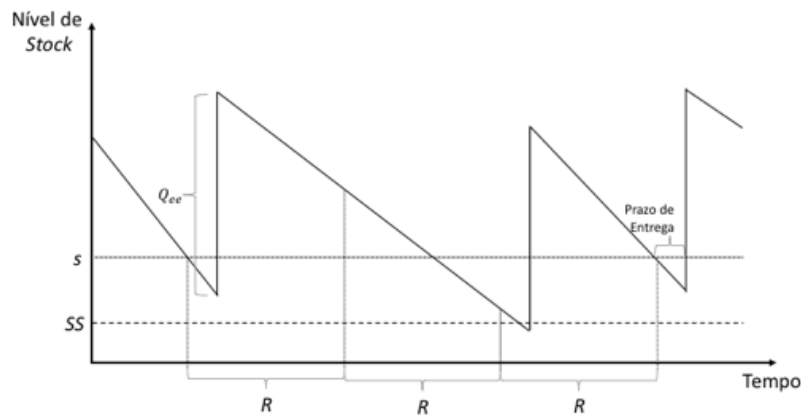


Figura 2.8: Modelo gráfico da política (R,s,Q).

2.3 Análise de Artigos

2.3.1 Análise ABC

Posteriormente à análise e descrição dos vários modelos de gestão de *stocks*, existe a necessidade de diferenciar os artigos, dado que há um grau de importância intrínseca em cada um deles.

A análise ABC, baseada na lei de *Pareto*, é um método simples mas eficaz, que permite classificar, segundo um critério significativo, um conjunto de artigos em três classes: classe A – correspondente aos artigos mais relevantes; classe B – referente aos artigos de relevância intermédia; classe C – associado aos artigos menos relevantes [10].

Os critérios utilizados para diferenciar esta relevância de produtos diferem consoante o setor de atividade e dependem fortemente do que se pretende elaborar com os resultados decorrentes desta análise [10].

Dado o ambiente no qual está a ser realizado este documento, esta análise servirá para diferenciar as políticas que poderão ser implementadas e o grau de controlo que é necessário para cada artigo. Dado o objetivo de minimização de custos de um sistema de gestão de *stocks*, um critério ponderável poderia ser o volume de faturação de um artigo ou de um conjunto de artigos.

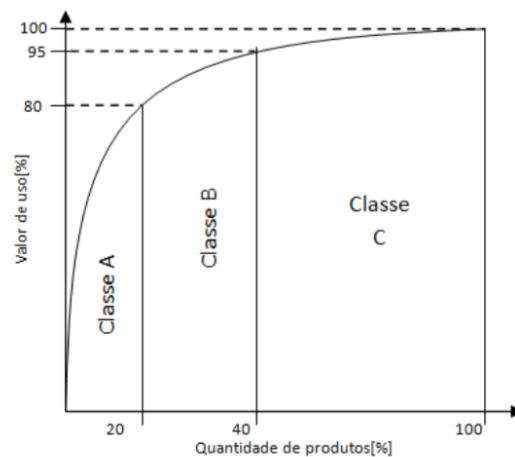


Figura 2.9: Curva ABC.

Dada a Figura 2.9, a classe A acarreta cerca de 20% dos artigos que representam aproximadamente 80% da faturação total. Já a classe B apresenta cerca de 30% dos artigos que representam sensivelmente 15% da faturação total. Finalmente a classe C acata com 50% dos artigos e representa à volta de 5% da faturação total [14].

Como se pode constatar, os artigos pertencentes à classe A são aqueles que garantem uma maior rentabilidade à organização, sendo, portanto, aqueles que devem suscitar uma atenção mais minuciosa por parte do gestor. Devem ser atribuídos níveis de serviço mais elevados e adotar-se um modelo de revisão contínua para exercer um controlo mais rígido e uma monitorização mais refinada [10].

Contrariamente à classe A encontram-se os artigos da classe C que, a nível financeiro, são pouco relevantes. Assim, não se devem adotar procedimentos complexos de gestão sendo, normalmente, os modelos de revisão periódica, com uma ampla periodicidade, os mais apropriados [10].

Por fim, a classe B é portadora de uma importância intermédia e, como tal, é preciso fazer um balanceamento entre a complexidade e o ganho para encontrar a solução mais adequada [10].

2.4 Filosofia lean

Depois de revista a literatura sobre gestão de armazéns e sobre modelos de gestão de *stocks* torna-se importante fazer um levantamento sobre a filosofia *lean* dado que é uma prática bastante utilizada na Parfois.

O conceito de *lean thinking* ou *lean production* nasceu na década de 50 durante o desenvolvimento da produção da *Toyota*, *Toyota Production System* (TPS), por Taiichi Ohno [16].

O autor [17] descreve o TPS como sendo um conjunto de técnicas que são desenvolvidas com o propósito de aumentar a qualidade e a produtividade de uma organização e, ao mesmo tempo, reduzir os custos associados à manufatura, eliminando tudo o que é desperdício.

Ohno baseou-se nas ideias que Henry Ford havia desenvolvido aquando da aplicação da primeira linha de montagem em série na indústria automóvel, conseguindo produzir automóveis em massa em menor tempo e com menor custo [18].

Baseado em [14], *lean production* é a integração de uma série de atividades desenhadas para atingir um grande volume de produção recorrendo ao mínimo de recursos possível. É também sustentado na lógica de que nada é produzido até que seja necessário levando a que não haja *stock* de nenhuma matéria.

2.4.1 Técnicas Lean

2.4.1.1 7 Desperdícios

Um dos grandes pilares da *lean production*, e dos primeiros métodos a introduzir a nível operacional, baseia-se na eliminação de desperdício - *muda* em japonês - que se pode definir como sendo todas as ações que não acrescentam valor no ponto de vista do cliente final [19].

Segundo [19], podem-se diferenciar 7 tipos de desperdícios, que existem em todos os níveis de uma organização, sendo eles apresentados na Figura 2.10.

Sobreprodução	Produzir mais do que é necessário podendo ter como causa uma possível má calibração da maquinaria.
Stock desnecessário	Inventário que não está a ser necessário em dada altura, incorrendo em custos de armazenagem.
Transporte	Movimentação de bens ou produtos de um local para outro, não acrescentando qualquer tipo de valor para o cliente final.
Sobreprocessamento	Processamento em excesso de atividades dispensáveis ou atividades erráticas.
Defeitos	Material que não cumpre os critérios de qualidade.
Espera	Tempos de espera em que não há trabalho efetivado por parte dos colaboradores
Movimentação desnecessária	Intimamente ligada às pessoas, este desperdício refere-se ao deslocamento escusável de um colaborador no decorrer de uma atividade.

Figura 2.10: Os 7 desperdícios.

2.4.1.2 5S

Utilizado em organizações praticantes da melhoria contínua, a ferramenta *lean* conhecida como 5S é um método de organização do espaço de trabalho e visa construir um ambiente funcional, eficiente, confortável e seguro [20].

Proveniente do Japão, os 5S são referentes às palavras *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*, podendo ser também traduzidas para inglês como *sort*, *straighten*, *scrub/shine*, *standardize* e *sustain* respetivamente, cujo significado está apresentado na Figura 2.11.

Sort	Identificar o material necessário e desnecessário no local de trabalho e remover o que é prescindível
Straighten	Organizar o espaço de trabalho para ser um sítio mais seguro e eficiente, identificando o local de cada material
Shine	Manter o local de trabalho limpo e cuidado
Standardize	Documentar os três primeiros passos e confirmar a sua aplicabilidade
Sustain	Preservar as regras e os padrões para ser um método consistente e contínuo

Figura 2.11: Significado dos 5S.

2.4.1.3 *Standard Work*

De acordo com [21], *standard work* é a melhor, mais eficiente, mais segura e mais prática maneira de realizar uma atividade.

É um método altamente organizado e passa por documentar e normalizar todas as tarefas para que o trabalho possa ser realizado por qualquer tipo de operador e, se em algum momento houver problemas, permitir facilmente identificá-lo e, posteriormente corrigi-lo.

Segundo [22], existem 5 estágios que visam implementar esta metodologia:

- **Identificar o alvo de melhoria:** definir o tempo de ciclo a reduzir de acordo com o tempo de execução da tarefa;
- **Observar o trabalho:** ir para o chão de fábrica e observar os movimentos dos operadores e diferenciar os que criam valor e os que não criam; fazer um levantamento dos tempos de execução dos diversos processos;
- **Melhorar o trabalho:** planear e, conseqüentemente implementar as medidas de melhoria com o objetivo de eliminar desperdício;
- **Normalizar o trabalho:** padronizar os movimentos dos operadores apresentando-as de forma visual (vídeos, gráficos, ilustrações);
- **Consolidar o trabalho:** criar hábitos fortes de trabalho e apresentar resultados de forma visual.

Capítulo 3

Caraterização da Situação Atual

Neste capítulo será abordada a realidade atual do novo centro logístico de Canelas onde serão apresentados os processos *core* ao nível da operação. A descrição destes processos será importante para o acompanhamento da restante dissertação, uma vez que o fluxo interno de um consumível irá ser semelhante a algumas atividades praticadas no armazém.

Será também exposto o panorama dos consumíveis que é, ainda por esta altura, uma área que tem operação no centro logístico de Rio Tinto. Irão ser descritos os processos que regem a operação e será realizada uma análise de dados relevantes assim como os pontos que podem ser desde logo melhorados.

3.1 Mapeamento de processos no novo centro logístico de Canelas

No seguimento do que foi anteriormente descrito, o crescimento da Parfois obrigou a que se aumentasse a capacidade de armazenagem, a cadência de separação do produto, a eficiência e a ergonomia do trabalho.

Nasceu assim o novo centro logístico ilustrado na Figura 3.1, passando de 12 000 m^2 para 33 000 m^2 capaz de suportar o abastecimento até um máximo de 1 100 lojas.

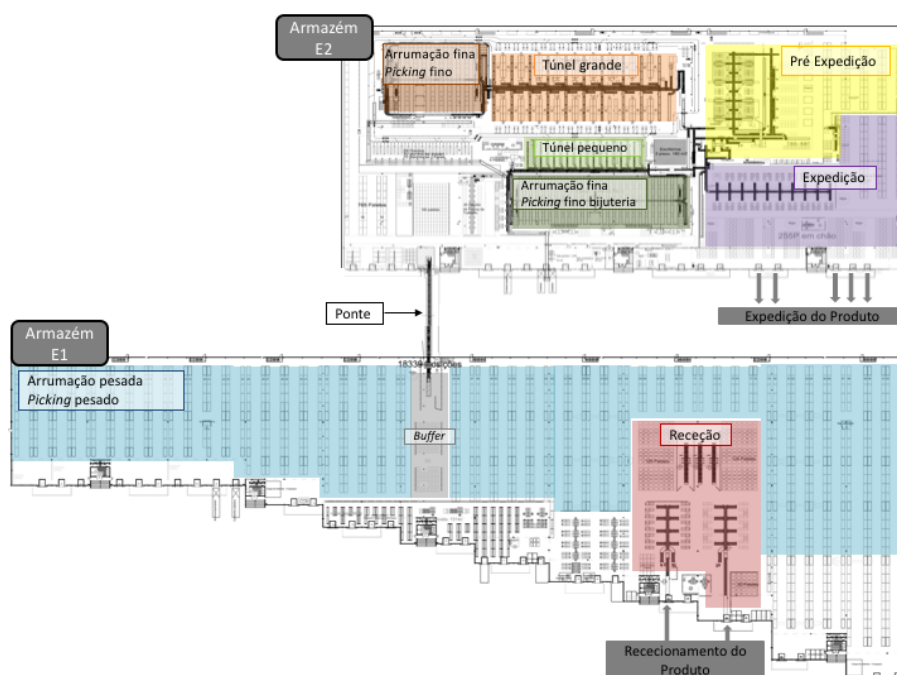


Figura 3.1: Layout do novo centro logístico de Canelas.

De evidenciar que na Figura 3.1 se encontram identificados os dois pavilhões - armazém E1 e armazém E2 - onde são realizados os processos de seguida retratados.

3.1.1 Descrição dos processos

Através da Figura 3.1 são possíveis identificar as várias zonas de trabalho existentes no centro logístico. O fluxo de um produto, desde o momento que chega ao centro logístico até que é expedido para as lojas, será detalhado nesta secção e segue um percurso natural que pode ser representado a nível dos processos pela Figura 3.2.



Figura 3.2: Macro processos de um artigo no centro logístico de Canelas.

3.1.1.1 Receção

Após ser realizada uma encomenda ao fornecedor, esta é transportada maioritariamente por via aérea ou marítima para abastecer o armazém da Parfois. Através de um tapete telescópico, capaz de invadir o contentor transportado pelo camião, são recolhidas as caixas para um sistema de leitura verificar se as quantidades recebidas são iguais à respetiva encomenda.

Através de 8 saídas de um *sorter* (Figura 3.3), que auxiliam na triagem da referência do produto, as caixas são paletizadas por SKU e *casepack*¹. Uma vez finalizado o descarregamento do contentor, é fechada, em sistema, a receção e automaticamente inserido em sistema o *stock* associado à mercadoria, procedendo-se à arrumação das paletes.

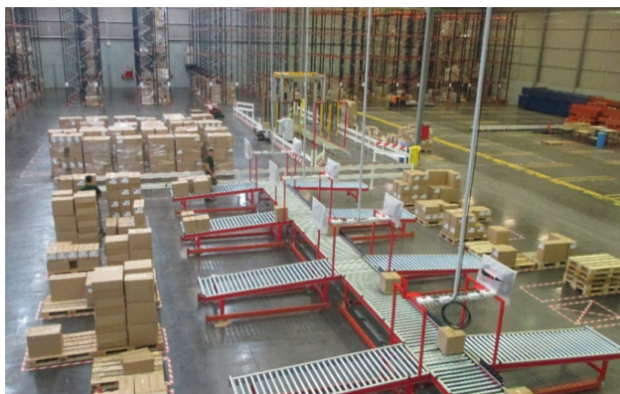


Figura 3.3: Zona de receção.

De salientar que existe um mínimo de 6 peças por SKU que vão diretamente para os postos de controlo de qualidade. Até o produto ser aprovado, o *stock* não fica disponível em sistema para satisfação de pedidos.

3.1.1.2 Arrumação

No novo centro logístico observam-se dois tipos de arrumação: arrumação pesada e arrumação fina (Figura 3.4).



Figura 3.4: Arrumação fina (à esquerda); Arrumação pesada (à direita).

A arrumação pesada está relacionada com todos os artigos que não sejam nem bijuteria nem artigos de cabelo e tem lugar maioritariamente no armazém E1 (ver Figura 3.1). Recorrendo a

¹Quantidade de artigos por caixa.

retráteis ², procede-se à arrumação das paletes nas localizações indicadas pelo sistema e devidamente identificadas no armazém. Estas podem ser arrumadas num de 5 níveis e, preferencialmente o mais próximo do *buffer* central ³, para evitar desperdiçar tempo na movimentação aquando do *picking*. São sempre alocadas duas paletes em posições no nível 0 para cada SKU sendo as restantes paletes arrumadas em altura.

A arrumação fina tem lugar na *passerelle*⁴ grande e na *passerelle* pequena do armazém E2. Para tal, o produto sofre uma conversão da caixa do fornecedor para um *container* ⁵ que visa normalizar, quer a arrumação propriamente dita, quer o transporte do material para o processo de separação.

As gamas de bijuteria e artigo de cabelo são diretamente enviadas para arrumação no E2, sendo a *passerelle* pequena o seu único ponto de arrumação. Já a *passerelle* grande visa dispor de um *stock* intermédio das restantes gamas (calçado, carteiras, porta moedas, cintos, têxteis, óculos, relógios e vestuário) para responder com mais rapidez aos pedidos de separação para as lojas.

3.1.1.3 *Picking*

O *picking* é a consequência de um conjunto de pedidos que integra o sistema e que pode ser dividido entre primeiros envios e reposições. Os primeiros envios acontecem quando é a primeira vez que um produto vai para uma loja e onde as quantidades dessa referência são calculadas através de uma matriz. Por outro lado, as reposições resultam de reabastecimentos de produtos já vendidos nas lojas.

A atividade de *picking* é realizada através de um *Personal Digital Assistant* (PDA), onde os colaboradores podem visualizar a localização onde vão recolher as quantidades de determinada referência. O *picking* pode ser dividido em 5 tipos:

- ***Picking fino***: *picking* a um *container* que esteja arrumado ou na *passerelle* pequena ou na *passerelle* grande.
- ***Picking by order (PBO)***: *picking* à caixa que acontece quando a quantidade pedida, para uma determinada loja, é maior do que o *casepack* da mesma. É colocada uma etiqueta na caixa para se associar a loja de destino e é colocada num tapete específico que a encaminha diretamente para a expedição.
- ***Picking pesado***: *picking* à caixa que acontece quando a quantidade pedida, para uma determinada loja, é menor do que o *casepack* da mesma e a quantidade total é inferior à quantidade total de 1 palete. Neste caso, a caixa tem de ser convertida para um *container*, que será colocado no tapete automático para posterior separação.
- ***Picking palete inteira***: *picking* à palete acontece sempre que a quantidade do pedido é maior ou igual à quantidade total que se encontra na palete.

²Aparelhos utilizados para arrumar paletes.

³Área onde se acumulam os produtos que vão para o armazém E2 provenientes do armazém E1.

⁴Tipo de armazenamento que consiste numa estrutura que permite a construção de vários pisos idênticos.

⁵Contentor de plástico normalizado utilizado para armazenar produto.

- **Picking pesado manual:** *picking* à caixa que acontece quando o número de caixas na paleta de *picking* ultrapassa as 7 unidades ou quando as dimensões da caixa não permitem o seu transporte pelos tapetes automáticos (exemplo: caixas de guarda chuva).

3.1.1.4 Separação

O processo de separação do produto para as diversas lojas ocorre em duas zonas em simultâneo: uma contempla os produtos de bijuteria e artigos de cabelo chamada de túnel pequeno e, na outra, ocorre a separação de todas as outras gamas chamada de túnel grande. Em cada um destes túneis existem corredores onde estão presentes caixas, de tamanhos normalizados, que são associadas a cada loja Parfois para se proceder à separação do produto.

Por intermédio de uma linha automática, o produto é transportado em *containers* que, através do sistema, sabe quais os corredores em que tem de sair para abastecer as respetivas lojas. O operador recolhe o *container*, pistola o respetivo código de barras e a sua identificação, dando origem ao início da separação apoiada no sistema *Put to Light* (PTL) (Figura 3.5). São acesas as luzes associadas a cada caixa, que correspondem às lojas que são necessárias separar naquele corredor, e apresentadas as quantidades a colocar em cada uma. Existe ainda um ecrã que transmite a informação da cor associada a cada utilizador, dado que podem estar a separar ao mesmo tempo, no máximo, 4 operadores.

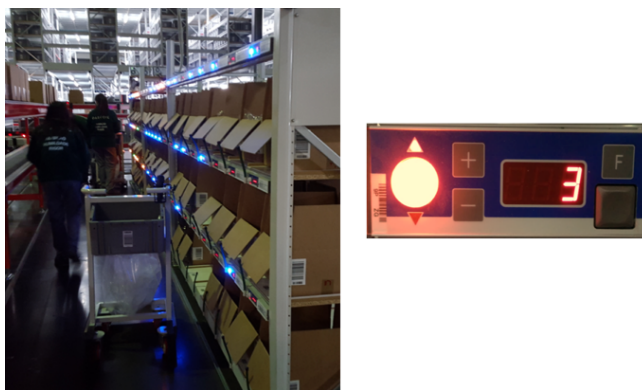


Figura 3.5: Sistema *Put to Light*.

Terminada a separação naquele corredor, o *container* é colocado novamente na linha de automação para, no caso de ainda ter produto, ir abastecer mais lojas. Se a caixa que foi abastecida estiver cheia, é fechada, colocada no tapete automático para seguir para a expedição e é associada uma nova caixa àquela posição no túnel.

De ressaltar que, no caso da saída do corredor em que estava programado o *container* sair estiver completa, é recalculada a rota e a sua próxima saída será no próximo corredor que tiver de abastecer. Se todas as saídas estiverem completas, o *container* percorre 20 vezes o percurso natural, sendo depois automaticamente encaminhado para o tratamento de sobras onde é feita uma

triagem que permite, ou arrumar o *container* na *passerelle* grande, no caso de ainda ter produto, ou retomar a um tapete automático que permite que seja novamente reabastecido.

3.1.1.5 Expedição

Antes das caixas chegarem à expedição poderão ter de ser submetidas a um reprocessamento onde estão incluídos os seguintes processos:

- **Reetiquetagem:** existe uma listagem de regras de etiquetagem associadas a cada país e que pode passar por retirar as etiquetas com o preço, colocar etiquetas de produção, colocar etiquetas do importador, etc;
- **Repacking:** acontece quando, no processo de separação, é fechada uma caixa e identificada como “não cheia” - dado que o tamanho da caixa não justifica a quantidade de produto nela inserida. Neste processo é colocado todo o produto numa caixa de menores dimensões;
- **Verificação:** processo de averiguar artigo a artigo de uma amostra ou totalidade da carga que vai ser exportada dependo do país de destino.

Após este reprocessamento, existe ainda uma zona de pré expedição onde são acumuladas caixas que não têm autorização para serem expedidas, podendo dever-se a motivos financeiros ou limites físicos nos armazéns de destino.

Já na área de expedição, a linha de automação encontra-se equipada com uma balança, um medidor volumétrico e com duas máquinas automáticas que cintam as caixas. Posteriormente a caixa passa por uma etiquetadora automática que cola uma etiqueta identificativa do transportador e do destino e é guiada pela linha automática até uma das 16 saídas do *sorter* (Figura 3.6). A cada saída do *sorter* corresponde um transportador/país, sendo retiradas e paletizadas para que duas horas antes de chegar o camião sejam faturadas, terminando assim o fluxo de um produto no novo centro logístico de Canelas.

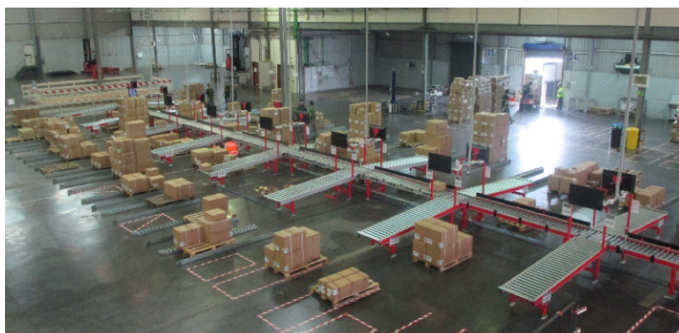


Figura 3.6: Zona de expedição.

3.2 Caraterização do armazém dos consumíveis em Rio Tinto

Depois de abordados os processos do novo centro logístico é importante caraterizar a operação dos consumíveis presente em Rio Tinto.

O armazém dos consumíveis é um espaço com bastante relevância na cadeia de valor da Parfois na medida em que é responsável não só por armazenar todos os consumíveis, mas também por satisfazer todos os pedidos que as lojistas, através da plataforma online Portal Loja, requerem para as suas lojas.

Os consumíveis são componentes cruciais para o apoio à venda de um produto numa loja, estando não só ligados de uma maneira direta à venda de um produto, mas também de uma forma secundária ao permitir expô-los.

3.2.1 Identificação dos consumíveis

Antes de se iniciar qualquer tipo de explicação sobre os processos internos exercidos nesta área, é relevante apresentar a estrutura mercadológica deste tipo de produtos assim como quantificar a diversificação de artigos que foram encomendados durante o ano transato de 2015 (Tabela 3.1).

Tipo de produto	Gama	Família	Subfamília	Nº Referências
Consumíveis	78 Consumíveis	Consumo Interno	Fardas; Diversos	2
		Economato	Material de escritório; Material Informático; Papel	55
		Loja	Acrílicos; Cartelas; Etiquetas; Fardas; Guias; Limpeza; Ferramentas de loja	2 159
		Venda	Caixa online; Catálogos; Cubos; Rolo fita; Sacos papel; Sacos TNT	68
	Subtotal			2 284
	81 Obras	Alarmes	Diversos	6
		Construção	Madeiras	4
		Decoração	Mobiliário; Molduras; Prateleiras	18
		Exposição	Cabides; Esticadores sapatos; Expositores; Ganchos; Manequins; Suporte Botas	57
	Subtotal			85
	Total 2 369			

Tabela 3.1: Tabela representativa da estrutura mercadológica atual.

Como pode ser depreendido pela Tabela 3.1, os consumíveis estão divididos em duas grandes gamas - obras e consumíveis. Inicialmente os consumíveis da gama de obras eram alvo de tratamento por parte de outro armazém, passando a fazer parte dos consumíveis há cerca de 2 anos, razão pela qual existem duas gamas distintas para o mesmo tipo de produto.

Importa referir que existem consumíveis de famílias que abastecem não só as lojas mas também os escritórios de Rio Tinto como é o exemplo do economato e alguns produtos de exposição que são utilizados para realizar testes para a área de *visual merchandising*.

Como é notório, a família 'loja' é a que tem uma maior variedade de artigos, sendo que o motivo principal é o facto da subfamília 'cartelas' dispor de 1 493 referências distintas, representando aproximadamente 65% das referências totais. Isto acontece porque existem inúmeras conjugações possíveis, havendo como variáveis, para além da dimensão da própria cartelas, o preço e a unidade monetária (Figura 3.7).



Figura 3.7: Dois exemplares distintos de cartelas.

Durante o ano de 2015 houve um total de 31 426 encomendas, observando-se um crescimento de 31,41% face ao ano de 2014, acumulando um total de 1 452 519 artigos pedidos. A procura de consumíveis ao longo do ano de 2015 é representada através da Figura 3.8.

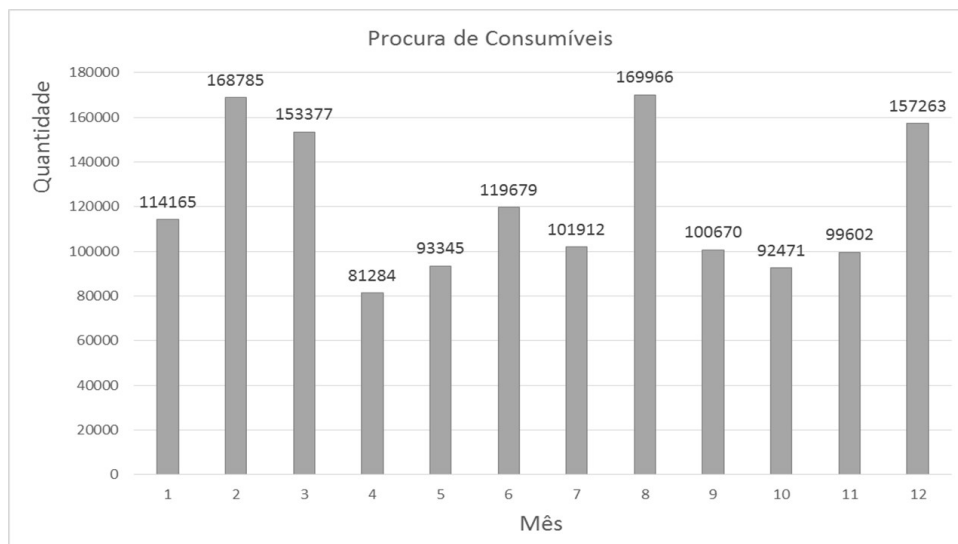


Figura 3.8: Gráfico da procura de consumíveis durante o ano de 2015.

3.2.2 Descrição dos processos

Atualmente a zona dos consumíveis em Rio Tinto ocupa uma área de 750 m² e está disposta de acordo com a Figura 3.9.

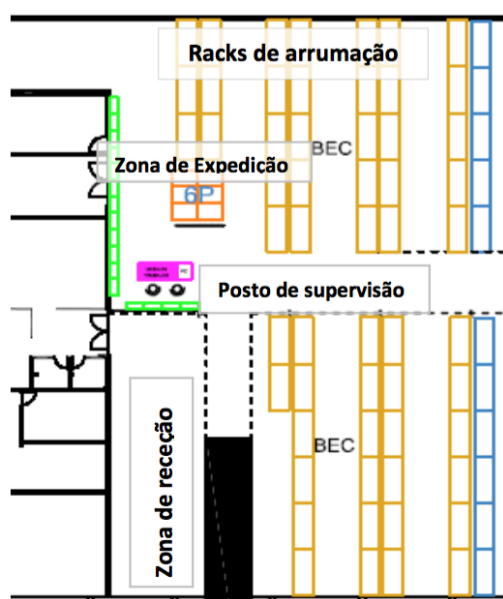


Figura 3.9: Layout da área dos consumíveis no armazém de Rio Tinto.

O fluxo de um consumível desde que chega a Rio Tinto até que é expedido para as lojas passa por diversos processos e pode ser apresentado pela Figura 3.10 sendo, no decorrer deste capítulo, abordados detalhadamente.



Figura 3.10: Macro processos de um consumível no armazém de Rio Tinto.

3.2.2.1 Receção

Ao invés do que existe hoje em Canelas, na receção de consumíveis não é realizado qualquer tipo de controlo de qualidade.

Com uma média de 5 receções diárias, cada uma com uma média de 18 volumes, a carga é descarregada do camião (Figura 3.11) e segue diretamente para arrumação no armazém dos consumíveis. A quantidade recebida tem de ser inserida manualmente no *Enterprise Resource Planning* (ERP), denominado de *Gestão Integrada do Negócio* (GIN)⁶ para entrar em sistema o *stock* do consumível que foi rececionado.

⁶WMS que está em funcionamento no armazém de Rio Tinto



Figura 3.11: Rececionamento de consumíveis.

3.2.2.2 Arrumação

Quando chega a mercadoria à zona dos consumíveis, vinda da receção, esta é arrumada de uma forma completamente *ad-hoc*, sem qualquer suporte de um sistema de informação que permita identificar alguma posição vazia para ser alocado o produto.

Atualmente os colaboradores colocam os consumíveis de maior procura em *racks* mais perto dos postos de trabalho e arrumam em altura o respetivo *stock* para evitar perder tempo no reabastecimento do consumível.

3.2.2.3 Picking

O processo de *picking* surge da necessidade de consumíveis por parte da loja, sendo realizado através do portal loja um pedido de envio de um ou mais consumíveis. Consequentemente a encomenda integra-se na plataforma “carrinho” onde, uma vez exportado, permite aos operadores, através de uma breve descrição e de uma fotografia presentes no PDA, inteirarem-se dos consumíveis necessários para satisfazer, assim como as quantidades associadas a cada um. As encomendas são satisfeitas pela ordem com que entram em sistema, adotando a lógica *First In First On* (FIFO). Para uma melhor compreensão do processo é apresentada a Figura 3.12.



- 1- Abrir encomendas que estão no PDA
- 2- Selecionar encomenda
- 3- *Picking*

- 4- Impressão do rascunho e do rótulo
- 5- *Packing*
- 6- Paletização

Figura 3.12: Processo de *picking* de consumíveis.

Existem casos ímpares, como por exemplo a indisponibilidade do portal loja, que levam a que o pedido de encomenda seja realizado através de *e-mail*, sendo satisfeito segundo o mesmo procedimento, mas sem o auxílio do PDA.

Uma vez concluído o *picking* dos consumíveis associados à encomenda, são impressos manualmente o rascunho ⁷ e o rótulo. O rascunho é colocado dentro da caixa, junto dos artigos e o rótulo, identificador da loja e do respetivo transportador, é colocado na parte de fora da caixa (figura 3.13).



Figura 3.13: Rascunho e rótulo.

3.2.2.4 Expedição

As lojas portuguesas não consignadas são faturadas aquando da impressão do rascunho e do rótulo, ainda na fase do *picking*. As restantes lojas são faturadas no último processo do fluxo de um consumível: na expedição.

Um operador, da área da expedição, está encarregue de transportar as paletes com as encomendas satisfeitas para a sua zona onde, uma a uma, as caixas vão sendo colocadas numa linha que as cinta e existe um leitor que faz a respetiva faturação, ficando desde logo prontas para serem levadas até à loja de destino (Figura 3.14).



Figura 3.14: Zona de expedição.

⁷Papel onde estão discriminados os produtos

3.2.3 Diagnóstico da situação inicial

A análise presente nesta secção irá incidir sobre todos os processos exercidos atualmente e na identificação de aspetos menos positivos, para que possam ser corrigidos e, subsequentemente otimizados.

3.2.3.1 Controlo de stock

O controlo de *stock* é sem dúvida o ponto mais negativo presente na área dos consumíveis, sendo que não existe nenhum tipo de sistema que permita, de alguma maneira, alertar o responsável para a realização de uma encomenda e das respetivas quantidades a encomendar.

Assim sendo, existe um operador responsável por realizar as encomendas que acha necessárias, baseando-se na sua longa experiência como colaborador, tentando sempre evitar *stocks* nulos e prevendo épocas de elevada procura. Esta componente humana introduz uma grande probabilidade de rutura ou excesso de *stock*, levando a que os níveis de serviço sejam fracos.

Segundo dados fornecidos pelo departamento de sistemas de informação da Parfois, no ano de 2015 verificou-se que 24,67% das encomendas não foram satisfeitas na totalidade e 169 897 peças ficaram por satisfazer num total de 1 452 519 pedidas. O índice baixo de satisfação deste indicador pode dever-se a dois motivos:

- Rotura de *stock*: não existir o consumível pedido em armazém para satisfazer a encomenda;
- Interpretação errada das unidades: no portal loja as lojistas não se guiam pelas unidades de encomenda podendo, aquando da entrega dos consumíveis na loja, chegar a mais ou a menos do que o previsto (Figura 3.15). Por exemplo, existem consumíveis onde a unidade de encomenda são por *packs* - onde 1 *pack* corresponde a 100 unidades. As lojistas ao não terem em atenção isso, encomendam 200 unidades em vez de 2 *packs*.



Figura 3.15: Interface do Portal Loja para encomenda de consumíveis.

A solução para este problema passaria por realizar uma formação com as gerentes de loja onde seriam expostas todas as consequências provenientes de uma errada realização de encomenda. Assim, a gerente de loja passaria a ser a única lojista que poderia realizar encomenda de consumíveis ficando desde logo com uma responsabilidade acrescida.

3.2.3.2 Picking

A satisfação das encomendas é um processo vagaroso e que depende do número de consumíveis que são pedidos. É descrito através da Figura 3.16 o processo de satisfação de uma encomenda onde, os tempos apresentados são uma média de uma amostra de 50 encomendas e o número médio de referências por encomenda é de 3,75.

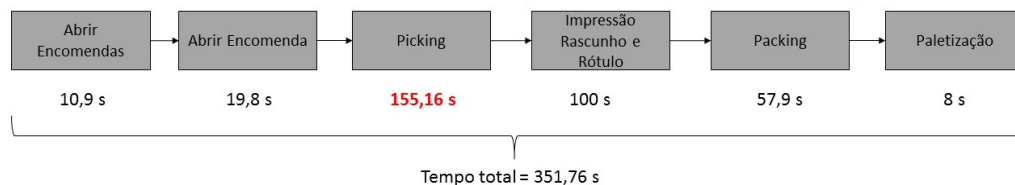


Figura 3.16: Duração das atividades do processo de *picking* referente a uma amostra de 50 encomendas e número médio de 3,75 referências por encomenda.

Pode concluir-se que o tempo médio de satisfação de uma encomenda é de 351,76 segundos, que equivale a 5,86 minutos; que 62,84% do tempo despendido é ocupado por tarefas realizadas por pessoas e que os restantes 37,16% são utilizados pelo sistema que, por ser antigo, demora bastante tempo a responder.

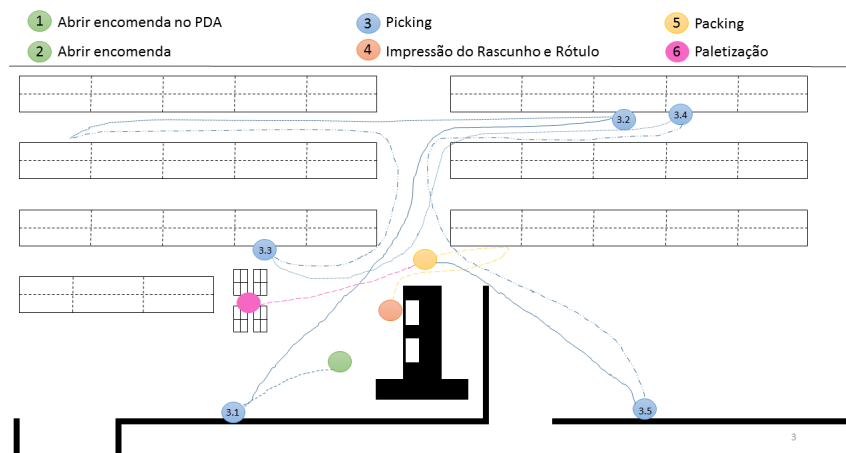


Figura 3.17: Possível rota de *picking* durante a satisfação de uma encomenda.

A rota de um colaborador durante o exercício de *picking* pode ser representada pela Figura 3.17 dependendo, uma vez mais, do número de artigos por encomenda. É possível apurar que não existe nenhum tipo de rota com critério definido para que o tempo de execução seja o mais reduzido possível. De ressaltar também que não existe prioridade de satisfação das encomendas pela ordem de chegada dos vários carregamentos diários para abastecimento das diversas lojas.

Para combater este tempo gasto na movimentação humana, seria imperativo desenvolver uma rota de *picking* otimizada, tendo em consideração a disposição atual do *layout* do armazém dos consumíveis.

3.2.3.3 *Packing*

Na atividade de *packing* é o próprio operador que define qual o tamanho da caixa mais adequado para embalar a encomenda, podendo também ser enviada a caixa proveniente do fornecedor diretamente para a loja – acontece quando a unidade do pedido no Portal Loja é “à caixa”, como por exemplo catálogos, sacos de cartão, entre outro tipo de consumíveis.

Foi realizado um levantamento, durante 5 dias, da frequência com que cada tamanho de caixa (caixa desde o tamanho 1 - menor - até ao tamanho 5 - maior) é utilizado para *packing* (figura 3.18), sendo evidente que as caixas de menor dimensão (caixas de tamanho 1) são as mais procuradas.

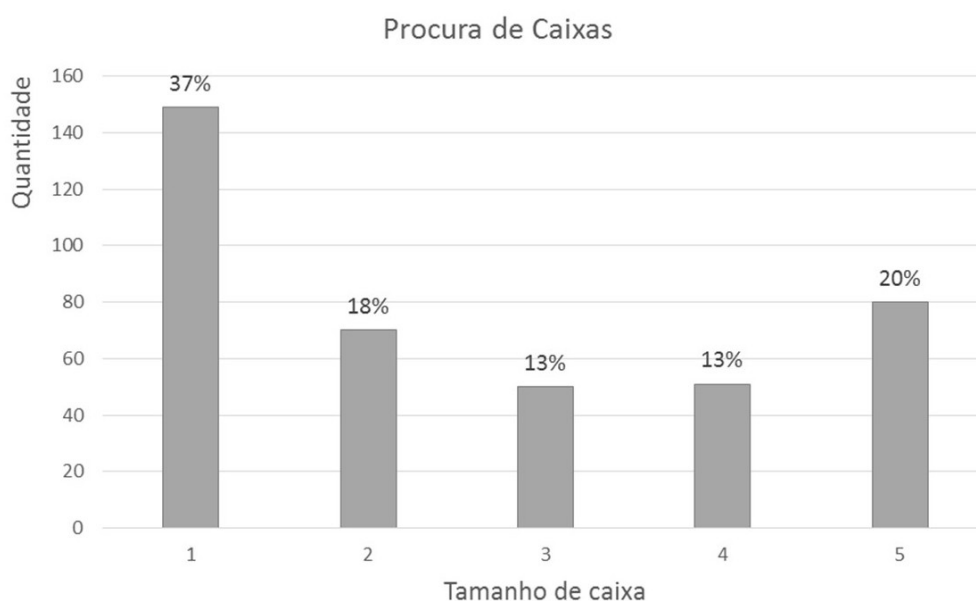



Figura 3.18: Frequência de utilização dos vários tipos de caixas para embalagem das encomendas.

Tal acontece devido ao facto das lojas enviarem pedidos com períodos de tempo pouco espaçados, chegando mesmo a haver lojas que fazem mais do que um pedido por dia - durante o ano de 2015, 16,50% das encomendas foram realizadas nestes contornos. O facto de haver este tipo de comportamentos erráticos leva a que haja um desperdício de tempo bastante significativo (ver Figura 3.19).

	Processo de satisfação de encomendas							
	Abrir encomendas que estão no PDA	Abrir encomenda	Picking	Impressão rascunho e rótulo	Packing	Paletização	Tempo Total	Tempo de picking por referência
Tempo de satisfação de 1 encomenda com 1 referência	10,90	19,80	41,38	100,00	57,90	8,00	237,98	237,98
Tempo de satisfação de 1 encomenda com 4 referências	10,90	19,80	165,52	100,00	57,90	8,00	362,12	90,53
Tempo de satisfação de 2 encomendas com 2 referências	21,80	39,60	82,76	200,00	115,80	16,00	558,72	139,68

Nota: Tempos apresentados em segundos



The diagram shows a red circle containing '+ 65%' with an arrow pointing from the 'Tempo de picking por referência' column of the first row (237,98) to the same column of the third row (139,68).

Figura 3.19: Comparação de tempos de *packing*.

É perceptível que o tempo desperdiçado em satisfazer duas encomendas de duas referências ao invés de uma encomenda de quatro referências é de 3,28 minutos (ver Figura 3.19). Para além de não ser um processo otimizado, os volumes disponíveis nas caixas para colocar os consumíveis não são, de todo, ocupados. Assim, uma possível solução para este problema passaria pelo sistema agrupar todas as encomendas da mesma loja.

Capítulo 4

Solução proposta para o armazém de consumíveis

Neste capítulo é apresentado o trabalho desenvolvido durante o decorrer da dissertação com a finalidade de atingir os objetivos traçados no início do projeto.

Estruturalmente e, como pode ser ilustrado pela Figura 4.1, o presente capítulo enumera os diferentes requisitos e restrições do armazém dos consumíveis, apresenta os diversos processos que foram projetados, o *layout* que foi desenhado para responder às necessidades e, por fim, expõe um sistema de controlo de gestão de stock que pode servir de ponto de partida para um estudo mais aprofundado para posterior integração no sistema.

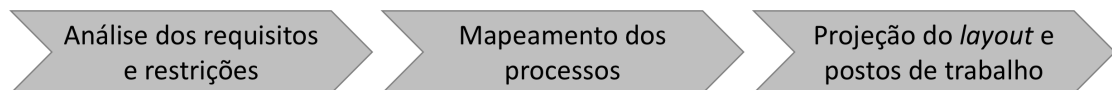


Figura 4.1: Etapas seguidas para desenvolvimento da solução proposta.

4.1 Requisitos e restrições do armazém dos consumíveis

No que diz respeito aos requisitos do armazém dos consumíveis existe a necessidade de garantir capacidade suficiente para abastecer até um máximo de 1 100 lojas, melhorar os níveis de serviço inerentes, assegurar um bom acondicionamento do produto para chegar com qualidade ao destino, criar postos de trabalhos ergonômicos e linearizar os processos quando comparados às outras áreas de operação – criando flexibilidade dos operadores entre as várias áreas do armazém.

Dado o estado avançado da operação presente no novo centro logístico nos dias de hoje, a maior restrição é de ordem espacial, tendo sido este o ponto de partida para a projeção do *layout*. Assim sendo, o espaço alocado para o armazém dos consumíveis está presente na Figura 4.2.



Figura 4.2: Espaço alocado para o armazém dos consumíveis.

A arrumação pesada presente na figura 4.2 pode, no limite e caso se justifique essa necessidade, ser diminuída ou aumentada.

4.2 Caracterização da procura dos consumíveis

Para que exista um desenvolvimento de processos e uma projeção de um *layout* realistas, é imperativo realizar um levantamento de dados que permita retirar conclusões claras para sustentar decisões.

Primeiramente realizou-se uma análise ABC – ver Figura 4.3 - para conhecer e ter a percepção dos números associados à procura dos consumíveis entre os períodos de janeiro de 2015 e dezembro de 2015. Para isso, classificaram-se os consumíveis em 3 grupos:

- Grupo A representativo de 80% do volume de procura;
- Grupo B representativo de 15% do volume de procura;
- Grupo C representativo de 5% do volume de procura.

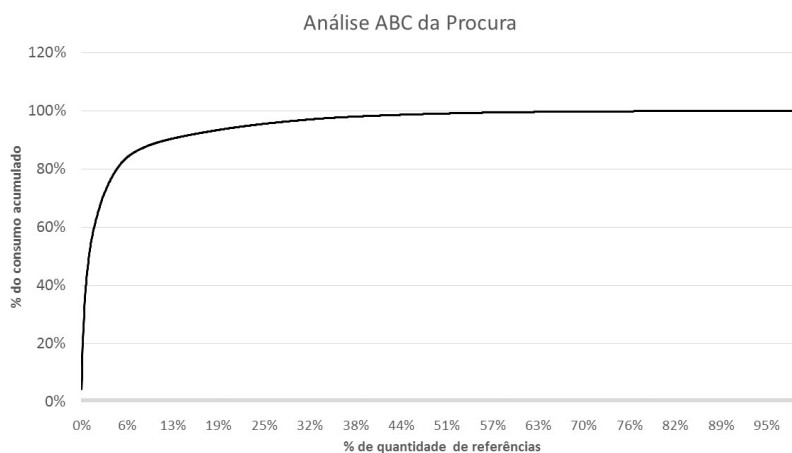


Figura 4.3: Curva ABC da procura referente aos consumíveis.

Como conclusão verifica-se que existem poucos consumíveis com bastante procura e muitos consumíveis com baixa procura. No grupo A, correspondente a 80% da procura dos consumíveis, listam apenas 5,2% do número total de 2 369 referências. O grupo B abrange 15% da procura e agrupa 18,7% das referências totais, enquanto que o grupo C contempla 5% do consumo, mas com um total de 76,2% das referências.

Foram realizadas diversas análises para suportar decisões tomadas e que serão apresentadas ao longo deste capítulo. Como tal, serão expostas, quando pertinentes, para facilitar a interpretação da mesma, permitindo estruturar o pensamento de uma forma mais lógica e coerente.

4.3 Mapeamento dos processos

É agora importante mencionar e descrever os processos associados aos consumíveis. Foi considerado para o desenho dos processos uma uniformização de todas as atividades efetuadas no armazém com o propósito de criar uma maior coerência entre as restantes áreas de trabalho e facilitar a integração do fluxo no WMS.

Como tal, alguns dos processos seguidamente apresentados tiveram uma base de desenvolvimento já existente noutras atividades do armazém, enquanto outros necessitaram de ser implementados de origem.

A Figura 4.4 representa um fluxograma de alto nível que transmite os macro processos que foram desenhados para sustentar a operação dos consumíveis no novo centro logístico de Canelas.

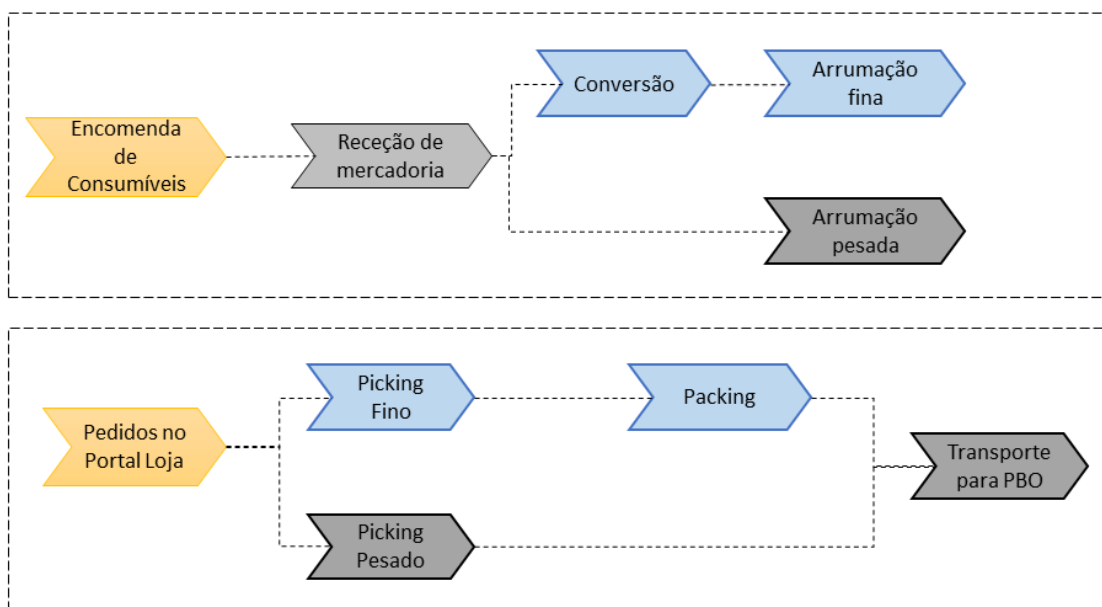


Figura 4.4: Fluxograma dos processos associados aos consumíveis.

O fluxo identificado pode ser dividido em 2 partes, justificado não só pela diferença de cadeia com que são executados, mas também pela ação que faz com que se inicie o processo.

É importante definir que os processos que se encontram na Figura 4.4 a cinzento são processos executados por operadores que não estão alocados à área de consumíveis e que os processos com fundo amarelo são realizados em *backoffice*, dando origem à realização dos processos a montante.

Para maior detalhe dos processos que em seguida serão apresentados, no anexo A estão representados detalhadamente os respetivos fluxogramas.

4.3.1 Receção

Antes de se dar início à receção de mercadoria de consumíveis é necessário realizar uma encomenda ao fornecedor, sendo que pode haver 2 motivos para tal: stock disponível em armazém estar abaixo do ponto de encomenda e introdução de novos consumíveis outrora inexistentes (exemplo: sacos de plástico alusivos ao natal de 2016).

Inicia-se então o fluxo dentro do centro logístico com o abastecimento da mercadoria na área da receção através de um cais manual - dado o baixo volume de receções diárias (média de 5 receções cada uma com 13 volumes) não se justificava recorrer a um cais automatizado.

A paletização das caixas é realizada consoante a arrumação final do produto – arrumação pesada ou arrumação fina – utilizando, para esse efeito, paletes mono-SKU e paletes multi-SKU, respetivamente (ver Figura 4.5).

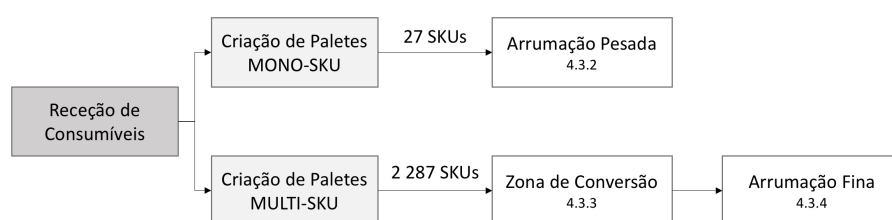


Figura 4.5: Esquema representativo dos tipos de arrumações existentes.

Para o operador saber em que tipo de palete tem de colocar a caixa, houve a necessidade de contactar os fornecedores para colocarem uma etiqueta com a referência interna do produto, a descrição, o *casepack* e uma identificação capaz de diferenciar, internamente, a arrumação final do consumível.

4.3.2 Arrumação Pesada

Para a arrumação pesada estão destinados todos os artigos que vão na caixa do fornecedor para a loja – por exemplo sacos de cartão utilizados para o cliente levar o produto - e todos os artigos com dimensões anormais que não justificavam alocação na *passerelle* – por exemplo baldes do lixo.

A par do que acontece com todos os artigos presentes no armazém que sofrem arrumação pesada, para os produtos de consumíveis são também reservadas duas posições no nível 0. Quando

a capacidade exceder essas localizações inicia-se a arrumação em altura do mesmo tipo de consumidor.

4.3.3 Conversão

O processo de conversão é realizado com auxílio de um PDA onde, ao ser realizada a leitura da referência do produto que está na caixa do fornecedor, é apresentado, com base na zona de arrumação, o tipo de *container* para onde será convertido o produto. No subcapítulo seguinte serão apresentados, com maior detalhe, os tipos de arrumação existentes na *passerelle*, assim como os *containers* a elas associados.

Sempre que é realizada a conversão para um *container*, é necessário introduzir no PDA a quantidade que foi convertida, podendo esta ser a totalidade, ou não, do *casepack* da caixa do fornecedor, originando assim mais do que um *container* para a mesma referência.

Foi considerado como hipótese o uso de uma balança para facilitar o processo de conversão no caso de uma caixa conter grandes quantidades (mais de 1 000 unidades), exigindo a conversão para mais do que um *container* e dificuldade na contagem de tantos artigos. Foi concluído que no caso destes produtos, o fornecedor enviaria *casepacks* normalizados com o objetivo de converter a totalidade da caixa para um único *container*.

4.3.4 Arrumação fina

Uma vez terminado o processo de conversão, é necessário proceder-se à arrumação dos *containers* nas respectivas posições dentro da *passerelle* de consumíveis. Para isso, através de um PDA, é necessário ler o código de barras do *container*, sendo posteriormente apresentada uma de quatro tipos de arrumações possíveis, como é ilustrado na Figura 4.6.

No anexo B é possível visualizar o espaço atribuído aos vários tipos de arrumação em todo o armazém dos consumíveis.

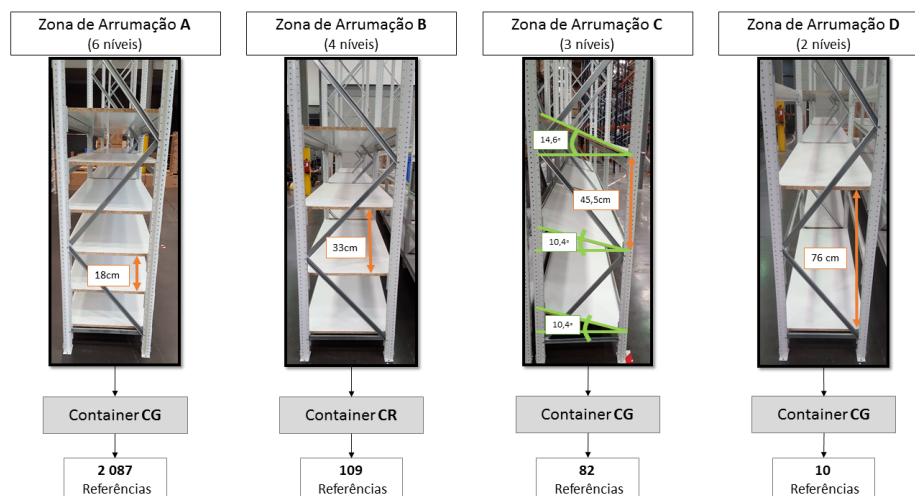


Figura 4.6: Ilustração dos vários tipos de arrumação existentes.

A cada zona de arrumação está alocado um tipo de *container* que é justificado pela dimensão e/ou quantidade de consumível que cabe no mesmo. Para uma melhor compreensão é apresentada a Figura 4.7.

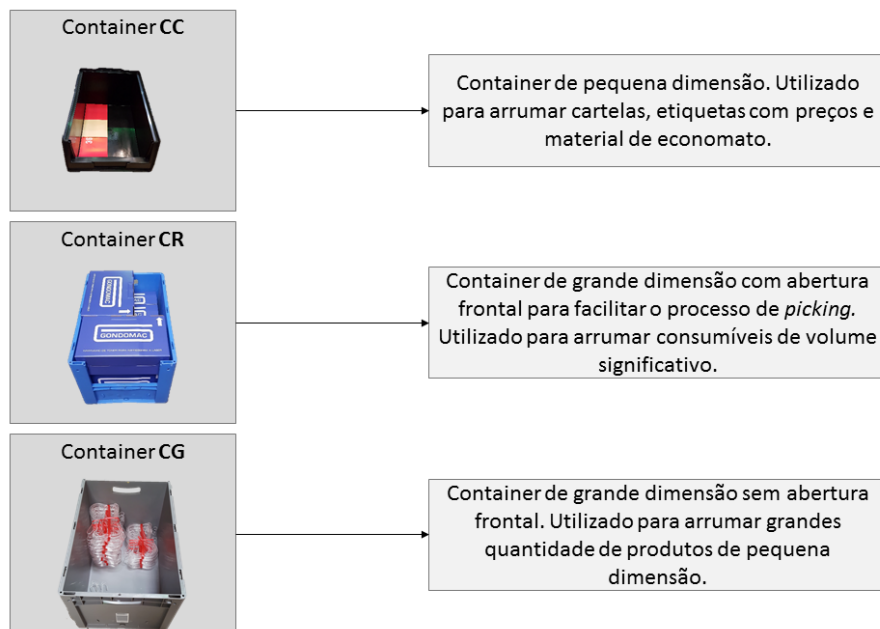


Figura 4.7: Tipos de *containers* para arrumação existentes.

Tendo por base uma análise ABC relativamente à frequência com que um consumível é pedido, representada pela Tabela 4.1, foi desenvolvido um algoritmo de arrumação fina com capacidade de alocar, dentro de cada zona de arrumação, os consumíveis de maior frequência mais próximos da área de iniciação do *picking*, evitando, assim, que o operador tenha de se movimentar desnecessariamente.

		Nº de referências por zona de arrumação			
		Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Tipo de Frequência	A	259	48	33	4
	B	478	34	30	4
	C	1 350	27	19	2
	Total	2 087	109	82	10

Tabela 4.1: Número de referências por zona de arrumação.

Dado que todas as zonas têm mais do que um nível de arrumação em altura, houve a necessidade de definir prioridades para minimizar o esforço do operador, como tal a Figura 4.8 apresenta

a sequência de arrumação definida por corredor dentro da área correspondente à análise ABC previamente abordada.

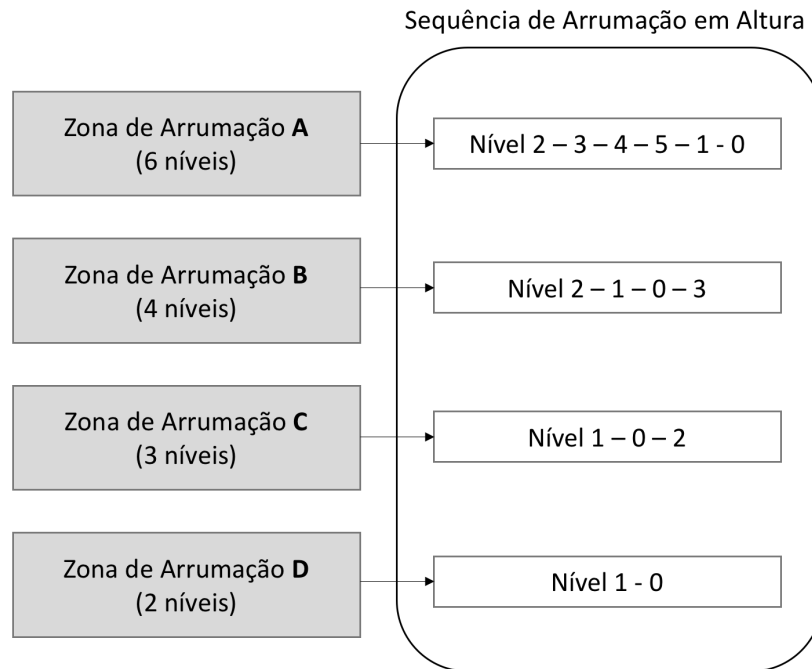


Figura 4.8: Sequência de arrumação em altura por corredor.

4.3.5 Picking

O processo de *picking* provém da necessidade de consumíveis por parte das lojistas e é efetivado através da plataforma *online* portal loja. As encomendas ao serem realizadas agrupam-se numa base de dados e através de um *software* – Carrinho *Picking* – são exportadas para o PDA dos operadores para que possam ser satisfeitas (ver Figura 4.9).

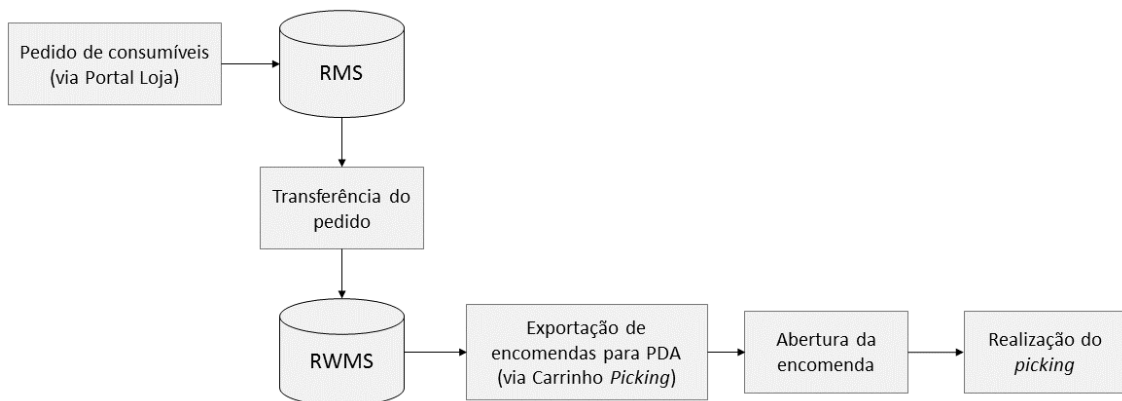


Figura 4.9: Fluxo de um pedido através do Portal Loja.

Os produtos que são pedidos em encomendas e que se encontram na arrumação pesada, são satisfeitos por colaboradores dessa área de operação – *picking* pesado. No que diz respeito aos produtos que se encontram na *passerelle* de consumíveis, o PDA fornece, sucessivamente, a(s) localização/localizações e as quantidades a retirar do(s) *container(s)* para satisfazer a encomenda.

Durante este processo, o operador necessita de conduzir um carrinho de *picking* capaz de transportar 3 *containers* que são utilizados para colocar até um máximo de 3 encomendas, associando a cada encomenda, no mínimo, um *container* (ver Figura 4.10). Uma vez que os pedidos são satisfeitos por loja, foi estudada a possibilidade de colocar os consumíveis diretamente na caixa final de transporte para o destino, mas o facto de não se saber, *à priori*, o espaço total ocupado pela encomenda, fez com que essa solução fosse descartada.

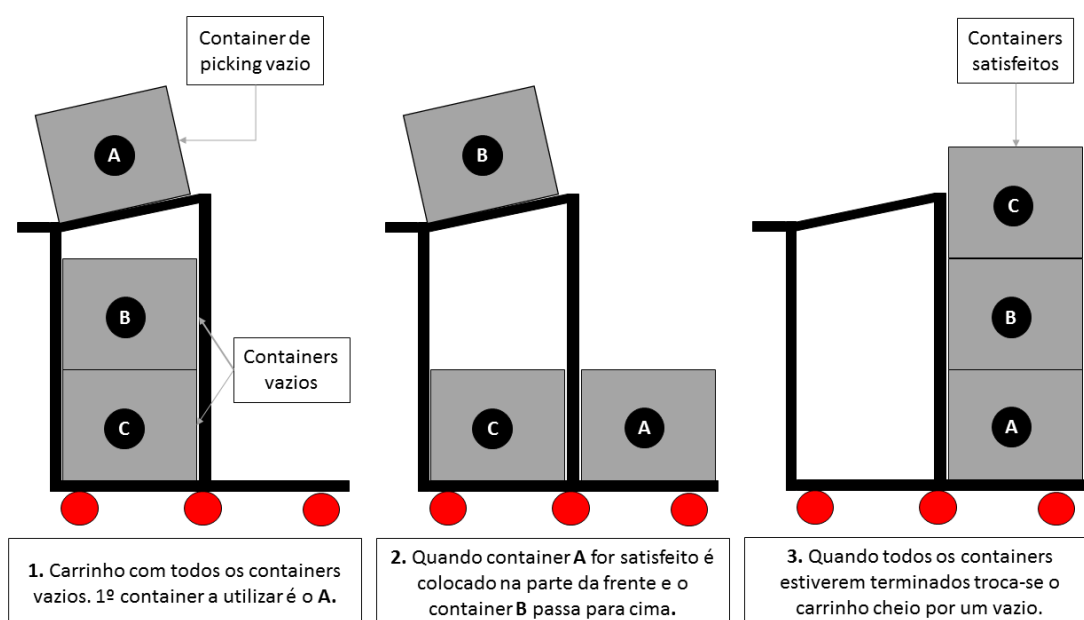


Figura 4.10: Procedimentos de utilização do carrinho de *picking*.

O sistema atualiza automaticamente os valores de inventário que servem de *input* para controlar e gerir os *stocks* dos consumíveis e tem definida uma rota de *picking* que permite otimizar o percurso do operador.

Existe a possibilidade de, durante o processo de *picking*, o *container* de arrumação não conter as quantidades necessárias, em sistema, para satisfazer o pedido na totalidade, indicando no ecrã do PDA outra localização do mesmo consumível para completar a encomenda. Os *containers* que estão sem *stock* em sistema, criam automaticamente tarefas de tratamento de sobras, podendo acontecer, como é representado na Figura 4.11, uma de duas realidades: *container* ter *stock* fisicamente ou o *container* não ter, efetivamente, *stock*. Respetivamente o operador terá de inserir o *stock* em sistema ou então transportar o *container* para ser arrumado.

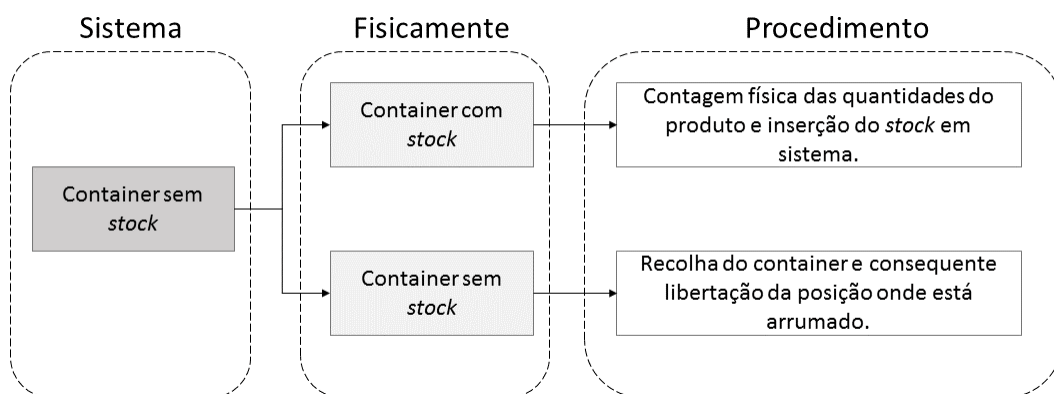


Figura 4.11: Procedimentos para o tratamento de sobras.

Este tipo de tarefas possibilita corrigir erros provenientes do processo de conversão, permitindo acertar quantidades de *stock* outrora desconhecidas.

4.3.6 Packing

Dado que o *picking* é realizado para um *container*, existe a necessidade de transferir todos os consumíveis relativos à encomenda para uma caixa que será enviada para a loja.

Com o objetivo de avaliar quais os tamanhos de caixas a adotar para embalar os consumíveis, teve-se em consideração a Figura 3.18 apresentada no capítulo 3. Foram considerados 2 fatores determinantes na escolha do tamanho de caixas a utilizar:

- Caixas com dimensões capazes de serem transportadas na linha PBO (dimensão mínima: 30x30x20cm; dimensão máxima: 60x60x40cm) para evitar triar as caixas na zona de *packing* dos consumíveis e, conseqüentemente, transportar manualmente as caixas até à zona de expedição;
- Utilização de tamanhos de caixas já existentes no armazém - caixas tamanho 2 (35x30x20cm), caixa tamanho 3 (60x40x25cm) e caixa tamanho 4 (60x40x30cm).

Indo de encontro às condicionantes mencionadas e, tendo em consideração que as caixas de tamanho 5 (correspondentes a 20% da procura) são utilizadas para embalar encomendas onde estão englobados artigos que no novo centro logístico estarão na arrumação pesada, foi descartada desde logo essa hipótese.

No que diz respeito à caixa de tamanho 1, pelo facto de não possuir dimensões mínimas para ser transportada no tapete PBO e, por conseguinte, haver a necessidade de movimentar manualmente as caixas pelo armazém, foi também uma opção não válida.

Posto isto, concluiu-se que os tamanhos que melhor se adequavam ao acondicionamento dos consumíveis eram as caixas de tamanho 2 (35x30x20cm) e tamanho 4 (60x40x40cm), caixas essas que são as mais utilizadas no novo centro logístico.

Escolhida a caixa para a qual se vai colocar a encomenda é necessário acondicionar os consumíveis mais frágeis, recorrendo a materiais que permitam o transporte em segurança do mesmo, garantindo, assim, qualidade aquando da chegada do produto à loja. O processo de *packing* termina quando é associada a caixa, onde vai a encomenda para a loja, à palete que a irá transportar.

4.3.7 Transporte para linha PBO

O transporte das paletes com caixas de consumíveis para a expedição é realizado em duas áreas distintas:

- Operadores da área da receção transportam as paletes da zona de *packing* para uma ponte que as leva diretamente para o armazém E2;
- Operadores da área do PBO transportam as paletes vindas da ponte para perto da linha PBO e colocam as caixas no tapete.

A partir deste local as caixas com consumíveis seguem o fluxo de qualquer outra caixa presente no armazém e que é colocada na linha PBO, isto é, são transportadas com recurso a tapetes de automação até à zona de expedição.

4.4 Layout e postos de trabalho

Tendo em consideração os requisitos apresentados no subcapítulo 4.1 e os processos previamente descritos, houve também a necessidade de optar por um *layout* e postos de trabalho que permitissem otimizar o espaço alocado ao armazém dos consumíveis e às áreas em redor do mesmo, foi necessário ter em atenção os *racks* destinados à arrumação pesada e garantir área suficiente para, futuramente, implementar um armazém destinado às devoluções, como ilustra a Figura 4.2 no início do presente capítulo.

O desenvolvimento do *layout* e dos postos de trabalho decorreram de forma iterativa, dadas as diversas alterações que foram sendo feitas aos processos internos. Posto isto, serão aqui expostas apenas as duas soluções finais que foram consideradas para possível implementação.

4.4.1 Layout

O ponto de partida considerado para o desenho do *layout* foi o material que já havia sido comprado para implementação de uma *passerelle*, tendo sido aproveitado e adaptado às necessidades que foram levantadas no decorrer do presente capítulo.

Um outro ponto chave que permitiu prosseguir com o desenho do *layout* foi a definição do cais onde se iriam rececionar os consumíveis, acabando por se justificar, devido à segurança e à facilidade de receção, a utilização do cais 24 representado na Figura 4.2.

4.4.1.1 Hipóteses de layout

Como *layouts* finais foram considerados os apresentados na Figura 4.12, onde a grande diferença está presente na orientação dos *racks* de arrumação, dando origem a consequências nos procedimentos internos, na alocação dos postos de trabalho e na integração da *passerelle* no armazém.

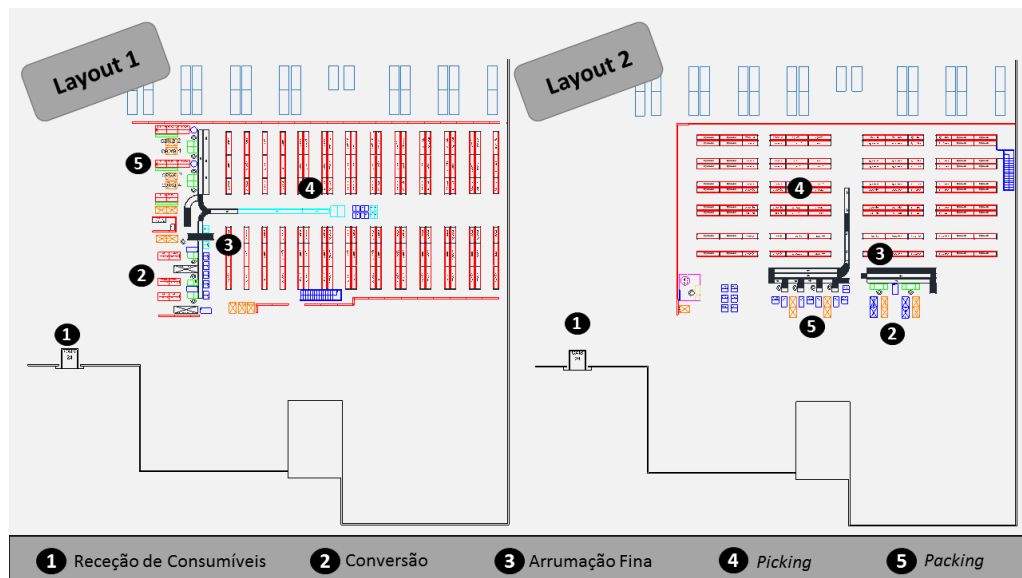


Figura 4.12: Layouts finais considerados para implementação.

Os *layouts* apresentados têm já incluída uma solução com automação estruturalmente pensada para abranger a área onde os operadores recorrem mais frequentemente. Irá ter a capacidade de transportar os *containers*, tanto do posto de conversão para o rés do chão como para o primeiro piso e servirá também para colocar os *container* com encomendas realizadas, conduzindo-os até aos postos de *packing*. O trabalho do operador ficará facilitado, levando a que haja um menor desperdício de tempo na movimentação do mesmo, podendo este focar-se nas tarefas que acrescentam valor à operação, aumentando a produtividade e tornando os processos mais eficientes. A arrumação presente no 1º andar da *passerelle* será a mesma que existe no rés do chão, fazendo com que o *picking* seja realizado num só piso para evitar que o operador tenha de se deslocar entre andares para satisfazer um pedido.

Numa primeira fase e, enquanto as necessidades não o justificarem, não será utilizado qualquer tipo de automação, recorrendo-se a carrinhos para transportar os *containers* tanto do posto de conversão para a arrumação como da zona de *picking* para a zona de *packing*.

4.4.1.2 Escolha do layout a adotar

Antes de se mencionarem os critérios que foram utilizados para a escolha do *layout* a implementar, importa mencionar que a capacidade de arrumação associada aos 2 tipos de *layouts* é a

mesma, sendo suficiente para responder às necessidades de hoje e capaz de responder ao crescimento anual de 30% durante os próximos 4 anos, considerando que no ano de 2018 irá ser necessário expandir a *passerelle* em altura (ver Figura 4.2).

		Necessidades previstas (nº de containers)					Capacidade da solução proposta (nº de containers)	
		Ano					Piso	
		2016	2017	2018	2019	2020	Piso 0	Piso 0 + 1
Zona de Arrumação	A	2087	2713	3526	4583	5957	3072	6144
	B	436	572	743	965	1254	1024	2176
	C	328	421	547	711	924	672	1440
	D	40	52	67	87	113	128	128

Nota: Assumindo que em média uma referência está presente em 4 containers

Tabela 4.2: Número de posições disponíveis e necessárias.

Para a escolha de uma das duas alternativas de *layout*, recorreu-se a um método de apoio à decisão desenvolvido por Thomas Saaty, conhecido como *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, que ajuda a identificar e a pesar múltiplos critérios relacionados com alternativas existentes. No caso deste projeto os critérios considerados foram:

- (A) – Custo de automação associado;
- (B) – Integração da *passerelle* dos consumíveis no armazém;
- (C) – Capacidade de arrumação;
- (D) – Distância entre o cais de receção e a zona de conversão;
- (E) – Movimentação do operador durante o processo de *picking*;
- (F) – Distância entre a zona de *packing* e a linha do PBO.

A escala considerada para comparar as alternativas e os critérios é a apresentada na Tabela 4.3.

Escala verbal	Valores numéricos
Igualmente importante	1
Importância moderada	3
Mais importante	5
Muito mais importante	7
Importância extrema	9
Valores intermédios	2, 4, 6 e 8

Tabela 4.3: Tabelas com a escala verbal atribuída ao valores numéricos.

Seguidamente foi construída a matriz de comparação de critérios - representada na Tabela 4.4 – que permite concluir, a título de exemplo, que a capacidade de arrumação (C) é muito mais importante a ter em consideração face à distância entre o cais de receção e a zona de conversão (D).

Critérios	A	B	C	D	E	F
A	1	6	2	8	7	8
B	1/6	1	1/3	4	2	4
C	1/2	3	1	7	6	7
D	1/8	1/4	1/7	1	1/3	1
E	1/7	1/2	1/6	3	1	5
F	1/8	1/4	1/7	1	1/5	1

Tabela 4.4: Tabela representativa da comparação de critérios.

Foram efetuados cálculos relativos ao grau de consistência para apurar se o mesmo era satisfatório: uma vez que a relação entre o índice de consistência (IC) e o índice aleatório (IA) – tabelado em função do número de critérios – foi de 5,5% e, portanto, abaixo de 10%, concluiu-se que existe credibilidade nos valores considerados.

De seguida foram realizadas matrizes de comparação para cada critério, tendo em consideração as várias alternativas, estando estas presentes no anexo C. Os valores foram atribuídos devido à influência dos vários critérios na operação do armazém, sendo o maior objetivo a otimização de todos os processos.

O cálculos associados a este método de apoio à decisão permitem concluir que a alternativa que apresenta mais vantagens face aos critérios considerados, é sem dúvida o *layout* 1 que apresenta uma prioridade global de 72% .

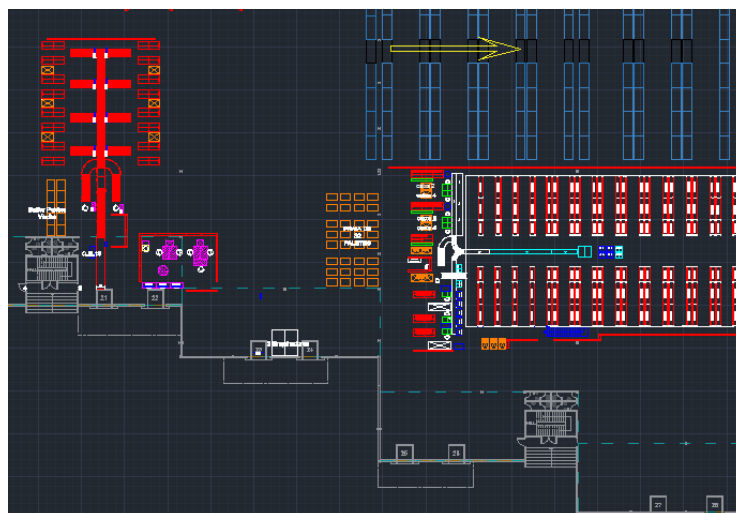


Figura 4.13: Versão final do layout 1 integrado no armazém.

Com esta solução, houve ainda espaço para alocar mais 450 paletes de produto na arrumação pesada, conseguindo otimizar o espaço destinado aos consumíveis a outras áreas do armazém (ver Figura 4.13).

4.4.2 Postos de trabalho

Os postos de trabalho projetados, para serem inseridos no armazém dos consumíveis, tiveram em atenção as restantes áreas do armazém com o objetivo de facilitar as tarefas realizadas por qualquer operador a nível de movimentação, postura, facilidade de comunicação e contacto com o supervisor. Na Figura 4.14 é possível visualizar, com maior detalhe, a área dos postos de trabalho presentes no *layout* final.

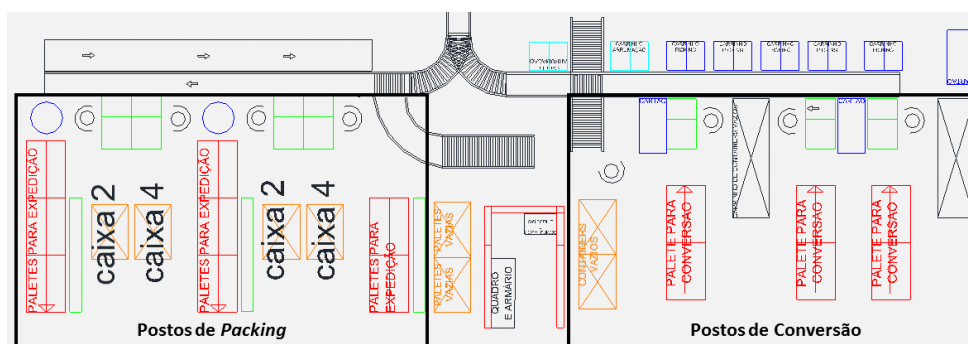


Figura 4.14: Representação em 2D dos postos de trabalho.

Nos dias de hoje, no armazém de consumíveis em Rio Tinto, estão alocados 5 operadores, sendo que todos eles realizam os processos dos consumíveis do início ao fim, ao contrário do que acontecerá no novo centro logístico, onde está planeado alocar, numa fase inicial, e tendo em consideração o tempo que demora cada processo e o tempo de trabalho diário de um operador: 1 pessoa para o processo de conversão e arrumação – que uma vez terminado ajuda ou no *picking* ou no *packing* - 3 pessoas para o processo de *picking* e 1 pessoa para o processo de *packing*.

4.4.2.1 Posto de Conversão

Dado que em média são necessárias converter 5 vezes por dia um total de 65 volumes, o posto de conversão irá ser composto por uma bancada que auxilie a passagem do produto da caixa do fornecedor para um *container* de arrumação. Assim, será necessária esta zona conter 1 mesa de apoio à conversão, esteiras com capacidade para 2 paletes provenientes da receção, 1 carrinho com capacidade para 65 *containers* vazios dos vários tipos de arrumação – necessário reabastecer 1 vez por dia - e 1 banheira de cartão onde é colocado o cartão da caixa do fornecedor (ver Figura 4.15).



Figura 4.15: Zona de conversão.

Para finalizar o processo de conversão, os *containers* para arrumação serão colocados em carrinhos que conseguem transportar até um máximo de 8 unidades (ver Figura 4.16).



Figura 4.16: Carrinho de arrumação.

4.4.2.2 Posto de *Packing*

O acondicionamento dos produtos é um fator determinante para garantir qualidade no transporte e na receção dos consumíveis, como tal, o posto de *packing* (ver figura 4.17) será dotado

de material que permita embrulhar os produtos mais frágeis. Estarão também ao dispor do operador duas paletes de caixas de tamanhos diferentes e esteiras com paletes para colocar as caixas prontas para ir para a linha PBO. Na bancada de trabalho estão suportes para colocar 1 rolo com as etiquetas que são necessárias colocar nas caixas e um suporte para o PDA e para fita cola.

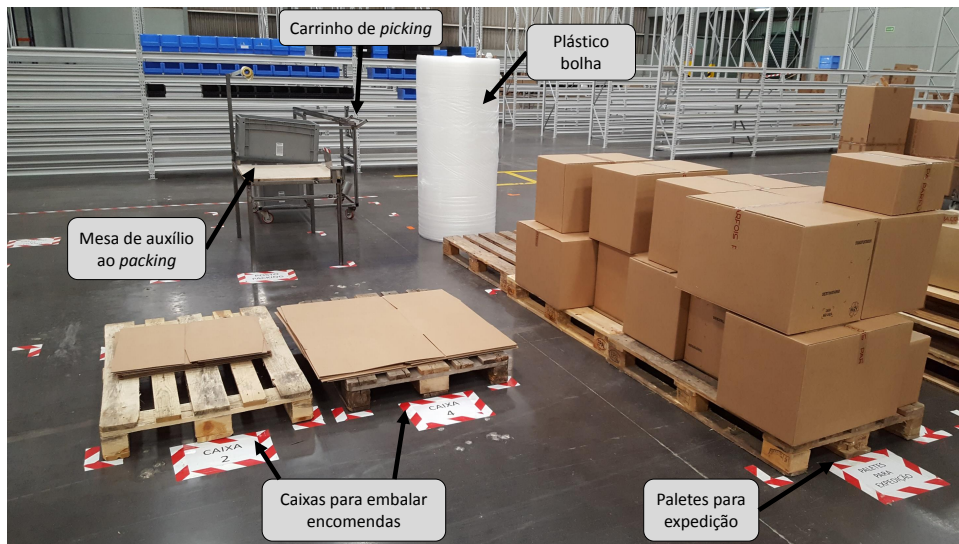


Figura 4.17: Zona de *packing*.

De salientar que, durante a fase inicial em que não existirá automação, o operador responsável pelo *packing*, recolhe os *containers* com produto diretamente do carrinho de *picking* e, quando terminar, volta a colocar o *container* na zona do carrinho alocada a *containers* vazios, como ilustra a figura 4.10.

4.5 Modelo de gestão de *stocks*

Como foi abordado no capítulo 3, o armazém de consumíveis, presente em Rio Tinto, apresenta números bastante negativos no que concerne ao nível de serviço prestado às lojas, onde a falta de controlo de *stock* é a principal causa desse indicador. Posto isto, é de extrema importância desenhar, desenvolver e implementar um modelo de gestão de *stocks* ágil, flexível e capaz de responder facilmente a variações do lado da procura.

No âmbito desta dissertação procurou-se sistematizar o processo no sentido de criar as bases para um sistema deste tipo. Ainda assim, foi estudado um possível modelo alinhado com as características intrínsecas a este tipo de produtos que será descrito nesta secção para posterior integração em sistema.

4.5.1 Previsão da procura

Segundo [23], as previsões são utilizadas para fornecer uma base de trabalho para o planeamento da produção e dos níveis de *stock* e são baseadas em tendências e em parâmetros inferidos

de dados históricos.

Um método de previsão de procura que se adequa a este tipo de produto é o amortecimento exponencial simples pelo facto de ser composto por uma parcela que é variável em função do desajuste da previsão à procura real (ver equação 4.1). Com isto, é possível responder facilmente a períodos dotados de alguma variação no consumo, fazendo com que os níveis de serviço não sejam negativamente afetados.

$$Y_{n+1} = Y_n + \alpha(P_n - Y_n) \quad (4.1)$$

Onde:

Y_n = Previsão da procura para o período n

P_n = Procura real para o período n

α = fator de amortecimento ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Este método atribui, através da constante de amortecimento α , importância relativamente a observações mais recentes – quanto maior α mais peso se atribui às observações mais recentes.

Na Figura 4.18 está representada uma análise ao mês de Janeiro de 2015, ilustrativo da procura desse mesmo ano, uma vez que é composto não só por um pico de procura mas também por momentos de pouca variância.

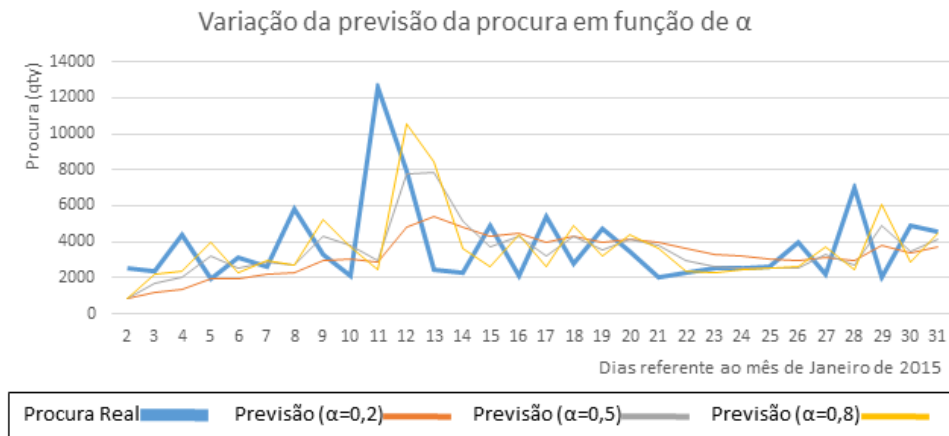


Figura 4.18: Previsão da procura segundo o método de amortecimento exponencial simple fazendo variar o fator de amortecimento.

Como se pode verificar, existe, para qualquer α , um atraso sistemático na previsão da procura em relação ao seu valor real, sendo que o fator de amortecimento de 0,2 é o que tem menor desvio quadrático médio (DQM) – ver Equação 4.2 e Tabela 4.5.

$$DQM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (P_n - Y_n)^2 \quad (4.2)$$

α	DQM
0,2	6165090,801
0,5	6653794,23
0,8	8130721,522

Tabela 4.5: Tabela representativa do DQM em função do fator de amortecimento.

Este tipo de sistema de previsão da procura pretende responder o mais rápido possível às variações sentidas e consegue adaptar-se às tendências da procura. Tem a capacidade de se basear, maioritariamente, em valores mais antigos ou mais recentes da realidade, consoante o valor atribuído ao seu fator de amortecimento.

4.5.2 Modelo de gestão de *stocks*

Já definido o método de previsão para a procura é agora necessário elaborar um modelo de gestão de *stock* onde, dada a existência de consumíveis de elevado consumo e um grande número de produtos provenientes do mesmo fornecedor (em média 52 SKUs por fornecedor), existe a possibilidade de redução de custos no transporte e processamento de encomendas, sendo justificável o recurso ao modelo (R,s,S) - já abordado na revisão de literatura.

Este modelo necessita que o *stock* seja verificado em intervalos fixos definidos por R. Como mostra a Figura 2.7, presente no capítulo 2, se a quantidade disponível for inferior ou igual ao valor de s terá de ser encomendada quantidade suficiente para repor o *stock* até atingir o nível de enchimento S. A Expressão 2.11, presente no capítulo 2, permite calcular o ponto de encomenda s e garante a procura durante o prazo de entrega L, sendo ainda portador de um *stock* de segurança SS que se destina a proteger o sistema contra possíveis ruturas.

O nível de enchimento S definido é composto pelo dobro da procura média durante o período de revisão R e o prazo de entrega L e pelo *stock* de segurança capaz de proteger o sistema durante R+L unidades de tempo (ver Equação 4.3).

$$S = 2\bar{d}(L + R) + SS = 2\bar{d}(L + R) + z\sigma_L \quad (4.3)$$

4.5.3 Simulador

Para testar os resultados obtidos procedentes do método de previsão e do modelo de gestão de *stocks* foi realizado um simulador, em *excel*, representado na Figura 4.19.

	Mês A																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Produto A																														
Previsão da Procura	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	6	6	5	5	5	5	5	3	3	3	4	4	4
Stock Disponível	40	38	36	34	32	30	28	26	23	20	17	14	11	8	52	49	45	39	33	28	23	18	13	8	5	2	57	53	49	45
Stock Teórico	40	38	36	34	32	30	28	26	23	20	17	14	36	33	77	74	70	64	58	53	48	43	38	33	88	85	140	136	132	128
Quantidade a encomendar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-
Receções Efetivadas													47												58					
Lançamento da Encomenda												25												58						

Figura 4.19: Simulador do modelo de gestão de stocks.

A Figura 4.19, meramente ilustrativa, pretende demonstrar os valores que são necessários ter em consideração para a realização de um bom controlo onde, recorrendo ao uso de cores, é possível depreender a necessidade de realização de algum tipo de ação. O significado atribuído a cada cor é apresentado na Figura 4.20.

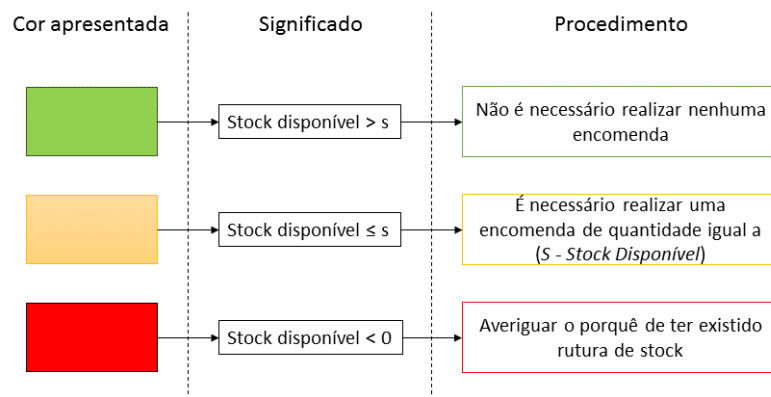


Figura 4.20: Legenda das várias cores associadas ao simulador.

A parametrização dos valores relativos ao período de revisão, ao prazo de entrega do fornecedor e ao nível de serviço a considerar é realizado em *backoffice*, tendo impacto direto nos valores apresentados no simulador (ver anexo D).

Capítulo 5

Conclusão e perspectivas de trabalho futuro

Com o crescimento acentuado de que a Parfois tem vindo a ser alvo, foi imposta a necessidade de expandir a capacidade de armazenamento e de manuseamento do produto. A solução passou pela transferência da operação logística para um novo armazém capaz de abastecer até um máximo de 1 100 lojas.

Com isto, o armazém dos consumíveis ficou para segundo plano, sendo que o grande objetivo desta dissertação está na integração desse armazém, ainda hoje a operar nas antigas instalações, no novo centro logístico.

Numa fase inicial do projeto foi realizado um levantamento de dados considerável, assim como uma análise rigorosa para se conhecerem os números associados a este armazém. Foi então necessário começar a projetar e a dimensionar não só o *layout* do armazém, mas também os processos que permitiriam assegurar eficácia na operação.

O *layout* desenhado para o armazém dos consumíveis é composto por linhas de automação e permite alocar um total de 9 888 posições de arrumação fina numa área de 792,13 m^2 - mais 45% de espaço quando comparado com o armazém presente em Rio Tinto. Com este tipo de equipamento e capacidade de armazenamento, está assegurado o bom funcionamento desta área durante os próximos 4 anos, proporcionando uma melhor organização e acessibilidade ao produto.

Uma das mudanças mais significativas e que irá melhorar drasticamente a eficiência da operação, refere-se à integração das atividades no WMS. Os novos processos foram desenhados de forma a minimizar a possibilidade do operador tomar decisões - minimizando a probabilidade de existirem erros - e onde cada operador é apenas responsável por uma atividade da operação, ao invés do que acontece no armazém de Rio Tinto, onde um operador realiza o fluxo todo de um consumível.

Relativamente aos postos de trabalho, os operadores beneficiarão de condições projetadas com base em princípios ergonómicos e terão ao seu dispor todos os equipamentos necessários para uma correta execução dos procedimentos. Espera-se que o índice de produtividade aumente radicalmente, uma vez que, no armazém de consumíveis em Rio Tinto, não existem postos alocados às

atividades praticadas.

Como perspectivas futuras e, para se tornar num armazém completamente autónomo, é necessário integrar no sistema de informação um modelo de gestão de *stocks* que permita garantir bons níveis de serviço. A nível operacional é ainda essencial trabalhar ao nível da gestão visual: identificar os corredores, as localizações e implementar ferramentas *lean* nos postos de trabalho que permitam auxiliar os operadores durante a execução das atividades – utilizar *One Point Lesson* (OPL).

Referências

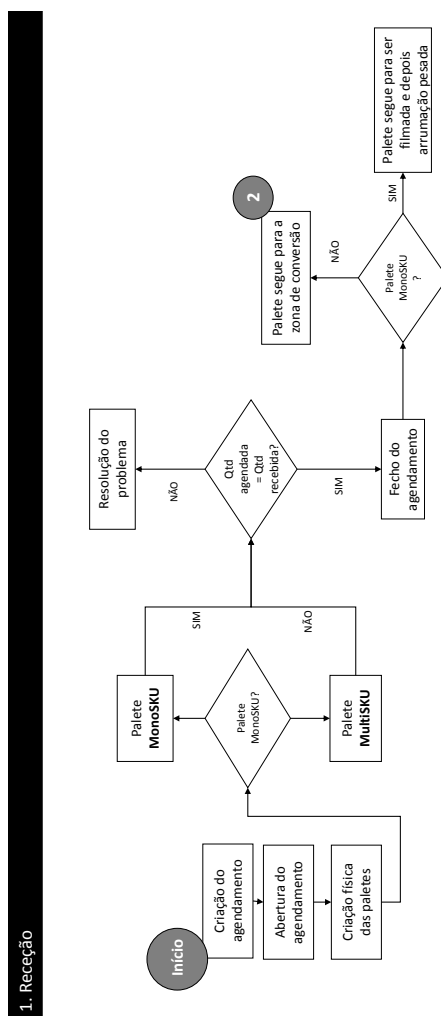
- [1] John J Bartholdi III e Steven T Hackman. Warehouse & distribution science: release 0.92. Atlanta, GA, The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, 2011.
- [2] Tommy Blomqvist et al. A warehouse design framework for order processing and materials handling improvement-case etra oy. 2010.
- [3] Bart Rouwenhorst, B Reuter, V Stockrahm, GJ Van Houtum, RJ Mantel, e WHM Zijm. Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3):515–533, 2000.
- [4] Edward Frazelle e Ed Frazelle. *World-class warehousing and material handling*, volume 1. McGraw-Hill New York, 2002.
- [5] René De Koster, Tho Le-Duc, e Kees Jan Roodbergen. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2):481–501, 2007.
- [6] Jinxiang Gu, Marc Goetschalckx, e Leon F McGinnis. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3):539–549, 2010.
- [7] Jeroen P van den Berg e WHM Zijm. Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1):519–528, 1999.
- [8] Nynke Faber, René (Marinus) BM de Koster, e Steef L van de VELDE. Linking warehouse complexity to warehouse planning and control structure: an exploratory study of the use of warehouse management information systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(5):381–395, 2002.
- [9] Felix TS Chan. Performance measurement in a supply chain. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 21(7):534–548, 2003.
- [10] Alcibíades P Guedes, Amílcar JM Arantes, Ana L Martins, Ana PB Póvoa, Cristina A Luís, Eurico Brilhante Dias, João CQ Dias, João CR Menezes, José C Carvalho, Luís MDF Ferreira, Maria S Carvalho, Rui C Oliveira, Susana G Azevedo, e Tânia Ramos. Logística e gestão da cadeia de abastecimento. página 722, 2012.
- [11] Manuel Vilhena Veludo. Aprovisionamento e gestão de stocks. *IEFP. Lisboa*, 2004.
- [12] Alan Rushton, Phil Croucher, e Peter Baker. *The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain*. Kogan Page Publishers, 2014.

- [13] Stefan Minner. *Strategic safety stocks in supply chains*, volume 490. Springer Science Business Media, 2000.
- [14] Chase Aquilano Jacobs, Richard B. Chase, e Nicholas J. Aquilano. Operations management for competitive advantage. *Editorial McGraw-hill rim*, 2002.
- [15] Donald J. Bowersox, David J. Closs, e M. Bixby Cooper. *Supply chain logistics management*, volume 2. McGraw-Hill New York, NY, 2002.
- [16] Su Mi Dahlgaard-Park, Jens J Dahlgaard, e Su Mi Dahlgaard-Park. Lean production, six sigma quality, tqm and company culture. *The TQM magazine*, 18(3):263–281, 2006.
- [17] Wilson Lonnie. *How to Implement Lean Manufacturing*. The McGraw-Hill Companies Inc. New York, 2010.
- [18] Javier Santos, Richard A Wysk, e Jose M Torres. *Improving production with lean thinking*. John Wiley & Sons, 2014.
- [19] Jeffrey K Liker. *Becoming lean: Inside stories of US manufacturers*. Productivity Press, 1997.
- [20] Thomas J Goldsby e Robert Martichenko. *Lean six sigma logistics: Strategic development to operational success*. J. Ross Publishing, 2005.
- [21] Chris A Ortiz. *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. CRC Press, 2006.
- [22] Euclides Coimbra. *Kaizen in logistics and supply chains*. McGraw Hill Professional, 2013.
- [23] José Fernando Gonçalves. *Gestão de Aprovisionamentos*. Publindústria, Edições Técnicas, 2000.

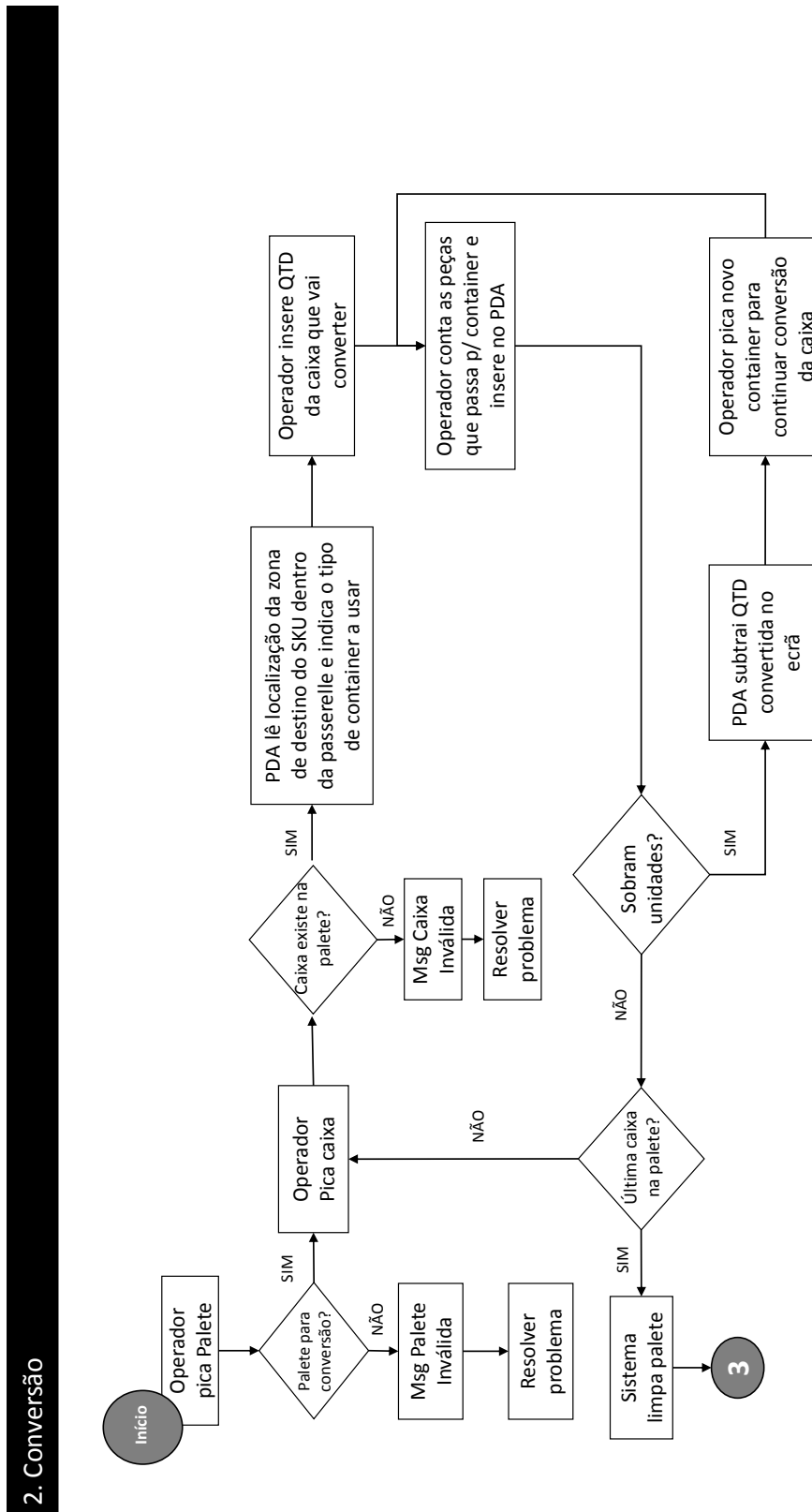
Anexo A

Fluxograma dos processos

A.1 Fluxograma do processo de recepção

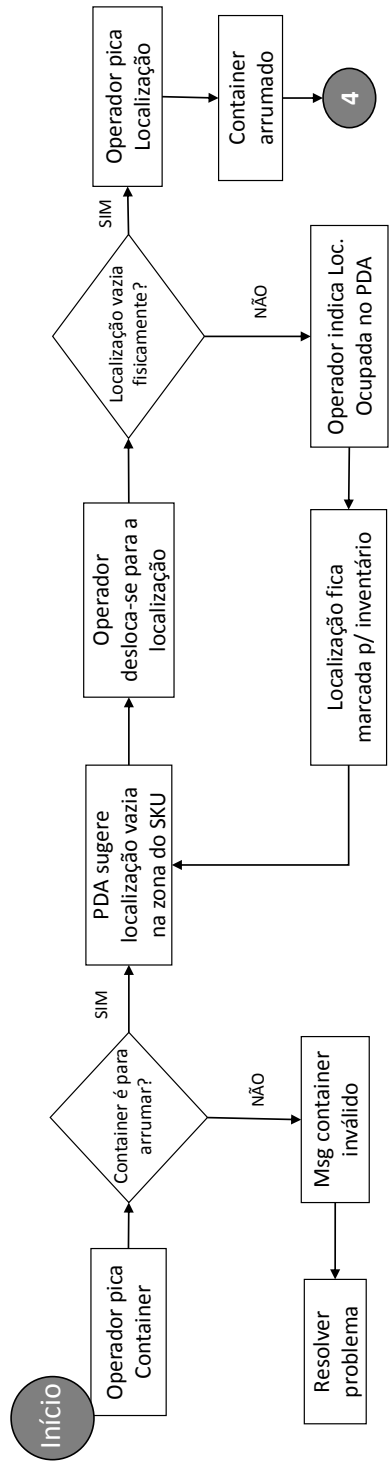


A.2 Fluxograma do processo de conversão

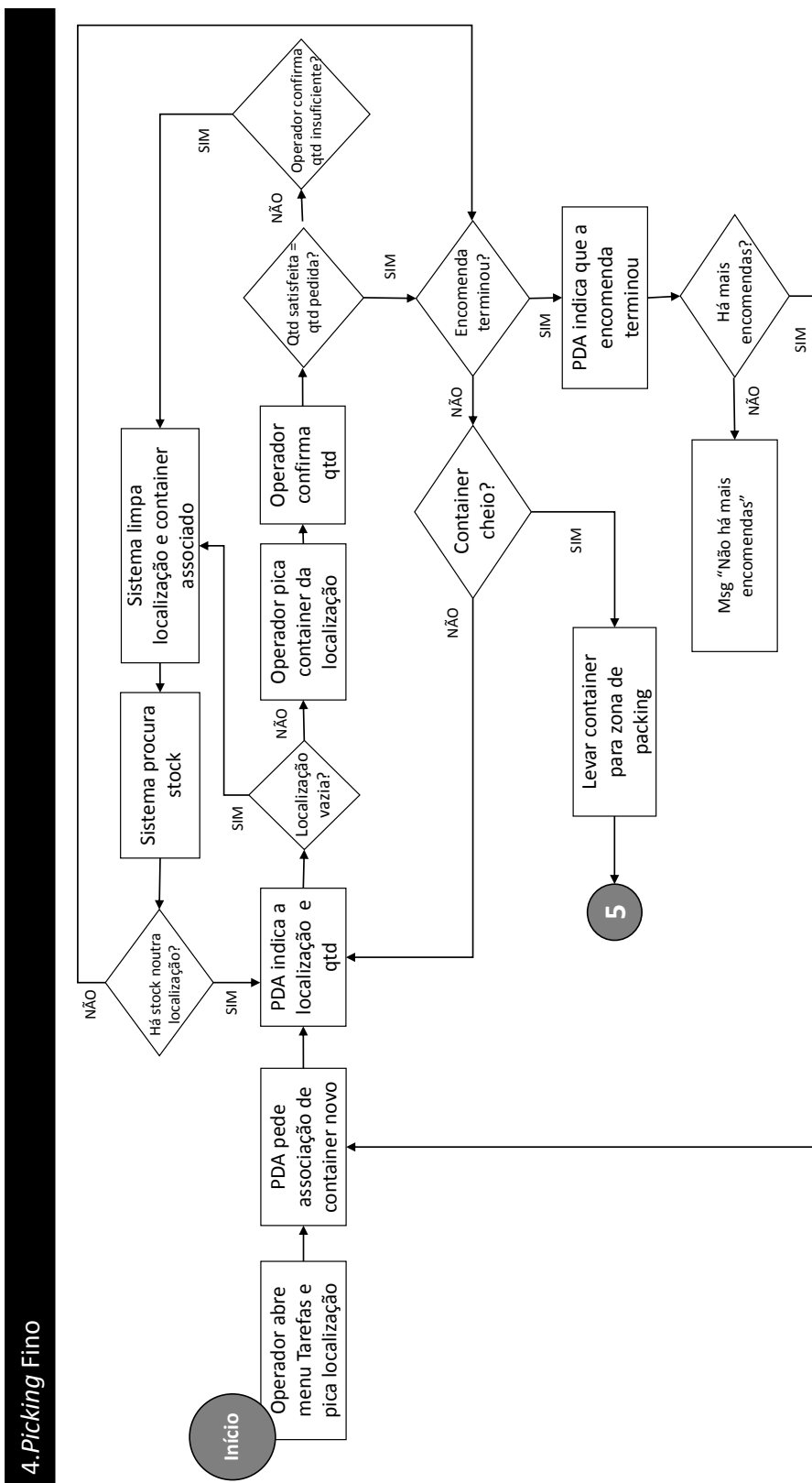


A.3 Fluxograma do processo de arrumação fina

3. Arrumação Fina

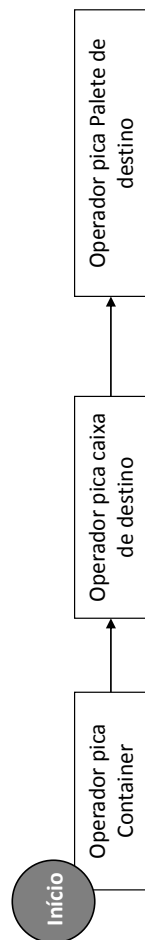


A.4 Fluxograma do processo de arrumação *picking* fino



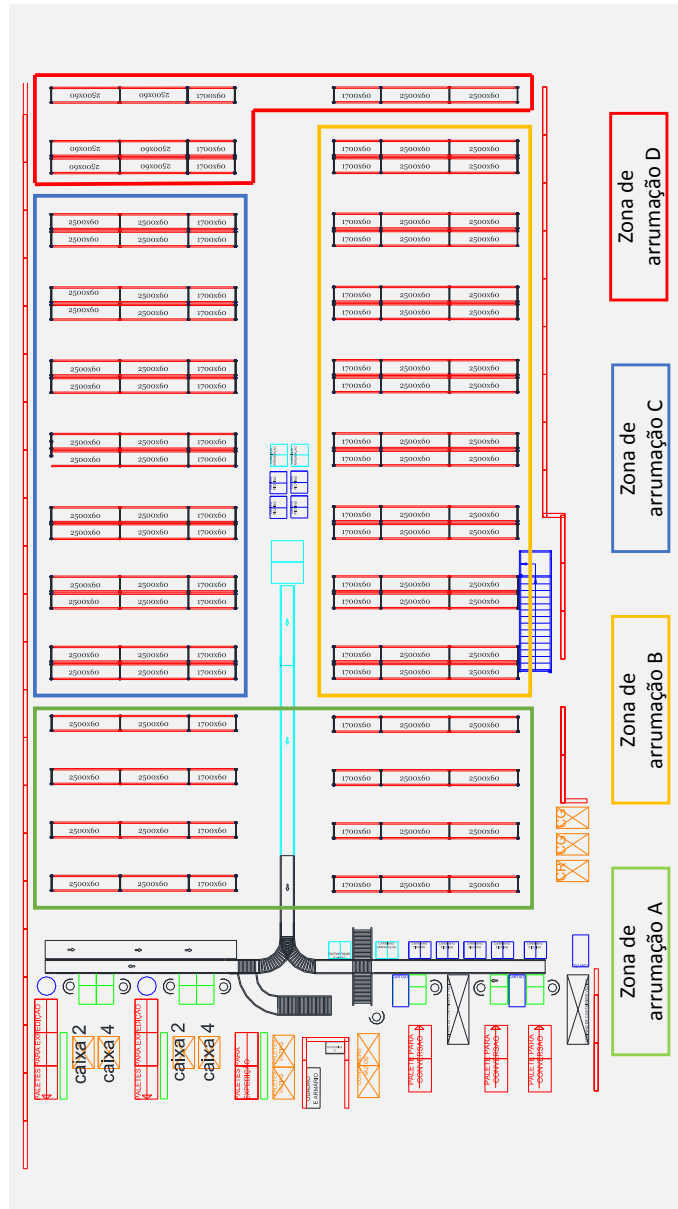
A.5 Fluxograma do processo de *packing*

5. *Packing*



Anexo B

Disposição da arrumação no *layout* escolhido



Anexo C

Matrizes de comparação critério a critério

Critério A	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	5
Layout 2	1/5	1

Critério B	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	6
Layout 2	1/6	1

Critério C	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	1
Layout 2	1	1

Critério D	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	2
Layout 2	1/5	1

Critério E	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	3
Layout 2	1/3	1

Critério F	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	2
Layout 2	1/5	1

Anexo D

Backoffice do simulador

Backoffice

Descrição Simples	Previsão Procura	σ_D	LT (dias)	σ_{LT}	R (dias)	z (0,05)	SS	s	S
Produto A	2	0,4	2	0,4	4	1,65	2	14	26
Produto B	6	1,2	7	1,4	4	1,65	15	81	147
Produto C	12	2,4	6	1,2	4	1,65	27	147	267
Produto D	4	0,8	4	0,8	4	1,65	6	38	70
Produto E	1	0,2	4	0,8	4	1,65	2	10	18
Produto F	9	1,8	9	1,8	4	1,65	29	146	263
Produto G	17	3,4	10	2	4	1,65	60	298	536
Produto H	3	0,6	11	2,2	4	1,65	12	57	102
Produto I	5	1	12	2,4	4	1,65	21	101	181
Produto J	11	2,2	13	2,6	4	1,65	50	237	424