

Otimização das Operações Logísticas num Armazém Grossista

Tiago Alexandre de Abreu e Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof.^a Ana Camanho

Orientador na Empresa: Eng.^o Pedro Reina



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2017-06-26

“The world as we have created it is a process of our thinking. It cannot be changed without changing our thinking.”

Albert Einstein

Resumo

A otimização das operações logísticas num armazém tem impacto não só no seu desempenho, mas em toda cadeia de abastecimento, contribuindo para um fluxo integrado mais eficiente e uma resposta eficaz e rápida às necessidades do cliente final.

A organização onde decorreu o trabalho descrito nesta dissertação gere quatro armazéns no âmbito da unidade de negócio de *aftermarket*. O presente projeto visou melhorar os processos destas unidades, redefinindo os principais de acordo com a estratégia da organização. Algumas das desconformidades existentes decorriam de um período de aquisições e crescimento orgânico, sendo crucial fazer uma reorganização que permitisse ganhos de produtividade. Com o foco no aumento do nível de serviço e da eficiência global das operações dos armazéns, o objetivo desta dissertação centra-se na conceção do modo de operação e organização futura de um armazém grossista de peças para veículos automóveis ligeiros.

O fluxo de trabalho dentro de um armazém encontra-se segmentado em três áreas chave: fluxos *inbound* (receção, conferência e arrumação), organização de armazém e fluxos *outbound* (*picking* e expedição). Para uma análise detalhada da situação atual de cada tema, revela-se essencial uma caracterização dos processos e também o cálculo de um conjunto de métricas capazes de identificar os fatores com maior impacto no seu desempenho. O crescimento acentuado tem agravado as ineficiências resultantes da elevada dependência de trabalho manual, conduzindo, não só a um desempenho inferior, mas também a um declínio na qualidade e integridade da informação.

A proposta descrita nesta dissertação teve por base a integração de um sistema de gestão de armazéns na organização, permitindo incorporar algumas ferramentas tecnológicas nos processos de armazém.

Paralelamente à caracterização de um armazém em particular, importa estudar as interações e fluxos existentes com as restantes unidades da organização. Uma análise do sistema global permite identificar oportunidades de melhoria a um nível mais integrado, proporcionando um impacto mais acentuado. A avaliação conjunta do portefólio de produtos existentes nos diversos armazéns constitui um exemplo de deteção de oportunidades de melhoria, sendo necessário balancear custos adicionais de transporte com uma redução do nível de *stock* decorrente de uma possível centralização. De destacar também, os benefícios adicionais de se concentrar, num só local, os produtos que provocam uma maior entropia nas operações, proporcionando condições de especialização nas tarefas executadas.

A conceção do novo modelo de funcionamento do armazém foi desenvolvida, tendo como alicerce três variáveis críticas: a alteração da estratégia de organização dos produtos no armazém, a redefinição dos métodos e regras de *picking* e a introdução de sistemas tecnológicos avançados nas operações. A integração conjunta destes fatores no desenho do armazém contribui de forma decisiva para a obtenção de uma solução eficiente para o seu funcionamento. Estas alterações criam ainda condições para uma gestão e organização mais eficaz das equipas de trabalho, permitindo uma monitorização permanente da atividade e inculcando uma cultura de melhoria contínua sustentável. Com as melhorias propostas, estima-se aumentar significativamente a produtividade nas operações do armazém, criando-se condições para o armazém responder de forma mais eficiente à procura, acompanhado de um aumento da integridade e qualidade da informação.

Optimization of Logistics Operations in a Wholesaler Warehouse

Abstract

The optimization of logistics operations in a warehouse impacts not only its performance but also the entire supply chain, contributing to a more efficient integrated flow and an effective and quick response to the needs of the final customer.

The organization where the work described in this thesis was developed manages four warehouses within the aftermarket business unit. The present project aimed at improving the processes of these units, while redefining the main processes according to the organization's strategy. Some of the existing nonconformities stemmed from a period of acquisitions and organic growth, and it is crucial to make a reorganization that would allow productivity gains. With the focus on increasing the service level and the overall efficiency of warehouse operations, the objective is to design the model of operation and future organization of a wholesale warehouse of vehicles' spare parts.

The workflow within a warehouse is segmented into three key areas: inbound flows (reception, conference and put away), warehouse organization (storage), and outbound flows (picking and shipping). For a detailed analysis of the current situation of each theme, it is essential not only a process characterization, but also the calculation of a set of metrics capable of identifying the factors with the greatest impact on their performance. The steep growth has aggravated the inefficiencies resulting from the high reliance on manual labor leading not only to poor performance but also to a decline in the quality and integrity of information.

The proposal described in this dissertation was based on the integration of a warehouse management system in the organization, allowing to incorporate some technological tools in the warehouse processes.

Parallel to the characterization of a specific warehouse, it is important to study the existing interactions and flows with the other organization units. An analysis of the overall system allows the identification of improvement opportunities at a more integrated level, providing a higher impact. The global evaluation of the products' portfolio in the several warehouses is an example of one of the improvement opportunities detected. The focus is to balance additional transport costs with a reduction in the stock level resulting from a possible centralization. It is also worth noting the additional benefits of concentrating in a single place the products that generate a greater entropy in the operations, providing specialization conditions in the tasks performed.

The design of the new warehouse operation model was developed based on three critical variables: change of the product organization policy in the warehouse, redefinition of picking methods and rules and the introduction of advanced technological systems in operations. The joint integration of these factors in the design of the warehouse contributes decisively to obtain an efficient solution for its operation. These changes also create conditions for a more effective management and organization of work teams, allowing permanent monitoring and establishing a culture of sustainable continuous improvement. With the proposed developments, it is estimated that the productivity of warehouse operations will increase significantly, creating conditions for the warehouse to respond more efficiently to demand, aligned with an increase in the integrity and quality of information.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Pedro, por todo o conhecimento e ajuda, mas principalmente pela sua amizade e companheirismo. A toda a restante equipa do Instituto Kaizen, em particular ao Tiago Sanchez, por toda a confiança e motivação ao longo do projeto.

À Professora Ana Camanho, pelo constante acompanhamento e dedicação que revelou nos momentos mais cruciais da presente dissertação.

A todos os colaboradores da NORS, em particular à Dra. Margarina Pina, por toda a disponibilidade, envolvimento e colaboração no projeto.

Aos meus amigos Luís, Mariana e Sofia por terem sido pilares fundamentais ao longo desta caminhada de cinco anos.

À minha namorada, Fátima, por todo o amor, pelo impacto decisivo que tem na minha vida, por ser o meu maior apoio e por me fazer acreditar que com trabalho e dedicação tudo é possível.

Um especial agradecimento ao meu irmão e aos meus pais, pelo exemplo que representam para mim e por me incentivarem em ir em busca daquilo em que acredito.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Caracterização do setor	1
1.2	Enquadramento do projeto e definição de objetivos	3
1.3	Metodologia adotada.....	4
1.4	Estrutura da dissertação	5
2	Estado da arte	6
2.1	Armazém: Fundamentos	6
2.1.1	Funções de um armazém	6
2.1.2	Conceito de fluxo nos armazéns.....	6
2.1.3	Conceção de armazéns.....	7
2.2	Operações básicas de armazém.....	9
2.2.1	Receção e Conferência	9
2.2.2	Arrumação (<i>Put-away</i>).....	10
2.2.3	Cross docking	10
2.2.4	Estratégias de armazenamento	11
2.2.5	Picking	14
2.2.6	Sorting	17
2.2.7	Expedição	17
2.2.8	Tecnologias de informação no contexto da gestão de armazéns	18
3	Caracterização da situação Inicial	21
3.1	A empresa.....	21
3.2	Tipo de produtos	21
3.3	Descrição do fluxo de materiais	23
3.4	Análise dos fluxos <i>inbound</i>	25
3.4.1	Receção e Conferência	25
3.4.2	Arrumação	26
3.5	Estratégia de armazenamento	27
3.6	Análise dos fluxos <i>outbound</i>	29
3.6.1	Picking	29
3.6.2	Expedição	32
3.7	Conclusões estado atual	33
4	Análise do fluxo entre armazéns.....	35
4.1	Mapeamento dos fluxos de transporte	35
4.2	Desenho de <i>layout</i> futuro	37
4.3	Benefícios anuais.....	37
4.4	Custos anuais	38
4.5	Análise custo-benefício	40
5	Desenho de soluções.....	41
5.1	Fluxos <i>inbound</i>	41
5.1.1	Receção e Conferência	41
5.1.2	Arrumação	43
5.2	Estratégia de armazenamento	44
5.3	Fluxos <i>outbound</i>	46
5.3.1	<i>Picking</i>	46
5.3.2	Expedição	48
5.4	Organização e gestão de equipa	49
5.5	Síntese	50
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	52
	Referências	55
	ANEXO A:Técnicas de <i>picking</i>	60

ANEXO B: Caracterização da situação atual	62
---	----

Siglas

COI - *Cube-per-order index*

LT – *Lead Time*

MOQ – *Minimum order quantity*

PBL – *Picking by line*

PBS – *Picking by store*

SKU – *Stock keeping unit*

VSM – *Value stream mapping*

Índice de Figuras

Figura 1 – Parque automóvel vs idade média de veículos ligeiros de passageiros	2
Figura 2 - Framework para o desenho de armazéns (adaptado de Gu, Goetschalckx et al. (2010))	8
Figura 3 - Operações de armazém (Frazelle 2001).....	9
Figura 4 - Métodos de picking e critérios de apoio na tomada de decisão.....	15
Figura 5 - Análise das vendas (valor e quantidade) por categoria de produtos respeitantes a um mês.....	22
Figura 6 - Análise de Pareto das referências, considerando o valor vendido num mês	22
Figura 7 - Análise de Pareto das referências, considerando as quantidades vendidas num mês	22
Figura 8 - Value stream map da cadeia de valor	24
Figura 9 - Fluxo de material dentro do armazém	25
Figura 10 - Tempo médio de conferência em dias por mês durante o ano 2016.....	25
Figura 11 - Etapas do processo de receção e conferência	26
Figura 12 - Ilustração do processo de conferência	26
Figura 13 - Tempo despendido em cada tarefa de arrumação	27
Figura 14 - Distribuição de produtos nos pisos 1 e 2	28
Figura 15 - Hot Map número de picking por localização num mês (dezembro).....	30
Figura 16 – Número de linhas por encomenda respeitante a um mês (dezembro).....	31
Figura 17 - Distribuição por cutoff das encomendas expedidas por dia (Período de outubro a dezembro)	31
Figura 18 - Distribuição horária das encomendas diárias (Período de outubro a dezembro)...	32
Figura 19 - Etapas do processo de expedição	33
Figura 20 - Diagrama de ineficiências dos processos AS IS	34
Figura 21 - Fluxo de transporte de carroçaria.....	36
Figura 22 - Novo layout para o armazém de carroçaria	37
Figura 23 - Descrição do novo processo de conferência	42
Figura 24 - Novo processo de conferência	43
Figura 25 - Exemplo de novo carro de arrumação/picking para produtos gerais.....	44
Figura 26 - Exemplo de carro para arrumação/picking de para-choques	44
Figura 27 - Esquema de armazenamento numa estante de referências da classe A	45
Figura 28 - Novo método de trabalho no picking.....	46
Figura 29 - Metodologia de picking	48
Figura 30 - No método de trabalho na expedição.....	48
Figura 31 - Carga de trabalho semanal de picking	50
Figura 32 - Carga de trabalho semanal de conferência	50
Figura 33 - Conferência linha a linha pouco eficiente.....	62

Figura 34 – Agrupação por referência	62
Figura 35 - Referência do artigo mal identificada	62
Figura 36 - Carros de arrumação pouco adaptados	62
Figura 37 - Espaço desaproveitado	63
Figura 38 - Overflow não identificado	63
Figura 39 - Carros de picking com pouca gestão visual	63
Figura 40 - Caixa de nivelamento sem utilização apropriada	63
Figura 41 - Desperdício de embalagens	64
Figura 42 - Rolo pouco ergonómico	64
Figura 43 - Falta de áreas ajustadas para acomodação de material	64

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Comparação de diferentes técnicas de picking	20
Tabela 2 - Lista de cutoffs disponíveis para o armazém em estudo	23
Tabela 3 - Quadro produtividade	33
Tabela 4 - Exemplos de poupança centralização	38
Tabela 5 - Distribuição das encomendas mensais de carroçaria por cutoff (mês de dezembro)	39
Tabela 6 - Tipo de encomendas com carroçaria do armazém B (mês de dezembro)	39
Tabela 7 - Resumo análise custo benefício	40
Tabela 8 - Nível de serviço de quantidade a 90% dos principais fornecedores	42
Tabela 9 - Indicadores globais de desempenho (* representam indicadores também individuais)	50
Tabela 10 - Resumo das iniciativas de melhoria	51

1 Introdução

A gestão da cadeia de abastecimento pode ser definida como uma filosofia integrada para gerir o fluxo total de um canal de distribuição, desde o fornecedor até ao cliente final (Cooper, Lambert et al. 1997). Nesse sentido, a cadeia de abastecimento pode ser vista como as relações a montante e a jusante, com fornecedores e clientes, que visa acrescentar valor à relação com os clientes, com um custo total mínimo (Christopher 2016). No entanto, o conceito de cadeia pode-se tornar limitativo: em causa está uma complexa rede de múltiplos fornecedores, com fornecedores de fornecedores, e múltiplos clientes, e respetivos clientes. Os diversos pontos ao longo da cadeia tornam-se, assim, determinantes por forma a criar um fluxo constante e rápido que permita atender às especificações do cliente final. Apesar de o nome em si remeter para a gestão focada nos fornecedores, o cerne é na realidade o cliente, defendendo Christopher (2016) que em causa está a gestão da cadeia da procura, e não do abastecimento.

Os armazéns são um elemento vital em toda a cadeia de abastecimento. O comércio *online*, a globalização e o modelo *just-in-time* requerem um alto desempenho dos armazéns (Frazelle 2001), sendo essencial o desenho e funcionamento eficiente e eficaz dos seus processos. Só desta forma é possível responderem com qualidade a um conjunto maior e mais diversificado de solicitações, acompanhando a exigência crescente dos mercados, demonstrando flexibilidade e procurando produzir valor ao menor custo.

O foco da presente dissertação está na revisão da organização e dos processos de um armazém grossista de peças automóveis. A existência de um diversificado portefólio de produtos em conjunto com múltiplas janelas de entregas são fatores críticos, que motivaram o estudo da organização e da gestão do armazém, para que seja possível responder de forma eficaz às necessidades dos clientes.

1.1 Caracterização do setor

O setor automóvel em Portugal encontra-se fracionado em várias secções, das quais se destacam a construção automóvel, o retalho automóvel e o mercado pós-venda.

O mercado pós-venda inclui serviços e peças, estando o último caso segmentado em dois subsectores: o de componentes originais, que corresponde ao mercado *Original Equipment Manufacturer (OEM)*, e o mercado *Independent aftermarket (IAM)*. Enquanto o primeiro se destina à comercialização de peças originais utilizadas na construção dos veículos novos, o segundo está focado na comercialização de peças alternativas, com as marcas dos fabricantes e não com a marca automóvel. Durante o período inicial de comercialização de um novo modelo automóvel, os seus componentes apenas são transacionados no mercado OEM (em estabelecimentos oficiais da marca do veículo), sendo transferidos para o mercado *aftermarket* somente passado algum tempo, podendo este período de cativação, tipicamente, durar 6 meses a 3 anos. Nesta fase, passa a ser possível encontrar diferentes alternativas/fornecedores para a mesma peça.

O setor do pós-venda é dotado de um conjunto de características que tornam a sua gestão desafiante. A baixa rotação de stocks e a disponibilidade imediata de produto resultam de uma procura imprevisível, uma necessidade de resposta rápida (para o próprio dia ou seguinte), um portefólio de produtos heterogéneo com um elevado número de *Stock Keeping Units* (SKUs) e de uma logística inversa intensiva (Cohen, Agrawal et al. 2006). Estas características são opostas às do mercado de produção automóvel.

Em 2015, o parque automóvel em Portugal era constituído por mais de 5.7 milhões de veículos (AutoInforma 2016), entre ligeiros, comerciais e pesados. Pode-se observar na Figura 1 que o número de veículos permaneceu relativamente constante nos últimos anos, refletindo a estagnação a que o mercado assistiu num período de crise financeira. O ano de 2015 foi o primeiro a registar um aumento desde 2011, apesar de reduzido - cerca de 0,6 % em relação ao valor de 2014. O número de veículos novos vendidos em Portugal em 2015 atingiu os 231 mil veículos, apresentando uma subida de 34% em relação a 2014 (AutoInforma 2016). No entanto, a queda significativa no número de veículos novos vendidos ocorrida nos anos de 2012 e 2013 (com reduções de 30% e 41% em relação ao ano anterior, respetivamente) teve um impacto acentuado no mercado, conduzindo a um envelhecimento do parque automóvel. A idade média dos veículos ligeiros de passageiros subiu de 10,1 anos em 2010 para 12,4 anos em 2015 (INE 2016). Este contexto reforçou a necessidade de manutenção automóvel pelo aumento da procura de serviços de pós-venda, tornando o mercado *aftermarket* mais atrativo e em crescimento.

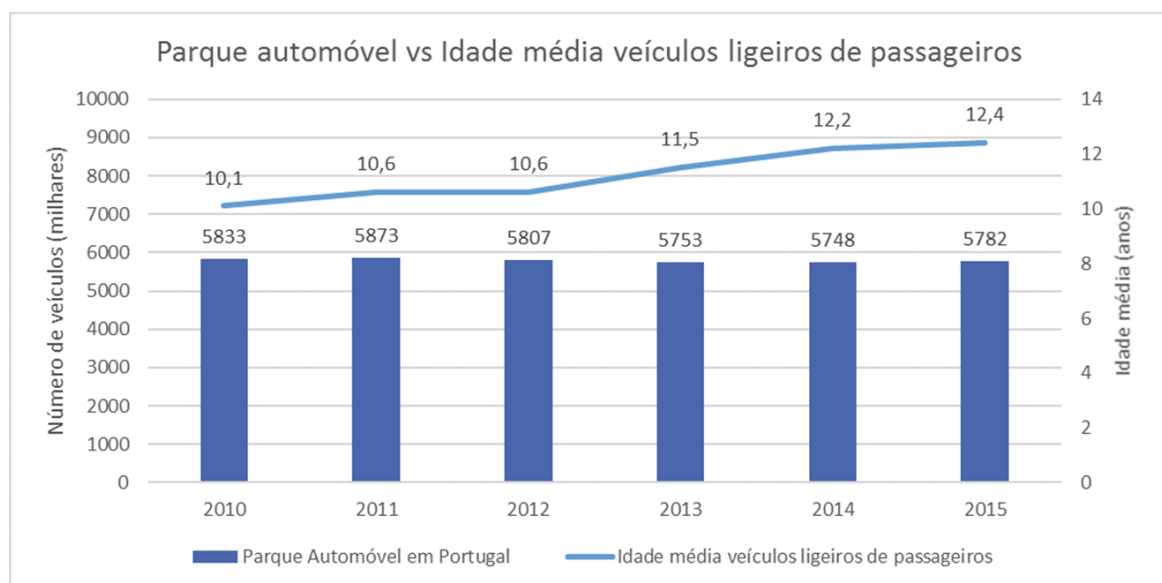


Figura 1 – Parque automóvel vs idade média de veículos ligeiros de passageiros

O retalho de peças automóvel no setor pós-venda engloba oficinas independentes em rede, oficinas marca/multimarca e oficinas independentes (sem rede). A maior capacidade de negociação juntos de distribuidores evidenciada pelas oficinas que operam em rede tem sido determinante na oferta ao cliente de um elevado nível de serviço, proporcionando acesso aos produtos mais recentes, a preços competitivos e num reduzido espaço de tempo. A dicotomia no modo de operar neste mercado em Portugal está a direcioná-lo à sua consolidação: aumento de oficinas em rede, através da agregação de oficinas sem rede. Esta consolidação terá um papel fundamental na sustentabilidade do mercado, pelo que as empresas que continuarem a operar sem rede enfrentarão uma redução abrupta das suas margens de rentabilidade, caso não se consigam adaptar à nova realidade do mercado (Tilly 2016).

O crescimento deste mercado tem sido acompanhado pela proliferação em Portugal de grandes empresas de reparação automóvel, que com ofertas de serviços rápidos e

diversificados aos seus clientes, colocam uma grande exigência nos seus fornecedores, destacando-se os grossistas de componentes automóveis.

Esta dissertação foi realizada no âmbito de um projeto de consultadoria do Instituto Kaizen no grupo NORS. Esta organização multinacional desenvolve as suas atividades em quatro grandes áreas de negócio: *Original Equipment Solutions*, *Integrated Aftermarket Solutions*, *Recycling Solutions* e *Safekeeping Solutions*. No global, emprega cerca de 3.900 colaboradores, espalhados por 24 países, com um volume de negócios superior a 1,4 mil milhões de euros.

O foco desta dissertação encontra-se na área de *Aftermarket*, na qual as empresas do grupo se dedicam à importação e distribuição de peças para veículos ligeiros e pesados. As 100 maiores empresas a atuar neste setor em Portugal totalizam um volume de negócios de 835 milhões de euros, obtendo as empresas do grupo NORS uma quota de cerca de 7,7% (Revista das TOP 100 2016). A organização encontra-se presente em Portugal, Espanha e Angola, contando com cerca de 340 colaboradores e totalizando um volume de negócios consolidado de 81,8 milhões de euros.

1.2 Enquadramento do projeto e definição de objetivos

Após um percurso de crescimento orgânico, também reforçado pela via de aquisições, surgiu a necessidade de dar continuidade ao processo de consolidação e reorganização do setor de *aftermarket* da NORS. No âmbito deste setor, a área de negócio em estudo gere quatro armazéns: dois em Lisboa, um no Porto e outro em Madrid. O processo de crescimento provocou uma desconformidade nos processos das várias empresas, sendo agora necessária a criação de um modelo base de gestão comum a todos os armazéns.

Este projeto encontra-se integrado num projeto mais amplo de análise e redefinição da cadeia de valor numa perspetiva *end-to-end*, englobando, assim, os processos de aprovisionamento, gestão de operações de armazém e gestão de transportes. A componente abordada nesta dissertação diz respeito à gestão de operações de armazém.

Dentro da temática de definição e reorganização de armazéns, o objeto de estudo encontra-se focado nas decisões estratégicas relativas ao modo de operação do armazém. Em particular, a política de armazenamento e o método de *picking* revelam-se determinantes no funcionamento de um armazém, tendo um impacto significativo em todas as restantes operações. O objetivo desta dissertação passa por um estudo detalhado das possíveis soluções relativas a estas temáticas por forma a sistematizar o processo de decisão. Desta forma, permite organizar os armazéns e os seus processos de forma eficiente e eficaz, garantindo um nível de serviço elevado ao custo mínimo.

O fluxo global do funcionamento de um armazém pode ser subdividido em três grandes temas: fluxos *inbound*, organização de armazém e fluxos *outbound*. Importa ainda destacar que uma implementação com sucesso se encontra dependente de duas outras áreas importantes: controlo das operações (métricas de gestão) e controlo de erros. Esta última é de uma relevância crítica quando associada à qualidade e integridade dos dados mestres, sendo crucial para a estabilidade de uma organização.

De realçar que este desenho de soluções coincide com uma integração de 1º nível dos sistemas de informação, permitindo, assim, fazer a transição de certos métodos manuais para métodos automatizados. Nesse sentido, a temática da qualidade dos dados mestre é fundamental.

As soluções aqui apresentadas pretendem ser aplicadas de forma uniforme aos vários armazéns, salvo as devidas adaptações.

A necessidade destas empresas em serem capazes de gerir de forma organizada um diverso portefólio de produtos, respondendo de forma rápida e com qualidade às solicitações do mercado, determinaram os três macro objetivos do projeto:

- Aumento da produtividade global;
- Redução de stocks e de custos logísticos;
- Aumento do nível de serviço.

Estes objetivos podem ser explorados com mais detalhe nas três temáticas em análise.

O estudo dos fluxos *inbound* resultará numa revisão do processo de receção e conferência de material, cujo *lead time* médio terá de ser substancialmente reduzido. Esta ação também terá um impacto significativo na redução de stocks. A revisão da política de armazenamento terá como foco a otimização das movimentações no armazém, contribuindo de forma direta para os objetivos definidos. Relativamente aos fluxos *outbound*, a meta passa pela redefinição do método de *picking* e do processo de expedição.

Por último, pretende-se implementar uma cultura focada em objetivos e na melhoria contínua.

1.3 Metodologia adotada

Fundado em 1985 por Masaki Imai, o Instituto Kaizen atua segundo os princípios do sistema Lean desenvolvido pela Toyota. A sua missão consiste em ajudar os seus clientes na melhoria contínua das suas organizações, tornando-os capazes de sustentar a melhoria contínua de forma autónoma.

A denominação Kaizen tem a sua origem na conjugação de duas palavras Japonesas, “Kai” e “Zen”, que em conjunto significam “mudar para melhor”. A eliminação do desperdício e procura pela excelência operacional constituem os principais propósitos do Instituto Kaizen. Para auxiliar as empresas a desenvolverem vantagens competitivas é necessário atuar nas áreas do crescimento, aumento da qualidade, redução de custos e prazos de entrega, resultando estas melhorias num aumento da produtividade global.

Em Portugal, o Instituto Kaizen já está presente desde 1999, contando atualmente com dois escritórios, em Vila Nova de Gaia e em Lisboa.

Estando esta dissertação inserida no âmbito de um projeto do Kaizen Institute, a metodologia adotada tem por base os procedimentos de trabalho característicos desta empresa. O foco deste trabalho encontra-se na fase de planeamento do projeto, a qual visa a construção de uma visão de melhoria futura para o funcionamento dos diversos armazéns do grupo.

A metodologia adotada encontra-se dividida em três grandes etapas.

Inicialmente, serão estudados todos os macroprocessos da empresa (com recurso ao *Value Stream Mapping*) por forma a caracterizar detalhadamente a situação atual (*AS IS*). Tal permite identificar e compreender a ligação entre os principais processos da organização e os seus fornecedores e clientes, procurando uma visão integrada de toda a cadeia de abastecimento.

De seguida, proceder-se-á à análise pormenorizada de cada uma das temáticas em foco: fluxos *inbound*, organização de armazém e fluxos *outbound*. Em todos os tópicos será realizado um diagnóstico área a área, recolhendo dados para uma análise fundamentada da situação atual.

A atividade de desenho de soluções será sustentada num conjunto de *workshops*, sendo identificadas as principais oportunidades de melhoria nas três áreas. Por fim, para corroborar a proposta de solução, serão efetuados os respetivos testes, por forma a apurar os possíveis ganhos que poderão ser obtidos com a implementação da visão futura (*TO BE*).

1.4 Estrutura da dissertação

No presente capítulo foi realizada uma descrição sucinta do projeto, demonstrando, por um lado, quais os principais objetivos e metas a ele associados e, por outro, a sua importância no contexto particular da empresa, tendo em conta o enquadramento setorial.

No segundo capítulo é realizado um estudo detalhado do estado de arte associado à gestão de armazéns, procurando caracterizar para cada uma das áreas em estudo as metodologias mais relevantes e os desenvolvimentos mais recentes nesta área de conhecimento científico.

No terceiro capítulo é estudada com detalhe a situação atual das empresas em análise, sendo apresentado o VSM, descritos os processos críticos e expostos os resultados das análises efetuadas.

No quarto capítulo é analisado o sistema no global, com o foco nos fluxos entre armazéns, sendo efetuada uma análise de custo-benefício relativa à possibilidade de centralização de uma categoria de produtos.

No quinto capítulo é apresentada a proposta da visão futura, procedendo-se à descrição das várias soluções a adotar, justificando as decisões tomadas no contexto da empresa em estudo com base na revisão bibliográfica apresentada no capítulo 2.

Por fim, no capítulo 6, são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido e propostas novas sugestões de intervenção, sendo caracterizadas as principais linhas de ação para a resolução dos problemas identificados.

2 Estado da arte

O sucesso de um armazém encontra-se diretamente ligado à sua eficiência operacional. A capacidade de criar fluxo é determinante para a redução da variabilidade ao longo da cadeia de processos, permitindo assegurar um nível de serviço elevado com o menor volume possível de *stocks*. O armazém deve estar preparado de forma integral para que este fluxo possa ser estabelecido, sendo necessário não só atuar ao nível da sua organização física (desenho de armazéns), mas também ao nível das operações e gestão de equipas.

Um dos métodos mais eficazes para o aumento da produtividade e diminuição de custos está relacionado com a redução ou eliminação de todas as tarefas não necessárias que correspondem a desperdício. Um desenho de armazém deve acomodar este objetivo em termos de manuseamento de material, utilização de equipamentos e pessoal, redução de inventários e aumento de qualidade (Tompkins, White et al. 2010).

2.1 Armazém: Fundamentos

2.1.1 Funções de um armazém

Um armazém tem um papel fundamental na cadeia de abastecimento devido ao conjunto diversificado de funções que desempenha. Lambert, Stock et al. (1998) enumeram algumas das razões para a existência dos armazéns:

- Alcançar economias de escala;
- Responder às alterações na procura (sazonalidade, competição, incerteza);
- Suportar programas *just-in-time* de clientes e fornecedores;
- Consolidar um *mix* de produtos para um só cliente;
- Providenciar local para transbordo (*cross-docking*).

Dada a diversidade de funções que podem desempenhar, os armazéns podem também ser classificados segundo essas tarefas (Frazelle 2001): armazéns de matéria-prima e componentes; armazém de produto acabado; centros de distribuição (consolidação da produção num local); centro de distribuição regional (receção, *picking* e expedição de encomendas); armazéns locais (garantir rápida resposta).

2.1.2 Conceito de fluxo nos armazéns

O desenho de um armazém representa o ponto de partida para a organização do fluxo de trabalho, condicionando diretamente o desempenho das várias operações. Tendo em conta o papel que o armazém desempenha na cadeia de abastecimento, a sua organização e modo de operar necessitam de estar alinhados com as exigências que lhe são impostas. Coimbra (2009) explica a relevância da mudança de paradigma em relação à organização tradicional dos armazéns. Estes armazéns estão fundamentados numa metodologia de planeamento *push*,

focada em garantir a existência de stock para responder às necessidades dos clientes. Para que tal seja possível, torna-se crítica a existência de elevados níveis de *stock*, que, por um lado, podem não corresponder às encomendas dos clientes e, por outro, tornam o armazém incapaz de ser flexível perante alterações na procura (Simchi-Levi, Kaminsky et al. 2008). Assim, a gestão encontra-se focada no espaço e não no fluxo, resultando na ineficiência dos processos e numa alocação de localizações pouco cuidada.

Por sua vez, um armazém baseado no fluxo está focado numa metodologia de planeamento *pull*, procurando garantir um fluxo de materiais conducente com o cumprimento das suas obrigações sem criar desperdício nos seus processos. A atenção encontra-se num fluxo sincronizado de materiais, conduzindo a tempos de entrega mais curtos, inventário mais reduzido, processos de trabalho normalizados e alocações de materiais fixas e eficientes. Consequente, garante-se uma maior flexibilidade, melhor nível de serviço e custos mais reduzidos.

O conceito de simplificação do fluxo é também abordado no estudo de Childerhouse and Towill (2003), onde os autores demonstram que este tema encontra-se correlacionado com o nível de integração da cadeia de abastecimento, destacando a importância do trabalho conjunto. Christopher (2016) destaca a relevância das relações com fornecedores no sentido da redução do *lead time* na cadeia.

Um tópico também fundamental neste modelo é a perceção do valor para o cliente. Apenas este último pode definir o conceito de valor, sendo este representado por um produto/serviço específico que corresponde às necessidades do cliente, a um preço específico, num momento específico (Womack and Jones 2010). Ao longo da cadeia de valor existe um conjunto de atividades que não geram valor para cliente. Ohno (1988) definiu que estas ineficiências podem ser categorizadas em sete tipos de desperdício (*muda*): espera de pessoas; espera de materiais e informação; movimento de pessoas; movimento de materiais e informação; excesso de produção; excesso de processo e erros que causam rejeições e retrabalho.

Através de uma gestão focada na criação de valor para o cliente final, é possível a eliminação destas atividades, contribuindo para um melhor fluxo desde os fornecedores até aos consumidores, conduzindo a uma redução de *stocks*, complexidade e desperdício, proporcionando uma maior flexibilidade, nível de serviço e qualidade (Coimbra 2009).

2.1.3 Conceção de armazéns

O tema da conceção de um armazém tem sido bastante abordado na literatura. Por um lado, alguns autores focam a atenção na procura de uma estrutura para o processo de desenho do armazém. Rouwenhorst, Reuter et al. (2000) fazem uma caracterização dos processos, recursos e organização do armazém, enquadrando as principais decisões de cada tema no nível estratégico, tático e operacional. Neste processo, identificaram uma falta de estudos orientados para o desenho do armazém, o que leva à necessidade de desenvolver modelos e técnicas capazes de integrar todas as variáveis relevantes. Mohsen and Hassan (2002) apresentam uma estrutura direcionada à conceção de armazéns com o objetivo de organizar o processo de desenho, facilitar o trabalho dos designers e realçar os temas importantes deste processo ajudando os gestores de armazém a tomar decisões mais fundamentadas. Trata-se de uma abordagem bastante focada na organização do layout. Baker and Canessa (2009) realizaram uma revisão da literatura sobre as etapas de desenho de armazém e sumariaram numa metodologia estruturada para abordar este problema. Gu, Goetschalckx et al. (2010) efetuaram uma pesquisa extensa acerca do desenho de armazéns e medição de desempenho. Nesse sentido desenvolveram um *framework* onde destacam os cinco grupos de decisões relevantes no processo de desenho de armazém.

Por outro lado, outros autores priorizam o desenvolvimento de estudos acerca do funcionamento das operações internas do armazém. Cormier and Gunn (1992) focam a atenção nos métodos de *picking* e nas estratégias de armazenamento. Neste estudo dedicam também a atenção à maximização da utilização do espaço abordando temáticas como a procura estacionária. Petersen and Aase (2004) avaliam o efeito conjunto dos métodos de *picking*, de roteamento e políticas de armazenamento numa operação de *picking* manual. Gu, Goetschalckx et al. (2007) realizam uma revisão bibliográfica focada nos temas operacionais do armazém, atentando nas quatro etapas principais do fluxo armazém: receção, política de armazenamento, *picking* e expedição. De Koster, Le-Duc et al. (2007) efetuam uma extensa pesquisa literária sobre desenho interno de armazéns, políticas de armazenamento, métodos de roteamento e técnicas de *picking*. Destacam que a maioria dos estudos se encontra focado num problema ou situação em particular, realçando a falta de procedimentos de desenho gerais e modelos de otimização globais para o *picking*. No seu livro, Bartholdi and Hackman (2008) abordam as temáticas principais do armazém, destacando aqui a organização do *layout*, os métodos de *picking* e a medição do desempenho do armazém. Tompkins, White et al. (2010) enfatizam as temáticas operacionais e apresentam alguns modelos quantitativos de apoio à decisão nas várias áreas.

O processo de desenho de armazém é bastante complexo, uma vez que inclui um conjunto de decisões que, muitas vezes, são interdependentes. Gu, Goetschalckx et al. (2010) propõem um *framework* onde estabelecem 5 grupos de decisões: determinar a estrutura global do armazém, dimensionar o armazém e seus departamentos, determinar o layout dentro de cada departamento, selecionar equipamentos e escolher as estratégias de operação. Esse *framework* está esquematizado na Figura 2.

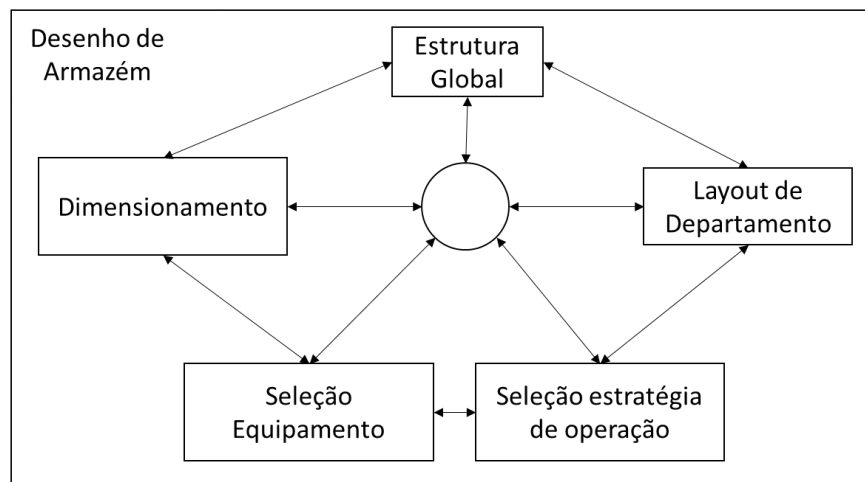


Figura 2 - Framework para o desenho de armazéns (adaptado de Gu, Goetschalckx et al. (2010))

A análise da estrutura global determina o fluxo de material no armazém, as especificações funcionais de cada departamento e as relações de fluxo entre departamentos. As decisões de dimensionamento estão focadas no desenho do armazém e na alocação de espaço aos diversos departamentos. O desenho de *layout* desses departamentos visa configurá-los com detalhe. O grau de automatização do armazém é determinado pela seleção de equipamentos, nomeadamente os relacionados com o armazenamento, transporte, *picking* e *sorting*. A seleção da estratégia operacional determina o modo como o armazém vai operar permitindo, por exemplo, inferir acerca da estratégia de armazenamento e de *picking* a adotar. De notar que estas decisões têm um efeito global nas restantes e, como tal, têm de estar presentes na fase de desenho do armazém.

Nesta dissertação, a atenção encontra-se maioritariamente direcionada às decisões operacionais, sendo estudadas com detalhe as principais estratégias de armazenamento e

métodos de *picking*. Ressalva-se o facto de serem abordadas outras questões particulares respeitantes às outras temáticas enquadradas neste *framework*.

2.2 Operações básicas de armazém

As principais operações de armazém podem ser segmentadas em 4 grupos de tarefas: receção, arrumação, *picking* e expedição (Rouwenhorst, Reuter et al. 2000). As duas primeiras dizem respeito ao fluxo de entrada (*Inbound*) de material em armazém, sendo este rececionado, conferido e armazenado. As restantes tarefas representam os processos que são despoletados aquando de uma encomenda, procedendo-se à picagem dos artigos e respetiva expedição - fluxos de saída (*Outbound*). Frazelle (2001) estabelece uma segmentação mais detalhada destas funções: receção, pré-embalamento (opcional), arrumação/*put-away*, armazenamento, *picking*, embalagem/ etiquetagem (opcional), *sorting*/preparação e embalagem e expedição.

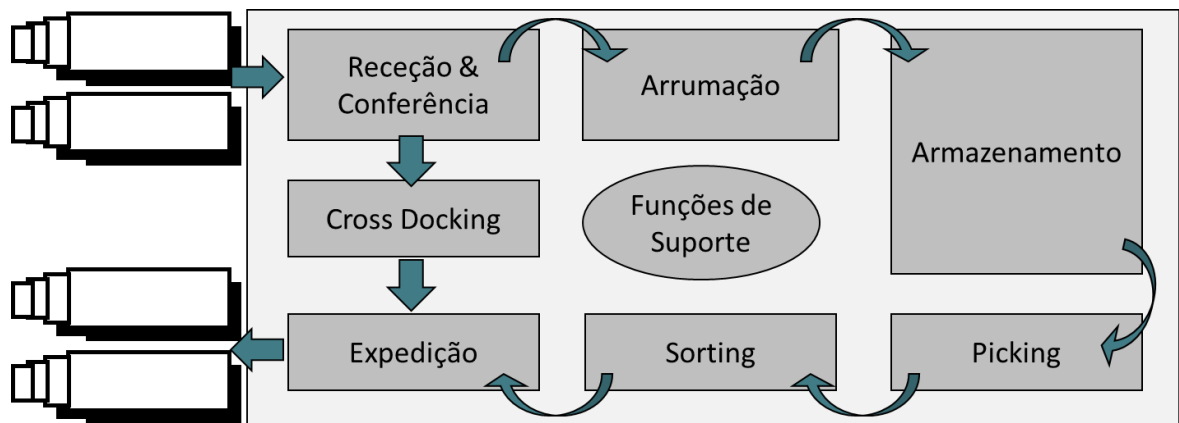


Figura 3 - Operações de armazém (Frazelle 2001)

As várias operações num armazém apresentam diferentes requisitos relativamente ao espaço físico necessário para a sua realização, tendo este um impacto significativo no desempenho destas operações. As áreas de receção e expedição necessitam de espaço suficiente, não apenas para um manuseamento eficiente, mas também para as etapas de embalagem e *sorting*. As operações de *picking* e arrumação requerem corredores com o espaço necessário para o manuseamento e acesso aos SKUs, sendo este determinado, principalmente, pelos equipamentos necessários para a execução destas tarefas. O processo com mais exigências relativamente a espaço físico diz respeito ao armazenamento, estando diretamente relacionado com a política/método de armazenagem adotado.

2.2.1 Receção e Conferência

O processo de receção é o primeiro processo pelo qual passa qualquer artigo que chegue ao armazém. Uma notificação com antecedência da chegada da encomenda pode permitir ao armazém planear a sua receção e descarga, de modo a coordenar, de forma eficiente, as restantes atividades do armazém (Bartholdi and Hackman 2008).

Após a descarga do artigo, este é conferido por forma a garantir conformidade com a encomenda que lhe deu origem. A chegada do produto é registada, as ordens de pagamento emitidas e o produto fica disponível para ser arrumado – conferência administrativa. Existe igualmente um processo de conferência física no qual é realizada a inspeção, identificando não conformidades de qualidade e quantidades, e, caso necessário, a verificação do prazo de validade da mercadoria. Os métodos de conferência utilizados devem ser ajustados à criticidade da mercadoria e ao nível de serviço do fornecedor (Coimbra 2009).

Durante este processo podem ainda ser realizadas algumas tarefas adicionais, tais como o pré-embalamento (caso o produto esteja embalado a granel e seja necessário transferir para outra tipologia de embalagem) ou a etiquetagem.

Depois da receção, os produtos podem ser diretamente reencaminhados para a zona de expedição – *cross docking* – ou para as suas localizações de armazenamento – *put away* (Gong and De Koster 2011).

2.2.2 Arrumação (*Put-away*)

Este processo inclui a verificação da localização, deslocação e colocação do produto numa posição de armazenamento. Consoante o método de armazenamento adotado, pode ser necessário definir no processo de arrumação uma nova posição para o artigo. Para que seja possível a qualquer momento ter conhecimento de todas as posições onde um determinado produto está colocado, é crítico que neste processo seja efetuado um *scan*/registo por forma a preservar a informação onde o artigo foi colocado.

Este processo revela-se bastante exigente, pois frequentemente a posição de armazenamento do produto fica distante do local onde é realizada a receção (Bartholdi and Hackman 2008). Esta atividade é tipicamente responsável por 15% dos custos das operações de armazém (Frazelle 2001). No entanto, o facto de o número linhas de *picking* por linhas de arrumação ser frequentemente elevado leva a que seja privilegiada a proximidade da localização à zona de expedição, em detrimento da zona de receção.

2.2.3 Cross docking

No processo de *cross-docking* existe uma movimentação do material diretamente da doca de receção para a de expedição, permitindo consolidar aqui encomendas com o mesmo destino final sem a necessidade de armazenar o material. Destacam-se, assim, dois focos distintos, mas complementares: consolidação de encomendas e a redução de custos de armazenamento. O primeiro tema é defendido por Kinneer (1997) ao definir esta atividade como sendo a receção de produtos de um fornecedor ou fabricante para vários clientes finais, consolidando com produtos de outros fornecedores para destinos de entrega final comuns. Apte and Viswanathan (2000) argumentam que a transferência imediata do material contribui para um tempo de permanência mínimo do material no armazém.

Num centro de distribuição tradicional, das quatro principais funções do armazém (receção, armazenamento, *picking* e expedição), o armazenamento e *picking* são as tarefas que comportam mais custos. A primeira devido aos custos de manter inventário, e a segunda pelo trabalho intensivo associado. O *cross-docking* permite, assim, reduzir as duas tarefas que representam quantias de valor mais significativas para a organização: elimina a necessidade de armazenamento e as operações de arrumação, reposição e *picking* (Van Belle, Valckenaers et al. 2012). Consequentemente, é possível atingir uma redução do tempo de entrega da cadeia logística. De referir que o *cross docking* pode também permitir reduzir as necessidades de espaço na zona de receção (Tompkins, White et al. 2002), já que o material não tem que aguardar pelo processo de arrumação.

Este processo apenas é recomendável quando existe um fluxo estável de produto e encomendas, um baixo custo de rutura, um fluxo de informação fiável (com rastreabilidade do material em toda a cadeia) e uma boa capacidade de reação do fornecedor (Kaizen Institute 2016).

2.2.4 Estratégias de armazenamento

A política de armazenamento diz respeito ao conjunto de regras que determinam o posicionamento de um determinado produto no armazém. A seleção da estratégia mais adequada depende tipicamente do balanceamento entre o esforço de *picking* e a taxa de utilização do armazém. A tipologia do produto, de fornecedor, a variabilidade da procura, os tipos de encomenda e os requisitos dos clientes são outros fatores decisivos que têm de ser tidos em consideração neste processo. Tipicamente, os métodos de armazenamento são segmentados em 3 tipos de alocação: fixa, caótica ou por classes. No entanto, devido à diversidade de elementos que podem influenciar a alocação, é adotada nesta dissertação uma subdivisão de acordo com o proposto em Gu, Goetschalckx et al. (2007), segmentando as três opções anteriores em subgrupos. A política de armazenamento baseada na localização disponível mais próxima (*Closest open location storage*) apresenta-se como um caso particular da alocação de tipo aleatória/caótica, o armazenamento por classes (*class based storage*) pode originar um agrupamento por famílias e o método de localização fixa pode ser baseado numa alocação segundo o volume de vendas dos artigos (*full turnover storage*).

- **Aleatória / caótica**

Neste método a posição de armazenamento para um determinado artigo é escolhida de forma aleatória de entre as localizações vazias que o podem acomodar (Petersen 1997). Este processo resulta numa taxa de utilização do espaço do armazém mais elevada. É recomendado ser escolhido para um ambiente controlado por computador (De Koster, Le-Duc et al. 2007), dadas as exigências a nível de integridade de informação. A posição de um artigo apenas é definida no momento da sua arrumação sendo necessário guardar esta informação de forma rápida, segura e fiável. Este método destaca-se pela maior flexibilidade na utilização do espaço livre, permitindo ocupar mais espaços (não existem posições dedicadas) de forma imediata. Com esta organização deixam de existir zonas específicas consoante a tipologia de material, tornando o processo de adaptação dos operadores mais eficiente, eficaz e simples: apenas necessitam de seguir as orientações dadas pelo sistema e não memorizar zonas do armazém.

- **Armazenamento na localização disponível mais próxima (*Closest open location storage*)**

Este sistema apresenta-se como um método de natureza aleatória/caótica, reforçando-se a condição essencial de utilização de sistemas de informação por forma a garantir a integridade da informação. Nesta alternativa, o operador tem liberdade para escolher a localização para um produto, escolhendo a primeira posição livre que encontrar. De Koster, Le-Duc et al. (2007) explicam que, caso exista excesso de capacidade, será possível verificar a existência crescente de posições livres nas zonas mais profundas do armazém.

- **Fixa / Dedicada**

Nesta estratégia de alocação, cada produto tem definida uma localização fixa. A necessidade de reservar uma posição para um produto leva a que a mesma fique bloqueada, mesmo que não exista stock para esse artigo. De destacar ainda que a localização tem de ter espaço suficiente para acomodar o máximo volume de inventário previsto. Por oposição ao método caótico, a taxa de utilização das localizações será inferior (Malmborg 1996). O facto de o artigo permanecer sempre na mesma posição de armazenamento permite aos operadores de *picking* ficarem familiarizados com a localização, o que se pode revelar uma vantagem.

De Koster, Le-Duc et al. (2007) destacam a relevância deste método quando é necessário alocar produtos com diferentes pesos. Organizando os produtos por peso e criando rotas de *picking* também de acordo com essa sequência, é possível criar atempadamente boas condições para a posterior tarefa de *picking*, permitindo recolher em primeiro os artigos pesados para depois colocar por cima os mais leves.

- **Agrupamento por volume de vendas (*Full-turnover storage*)**

Um fator que naturalmente tem um considerável impacto nas tarefas de armazém é o número de vezes que um operador de *picking* tem que se deslocar a uma localização. Um dos possíveis métodos para organizar os produtos no armazém é distribuí-los consoante o seu volume de vendas. Os artigos com mais vendas ficam situados nos locais de mais fácil acesso, tornando a tarefa de *picking* menos exigente, enquanto os artigos com mais baixa rotação são alocados em zonas mais profundas do armazém. Cada produto possui uma localização fixa, representando um caso particular da política de armazenamento fixa/dedicada, no qual o critério de distribuição é baseado no volume de vendas.

Uma métrica que pode ser aplicada para determinar a posição dos produtos diz respeito ao *cube-per-order index* (COI): rácio entre o volume de espaço necessário para o artigo e o número de vezes que este tem que ser alvo de *picking* num período de tempo (Heskett 1963, Caron, Marchet et al. 1998). O processo consiste em agrupar os produtos com mais baixo COI e colocá-los nas zonas mais acessíveis. Assim, é possível reduzir tanto o número de corredores visitados como a distância média para alcançar o corredor mais distante numa rota de *picking* (Caron, Marchet et al. 2000).

Pelo facto de a procura poder variar significativamente, este método pode-se revelar ineficiente pela necessidade de se procederem a alterações no layout. Para que a sua implementação seja possível, é crítica a existência de uma boa gestão de informação para suportar o sistema.

- **Agrupamento em classes (*Class-based storage*)**

Este método permite conjugar alguns dos métodos descritos anteriormente. O objetivo passa pela criação de classes às quais os artigos são alocados de forma dedicada/fixa, sendo posteriormente distribuídos dentro da classe de forma aleatória (De Koster, Le-Duc et al. 2007). A cada classe é atribuído um bloco de armazenamento (Larson, March et al. 1997).

O processo de agrupamento em classes pode ser baseado na frequência/rotação dos artigos, sendo utilizadas como métricas o volume da procura ou o COI. Tradicionalmente, uma das principais técnicas passa por dividir os artigos segundo o método de Pareto. No entanto, o número de classes não tem que estar limitado às três mais usuais (A, B, C) utilizadas nesta ferramenta.

Uma das principais vantagens em relação à técnica de *full-turnover* é o facto de a variabilidade na procura individual dos artigos ser absorvida dentro da classe. No global, a classe continua a representar a mesma proporção do volume, apesar de internamente a procura dos artigos ter variado. Assim, o número de alterações a efetuar por variação da posição dos artigos no *ranking* global da procura é muito mais reduzido que no outro método.

Após a definição do número de classes e da seleção dos artigos a integrar cada classe, importa refletir acerca do método de posicionamento destas no armazém. Existem

duas grandes alternativas: *within-aisle storage* – ambos os lados de um corredor têm produtos da mesma classe, e *across-aisle storage* – no mesmo corredor existem produtos das várias classes, de forma sequencial (no início produtos A, de seguida B, e assim sucessivamente). A melhor estratégia deve ser selecionada tendo por base os métodos de roteamento do *picking*, o tamanho do armazém e o número de SKU's por rota de *picking* (De Koster, Le-Duc et al. 2007).

O método *full-turnover* e o agrupamento em classes são ambos baseados no volume da procura. Estas estratégias permitem reduzir de forma significativa os tempos e as distâncias percorridas pelo operador de *picking* (Petersen 1999). No entanto, Petersen (1999) destaca que se pode verificar uma utilização não balanceada do armazém e um congestionamento dos corredores com mais atividade.

- **Agrupamento por família**

O agrupamento por classes pode ser baseado não através de métricas relacionadas com o seu volume de vendas ou rotação, mas antes pela própria tipologia e características inerentes ao artigo.

O método denominado de agrupamento por família, o qual pode ser integrado com os outros métodos previamente mencionados, pretende dar resposta a essa necessidade, agrupando componentes similares na mesma área do armazém (Rouwenhorst, Reuter et al. 2000). Para que seja possível agrupar artigos numa família é necessário primeiro estudar se existe ou não correlação entre eles (Chan and Chan 2011) [por exemplo, frequência com que aparecem em conjunto numa ordem de *picking* – impacto do fluxo de saída, ou a frequência com que dão entrada juntos em armazém (mesmo fornecedor, por exemplo) – impacto no fluxo de entrada].

Nestes casos, poderia ser interessante ter os produtos em posições próximas no armazém.

Síntese

Todas as metodologias descritas têm as suas particularidades, não sendo, no entanto, antagónicas. Muppani and Adil (2008) explicam em termos teóricos que o método caótico e o dedicado são casos extremos da estratégia de organização por classes: a estratégia caótica considera apenas uma classe enquanto a dedicada assume uma classe para cada artigo.

As várias metodologias podem ser utilizadas em simultâneo no armazém, ou até na mesma área. Por exemplo, artigos na zona de *picking* podem estar organizados segundo posições fixas, enquanto na área de reserva estão distribuídos de forma aleatória. Dentro da área de *picking*, os artigos com maior rotação podem ter posições dedicadas ao invés dos restantes que se encontram organizados de forma aleatória (Mohsen and Hassan 2002).

As políticas mais usadas para a formação de classes encontram-se normalmente focadas na redução do custo do processo de *picking*, ignorando o custo de utilização do espaço. Nestes processos, os artigos são ordenados por determinado critério e divididos em classes. O estudo de Muppani and Adil (2008) baseado na utilização de um algoritmo baseado no *Simulated Annealing* procurava encontrar outras combinações de produtos que formassem classes que permitissem atuar em paralelo tanto no custo de *picking*, como no custo de utilização do espaço. Foi ainda possível comprovar que a utilização de classes baseadas no COI pode não conduzir à melhor solução, mas a sua utilização supera a alternativa de posições dedicadas.

Em todas as estratégias é fundamental atender às necessidades particulares dos produtos, sendo, por exemplo, importante separar produtos inflamáveis ou com odor dos restantes artigos para prevenir contaminações e reduzir o número acidentes (Mohsen and Hassan 2002).

2.2.5 Picking

O *picking* é um componente vital na cadeia de valor de qualquer organização. De Koster, Le-Duc et al. (2007) definem *picking* como sendo o processo de recuperação de produtos do armazenamento (ou áreas de buffer) em resposta a um pedido específico do cliente. Uma ordem de *picking* visa satisfazer determinadas necessidades de um cliente, resultando na primeira contribuição para cumprimento do nível de serviço da organização. Pela sua importância, esta atividade tem a si alocada uma significativa componente dos custos operacionais de um armazém. Nos sistemas manuais esta é representada pelo custo de mão-de-obra, enquanto nos sistemas automatizados o esforço está concentrado no capital intensivo requerido (Drury 1988, Goetschalckx and Ashayeri 1989, Tompkins, White et al. 2002).

O uso da automação pode ser considerado aparentemente um meio de redução dos custos de mão-de-obra. No entanto, a variabilidade na forma e tamanho do SKU, a instabilidade da procura, a sazonalidade dos produtos e o grande investimento necessário continuam a contribuir para a adoção de sistemas manuais por parte das empresas (Petersen and Aase 2004).

No processo de *picking* manual, consoante o grau da tecnologia adotado, a tarefa pode-se tornar extremamente dependente do operador. Além das condições físicas com impacto no seu desempenho – ergonomia – surgem outras temáticas, aparentemente com menor relevância, mas com igual impacto na eficiência e eficácia do processo. Os fatores de natureza psicológica e mental podem influenciar significativamente o desempenho dos operadores, não só nos parâmetros referidos anteriormente, mas também no nível de serviço da organização – número de erros.

A definição do método de *picking* deve ser feita em paralelo com a seleção da estratégia de armazenamento do armazém dada a interligação existente entre ambos os temas. Assim, um dos primeiros temas a abordar aquando do estudo destes tópicos diz respeito à possibilidade de separação do stock de um determinado artigo em duas áreas: stock para *picking* (*forward area*) e para reserva (*reserve area*) (Bartholdi and Hackman 2008). O principal propósito desta divisão visa a otimização das operações, reduzindo os movimentos e acomodando fatores como a procura e o tamanho dos artigos (Mohsen and Hassan 2002). Quanto menor for a zona de *picking*, menor será a distância média que os operadores irão realizar. De Koster, Le-Duc et al. (2007) realçam a importância do *trade off* entre os ganhos resultantes da redução do esforço de *picking* e a necessidade adicional de reabastecimento regular dessa área. Poderá ser vantajoso determinados artigos apenas permanecerem na área de reserva se o volume da procura for muito elevado (tendo, por exemplo, um palete como unidade de movimentação) ou se a frequência de encomendas for reduzida (não se justificando uma zona própria na área de *picking*). Destacar ainda que em grande parte dos casos este processo implica uma significativa coordenação no armazém por forma a intercalar os ciclos de reabastecimento com os ciclos de *picking*. Um conceito semelhante é o *dynamic storage*, no qual o objetivo passa por retirar os artigos para a zona de *picking* no exato momento em que este ocorre (tipicamente associados a mecanismos automáticos).

Métodos de *Picking*

Os métodos utilizados nesta atividade podem ser segmentados em dois grupos: *Picking by line* (PBL) e *Picking by Store* (PBS).

No PBL o stock é movimentado até ao local de consolidação dos pedidos do cliente. Aquando da receção do stock dos fornecedores, são realizados o *picking* e *sorting* diretamente para as áreas de expedição dos clientes. Deste modo, tipicamente o stock não necessita de ser armazenado, permitindo eliminar não só as operações de arrumação (e *picking* mais intensivo) mas também o custo de inventário. Caso a unidade de movimentação seja a paleta, o PBL pode ser caracterizado como uma operação unicamente de *cross-docking* (Kaizen Institute 2016). A necessidade de o stock apenas estar no armazém um curto período de tempo exige um alto nível de serviço por parte dos fornecedores, permitindo rececionar o stock *just-in-time*. Caso este compromisso não seja alcançado, o nível de serviço do cliente final será afetado negativamente.

Nos armazéns tradicionais, o método de trabalho consiste na sequência de operações típicas de armazém, envolvendo o armazenamento do stock. Neste caso, a operação de *picking* revela-se mais exigente, envolvendo a deslocação à localização de armazenamento, *picking* da quantidade pedida e deslocação ao local de expedição. É, assim, a necessidade do cliente que se desloca até ao stock – PBS.

A componente mais dispendiosa das operações de armazém no caso do PBS corresponde ao *picking*, representando cerca de 55% dos custos (Frazelle 2002, Tompkins, White et al. 2010). Bartholdi and Hackman (2008) realçam que o tempo de movimentação constitui grande parte dos custos neste processo de *picking*. Por forma a reduzir esta componente não produtiva, existem diferentes políticas que podem ser adotadas para determinar quais os artigos que integram uma lista de *picking* e que serão, posteriormente, recuperados em conjunto por um único operador de forma otimizada (Petersen and Aase 2004).

A definição da metodologia e procedimento de *picking* a adotar deve ser enquadrada num conjunto de decisões direcionadas para o agrupamento de encomendas, divisão do armazém em zonas e para o modo de libertação dessas mesmas encomendas. Pela sua importância, deve-se refletir sobre cada uma das temáticas e selecionar a melhor opção em cada caso. No fim, o processo a aplicar na organização deve resultar da conjugação destas três escolhas.

Segundo Bartholdi and Hackman (2008), existem quatro técnicas diferentes de realizar a tarefa de PBS: *picking* tradicional (discreto), *wave picking*, *zone picking* e *batch picking*. De Koster, Le-Duc et al. (2007) explicam que cada método se enquadra numa das decisões anteriormente apresentadas, podendo ser, assim, adotados com conjunto, não sendo mutuamente exclusivos. Nesse sentido, na Figura 4 é possível verificar quais os métodos que se encontram relacionados com cada uma das decisões. Para cada decisão são também apresentados alguns critérios para auxiliar nas diferentes tomadas de decisão, estando indicado o método respetivo consoante a verificação dos critérios: notação “S” caso ocorram e “N” no caso oposto.

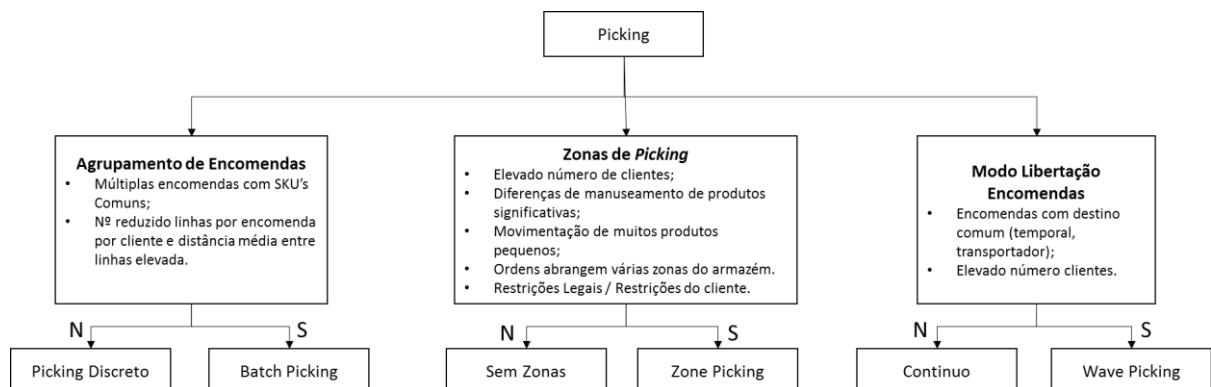


Figura 4 - Métodos de *picking* e critérios de apoio na tomada de decisão

A decisão de efetuar o agrupamento das encomendas conduz à opção entre o *picking* discreto – realizando o operador uma encomenda de cada vez – e o *batch picking* – agrupando várias encomendas numa só ordem –, podendo este ser acompanhado ou não pela tarefa de *sorting*.

No ***picking discreto*** uma ordem de *picking* reúne todos os artigos de uma encomenda de um só cliente (Petersen II 2000). O operador procede à recolha de todos os itens presentes na lista, deslocando-se às respetivas localizações. Quando finaliza uma ordem de *picking*, transita para a do cliente seguinte. Ao satisfazer cada encomenda de forma exclusiva, é possível garantir a separação dos produtos das várias encomendas, revelando-se um método simples e fiável. Como o operador em cada deslocação apenas está ocupado com uma encomenda, o processo pode-se tornar pouco produtivo, exigindo um tempo de movimentação elevado por encomenda. Este método é aconselhado aquando da existência de múltiplos artigos por encomenda, potenciando, assim, o tempo de deslocação.

O ***Batch Picking*** surge como forma de otimizar o tempo de deslocação por encomenda, permitindo que múltiplos pedidos sejam consolidados na mesma ordem de *picking*. De Koster, Le-Duc et al. (2007) expõem as duas possíveis variantes para a posterior tarefa de *sorting*: *sorting* após o processo de *picking* estar concluído (*pick-and-sort*) ou *sorting* imediato pelo operador de *picking* (*sort-while-pick*). Nesta última opção, o operador efetua o *sorting* com recurso à utilização de carros que contenham uma divisória para cada um dos diferentes pedidos. Este desloca-se a todas as localizações previstas na ordem de *picking*, colocando as quantidades requeridas de cada produto para cada cliente na respetiva divisória. Desta forma é possível reduzir o tempo que seria necessário para se proceder à separação dos artigos pelas várias encomendas, reduzindo, também, o número de potenciais erros no processo de separação dos produtos pelos clientes. Assim, Parikh and Meller (2008) realçam a importância de ser analisado o balanceamento entre a taxa de *picking* e o esforço de *sorting*.

De acordo com a disponibilidade de informações dos pedidos, é possível ainda classificar o lote (*batch*) em dois tipos: estáticos e dinâmicos (*on-line*) (Yu and De Koster 2009). No primeiro caso, a informação de pedido, isto é, o número de linhas de pedido em cada ordem, é conhecida no início do horizonte de planeamento. O problema consiste na atribuição dos vários pedidos a um lote. Por outro lado, o lote dinâmico toma em consideração a propriedade estocástica do perfil da ordem (isto é, o processo de chegada da ordem e o número de linhas de ordem num lote). O problema tem por objetivo determinar o tamanho do lote ou a janela de tempo do lote por forma a que o tempo médio de processamento de uma ordem arbitrária seja minimizado, tendo em consideração as diferentes prioridades.

Relativamente à opção pelo *picking* discreto ou *batch*, é necessário ter presente que quanto maior for o número de encomendas em cada lote, mais elevada será não só a produtividade, como também a probabilidade de erros. Deve ser tido em consideração o equilíbrio entre produtividade e qualidade do *picking*.

Apesar do fluxo de receção de encomendas ser contínuo, o tratamento das mesmas pode não o ser, podendo ser vantajoso organizá-las de forma a serem executadas em simultâneo num período de tempo específico – *wave picking*.

No ***wave picking***, De Koster, Le-Duc et al. (2007) explicam que o termo é utilizado caso um conjunto de encomendas com um destino comum (transportador, rota, zona geográfica) sejam lançadas para *picking* em simultâneo para armazém. O fator diferenciador prende-se com a possibilidade da decisão do momento temporal em que é vantajoso colocar as ordens para serem executadas, ao invés de o *picking* ser efetuado por ordem de chegada das encomendas (Parikh and Meller 2008). O tamanho do lote é definido por forma a garantir que existe disponibilidade temporal para preencher todos os pedidos. Os operadores iniciam o *picking*

em simultâneo (Gademann, Van Den Berg et al. 2001), sendo que a próxima série de pedidos apenas pode começar quando a anterior tiver terminado.

Com o propósito de reduzir movimentações e aumentar a especialização dos operadores, surgiu a necessidade de questionar a livre circulação destes pelo armazém. Decorrente disso existe a possibilidade da divisão do armazém em zonas – *zone picking* –, podendo o tratamento de um pedido do cliente ser feito em paralelo nas várias zonas ou de modo sequencial.

No *zone picking*, Gu, Goetschalckx et al. (2010) afirmam que o espaço de armazenamento se encontra dividido em zonas de *picking*, sendo que a cada zona se encontram alocados um ou mais operadores que apenas efetuam *picking* na sua zona. É possível identificar duas estratégias de *zone picking*: sequencial (progressiva, *pick-and-pass*) e simultânea (Tompkins, White et al. 2002). No primeiro caso, cada ordem é processada de forma sequencial, uma de cada vez, numa zona de cada vez, depois da qual é entregue à zona seguinte. Pelo contrário, o *picking* simultâneo consiste na recolha dos artigos respeitantes a uma ordem de *picking*, de forma paralela nas diferentes zonas. Desta forma, todos os *pickers* trabalham na mesma ordem de forma síncrona. No final é necessário consolidar as encomendas dos vários clientes, exigindo uma tarefa de *sorting* adicional (Yu and De Koster 2009). A utilização deste método de *picking* pode também ser essencial aquando da existência de requisitos legais relativamente ao manuseamento em simultâneo de diferentes tipos de material.

Também neste método é relevante analisar o balanceamento entre a produtividade de *picking* e o esforço de *sorting*. O método sequencial conduz a uma produtividade de *picking* inferior, mas permite reduzir a etapa de *sorting*, ao invés que na opção simultânea, a produtividade de *picking* denota-se mais elevada, mas tal reforça a necessidade de um *sorting* mais exigente no final do processo.

Parikh and Meller (2008) revelam que o bloqueio – corredor sobrelotado - pode ser mais crítico quando não existem zonas específicas para cada operador, pelo facto de, neste caso, eles se poderem mover livremente, resultando em tempos de espera e produtividade reduzida.

Por outro lado, uma carga mal balanceada dos operadores de *picking* pode provocar o não cumprimento das ordens no tempo útil atribuído, sendo este problema mais frequente nos sistemas de *zone picking*. Bartholdi and Hackman (2008) reforçam a dificuldade deste balanceamento dada a diferença de desempenho entre os vários operadores e a diversidade de complexidades das várias linhas de cada ordem.

2.2.6 Sorting

Esta etapa consiste na preparação dos artigos para sua expedição. Caso a tarefa de *sorting* não tenha sido incorporada na metodologia de *picking* adotada (como acontece no *picking* discreto, *sort-while-pick*, *zone picking* sequencial), é necessário agrupar os diferentes produtos que compõe cada encomenda, distribuindo-os pelos respetivos clientes (Frazelle 2002).

2.2.7 Expedição

O processo de expedição num armazém consiste na interface para o fluxo de saída de material (Gu, Goetschalckx et al. 2007).

O processo de embalamento ocorre após a tarefa de *sorting* estar concluída. As encomendas são embaladas por forma a garantir que não chegam danificadas ao cliente. O embalamento pode ser realizado em caixas, paletes, envelopes almofadados, entre outros.

Para garantir a conformidade da encomenda em termos de qualidade e quantidades é efetuada uma atividade de conferência antes do embalamento. A concentração de mais do que uma tarefa num só local (por exemplo, conferência de encomendas no processo de embalamento em detrimento de uma zona própria para o efeito), pode ser uma estratégia interessante como forma de otimizar o espaço disponível.

De seguida, pode ser executada uma tarefa de etiquetagem e são preparados os documentos de transporte (impressão das guias de transporte, guia de remessa e fatura). Por fim, as encomendas são organizadas por rota de destino e carregadas nos respetivos transportes.

Cada expedição tem a si associado um *cutoff*, isto é, um limite temporal em que uma encomenda pode ser recebida para ser enviada nessa expedição (Van den Berg 2007).

2.2.8 Tecnologias de informação no contexto da gestão de armazéns

A automação e o desenvolvimento de tecnologias de informação apresentam-se como elementos chave no processo de otimização de um armazém. No entanto, muitas empresas continuam a não utilizar estas novas tecnologias nas suas operações, suportando-as com documentos físicos. Nestes casos, o operador tem um papel determinante no sucesso das operações, sendo um elo fundamental para assegurar a consistência da documentação e informação associada a todo o processo. Nesse sentido, torna-se importante refletir acerca do impacto dos fatores humanos na consecução das suas tarefas diárias.

Os fatores humanos (FH) podem ser definidos como interações numa relação homem-sistema e podem ser subdivididos em aspetos físicos (por exemplo, postura), mentais (por exemplo, competência) e psicossociais (por exemplo, motivação ou stress). Todos estes têm um impacto direto no resultado da tarefa de *picking*, sob a forma do tempo, qualidade, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores (Patrick Neumann and Dul 2010). No estudo desenvolvido por Grosse, Glock et al. (2015), é apresentado o impacto dos FH, tendo sido desenvolvido um *framework* que explora como é que estes integram o planeamento das operações de *picking*, focando na sua análise três pontos fundamentais: desempenho (tempo por ordem, posição do produto), qualidade (percentagem de erros no volume total), saúde e segurança ocupacionais (número casos de doenças relacionadas com trabalho por ano). Por constituir uma atividade maioritariamente exercida com recurso a mão-de-obra, os operadores do *picking* constituem elementos determinantes para a eficácia, eficiência e qualidade da tarefa. Este facto tem conduzido a uma maior sensibilização por parte das empresas relativamente às condições de trabalho dos operadores, com principal destaque para a ergonomia. A realização de um conjunto de tarefas repetitivas pode resultar em vários distúrbios musculares, representando a maior causa de absentismo, responsável por mais de 52% das doenças relacionadas com o trabalho (Schneider, travail et al. 2010).

Um outro exemplo encontra-se relacionado com as possíveis mudanças na procura de um produto ao longo do tempo que podem conduzir a alterações na sua localização em armazém. Este fator levará a uma redução da familiaridade do operador para com aquele produto, levando-o a reaprender as novas posições e, por conseguinte, a apresentar uma taxa de produtividade inferior (Grosse, Glock et al. 2013). A perceção do desenho do armazém (fator percetivo), a capacidade de perceber e relembrar a rota de *picking* (fator mental), o método de deslocação e manuseamento do material (fator físico) revelam-se fatores decisivos. Destacar também que a frequência com que estas alterações ocorrem podem também conduzir ao agravamento dos fatores psicológicos, com principal destaque para a motivação, tédio, stress, carga e organização do trabalho.

O aparecimento dos sistemas de gestão de armazéns na década de 1980, ao mesmo tempo que o conceito de informação em tempo real foi colocado em prática com a comercialização dos

leitores de códigos de barras e de rádio frequência (MVPVL 2017), permitiram tornar os processos logísticos menos dependentes dos operadores.

O recurso às tecnologias em armazéns visa, por lado, providenciar ferramentas aos gestores para uma gestão mais controlada e fundamentada, e, por outro lado, otimizar a execução dos processos por parte dos operadores (Frazelle 2002). No primeiro caso, a criação de um ambiente controlado por computador permite uma monitorização permanente da atividade do armazém, registando um conjunto de métricas e indicadores de desempenho – produtividade, níveis de serviço, tempos de ciclo, densidade de armazenamento. Esta opção contribui para uma contínua simplificação das operações, devido à otimização e fiabilidade das comunicações entre os operadores e os equipamentos. Na perspetiva do operador, um sistema de gestão de armazém permite, assim, a execução de tarefas sem recurso ao auxílio de papel, possibilitando também a realização destas mantendo as mãos livres.

Atendendo ao processo de *picking*, a produtividade com que este processo é realizado encontra-se intimamente relacionada com a tecnologia existente para auxiliar essa tarefa. Tradicionalmente, a técnica mais corrente e simples de efetuar a recolha dos artigos de armazenamento é baseada numa lista impressa contendo a identificação dos produtos, as quantidades e respetivas localizações. De acordo com De Koster and Van Der Poort (1998) e Poon, Choy et al. (2009), os sistemas de *picking paperless* (sem recurso a papel) podem ter um papel determinante na obtenção de benefícios nesta tarefa. A adoção destas tecnologias permite facilitar o trabalho dos operadores, simplificando o acesso à informação sobre o produto que está a ser picado e ajudando na procura da posição de armazenamento como forma de reduzir os erros. Battini, Calzavara et al. (2015) destacam o possível impacto da conectividade online entre os operadores de *picking* e o armazém. Ao garantir uma atualização permanente de informação de stock, é possível reagir mais rapidamente a problemas, monitorizando em tempo real a operação e conduzindo a um aumento da produtividade global.

Em seguida, são apresentadas de forma sucinta as principais técnicas de *picking*:

Técnica lista impressa:

- *Picking List*: o operador circula com a lista de *picking*, contendo informações do produto (localização, referência e quantidades), e procura a respetiva posição no armazém.

Técnicas *paperless*:

- Leitores de código de barras por radiofrequência: o terminal indica o produto, a localização e a quantidade, sendo o operador responsável por confirmar a quantidade retirada;
- *Fingerscan*: uma unidade de scanner de código de barras mãos-livres é montada na parte de trás da mão ou pulso do operador. O leitor de código de barras é acionado pelo operador ao mover posicionalmente um ou mais dedos. Um terminal acoplado no pulso indica todas as informações necessárias;
- *Voice picking*: o operador interage com o computador, através de um auscultador, recebendo as indicações de que necessita e reportando-lhe *feedback*;
- *Picking by light*: um sensor luminoso na localização indica qual o artigo que deve ser recolhido e respetiva quantidade;
- *Picking by vision*: através de um *Head-Up Display* (HUD) ou *Head-Mounted Display* (HMD), o operador tem indicação visual da localização do artigo, sobrepondo-se uma imagem virtual com indicações à realidade.

- *Picking-by-CMD*: o gráfico do *layout* do armazenamento é transferido para um monitor montado no carrinho de *picking*, permitindo ao operador identificar a posição física do item por comparação com a posição virtual.

Estas técnicas encontram-se mais detalhadas no ANEXO A.

Na Tabela 1, é possível observar uma comparação entre as diferentes técnicas. A conectividade em tempo real permite manter de forma atualizada e contínua os dados de inventário no armazém, contribuindo para um melhor fluxo em todas as áreas da organização. A capacidade de ter as mãos livre e o foco da visão nos produtos/localizações são condições determinantes no aumento da produtividade desta atividade. Por fim, a flexibilidade e o custo devem ser estudados e analisados, tendo em conta a complexidade da situação em particular.

Tabela 1 - Comparação de diferentes técnicas de *picking*

Crítérios	Picking List	Leitor Código Barras Radiofrequência	Finger Scan	Voice picking	Picking by light	Picking by vision	Picking-by-CMD
Conectividade tempo real		X	X	X	X	X	X
Portátil	X	X	X	X		X	
Mãos Livres			X	X	X	X	X
Campo de Visão Livre				X	X	X	
Instalação Fixa (flexibilidade)					X		X
Custo Elevado				X	X	X	X

Importa destacar que estas tecnologias não são exclusivas do processo de *picking*, sendo também aplicadas às restantes atividades do armazém (receção, conferência, arrumação), de acordo com as respetivas necessidades. Só assim, é possível integrar todo o fluxo de informação no armazém através do uso de tecnologias de informação avançadas.

Rizzi and Zamboni (1999) explicam que a integração de um sistema de gestão de armazéns por si só não garante a otimização da logística de armazém. Com efeito, a implementação do sistema em conjunto com o redesenho e reorganização da logística e processos do armazém contribui para a criação de sinergias, permitindo atingir uma eficiência global superior.

3 Caracterização da situação Inicial

O crescimento no volume de negócios que a empresa tem experienciado conduziu à necessidade de uma revisão das várias etapas na cadeia de valor da organização com o objetivo de identificar novas oportunidades de melhoria.

Inicialmente, é descrito o fluxo de materiais, obtido com a utilização da ferramenta de VSM. Seguidamente, é apresentada a situação inicial dos principais processos de armazém, sendo realizado um estudo detalhado dos mesmos. A análise presente neste capítulo encontra-se focada apenas num dos armazéns da organização.

3.1 A empresa

As empresas da organização – Civiparts para veículos pesados e AS Parts/ONEDRIVE para veículos ligeiros – compram aos fabricantes, gerem stock e oferecem serviços de valor acrescentado para garantir níveis de serviços e fidelização. No caso dos veículos ligeiros, a AS Parts atua como importador e grossista enquanto a ONEDRIVE como retalhista. Apesar de distintas, tanto os principais produtos como macroprocessos são semelhantes.

No que diz respeito aos principais segmentos de clientes, destacam-se, no caso da Civiparts, empresas de transporte de mercadorias, com frota própria, de construção, de revenda de peças, de transportes de passageiros e oficinas. Já no caso da AS Parts, os principais clientes encontram-se agrupados em casas de peças, nova distribuição, oficinas independentes, redes de oficinas e empresas de frotas e *rent-a-car*.

No presente capítulo é realizada a caracterização de um dos armazéns da empresa, o qual será apresentado na presente dissertação como o modelo piloto. Este é um dos armazéns responsáveis pela importação e gestão de peças para automóveis ligeiros.

3.2 Tipo de produtos

Os tipos de produtos comercializados pela empresa em estudo podem ser enquadrados em diferentes segmentos. A gama em oferta inclui lubrificantes, material de carroçaria (por exemplo, *capots* ou espelhos), material de travagem (por exemplo, discos ou pastilhas de travão), material de embraiagem, material do motor (por exemplo, correias de distribuição e filtros óleo), material do sistema alimentação (por exemplo, bombas e tubos de combustível), material de suspensão (por exemplo, amortecedores e braços de suspensão), material de transmissão, material de segurança (por exemplo, escovas limpa-vidros), material elétrico (alternadores e baterias) e material de ignição (por exemplo, velas).

Na Figura 5, pode-se observar que a categoria que representa um maior volume em vendas, tanto em quantidade como em valor, diz respeito ao material de motor, com cerca de 26% da faturação mensal correspondente a 48% da quantidade de material movimentado. De destacar que cerca de 88% dos materiais de motor movimentados são respeitantes à subcategoria filtros, o que justifica a importância que este produto tem para a empresa.

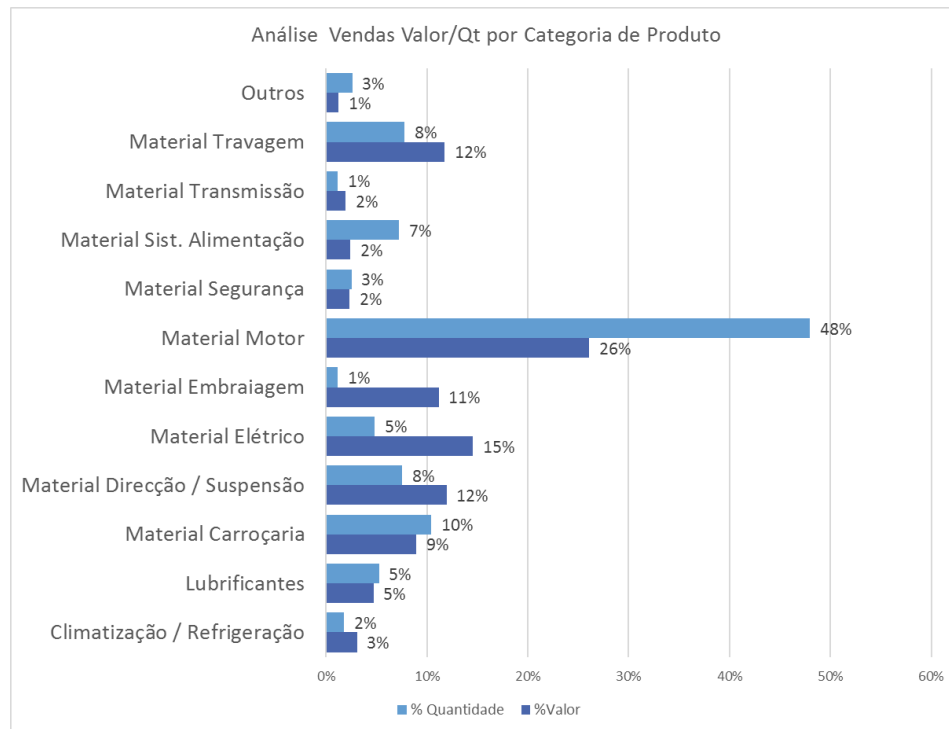


Figura 5 - Análise das vendas (valor e quantidade) por categoria de produtos respeitantes a um mês

Foram realizadas duas análises de Pareto às referências da empresa, em valor e em quantidade, por forma a estudar a influência individual das referências de cada tipo no desempenho do armazém. Na Figura 6, observa-se que cerca de 80% das vendas (em valor) são explicadas por 29% das referências. No caso da análise por quantidade presente na Figura 7, a regra de Pareto encontra-se espelhada de forma exemplar: 80% das quantidades de produto vendidas correspondem a 20% das referências. De destacar que ambas as análises permitem auferir que, atuando num conjunto restrito de referências, é possível ter um impacto acentuado no desempenho do armazém.

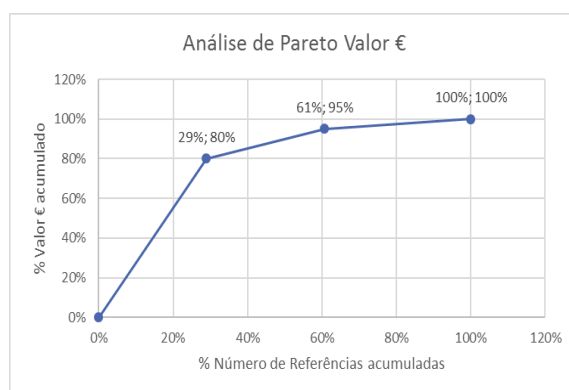


Figura 6 - Análise de Pareto das referências, considerando o valor vendido num mês

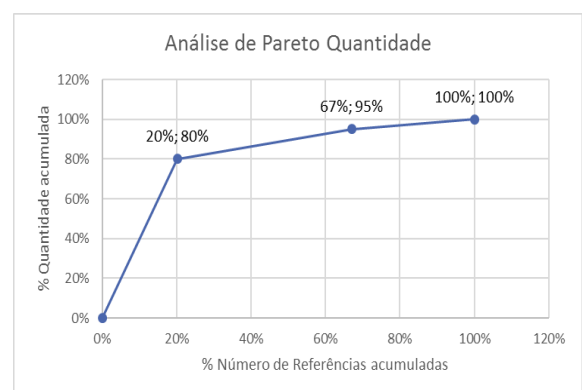


Figura 7 - Análise de Pareto das referências, considerando as quantidades vendidas num mês

O material de carroçaria incorpora um conjunto de requisitos específicos para a sua arrumação, dada a complexidade da sua forma, necessários para assegurar a sua qualidade. Relativamente aos lubrificantes e às baterias, por estarem condicionados a um prazo de validade, também exigem uma atenção especial. Assim, cada tipologia de produtos tem as suas particularidades, fator decisivo aquando do seu armazenamento.

3.3 Descrição do fluxo de materiais

Para compreender melhor o processo, é necessária uma adequada descrição do fluxo de informação e materiais ao longo de toda a cadeia de valor da empresa.

As encomendas a fornecedores são calculadas através de uma aplicação informática que tem por base, entre outros fatores, as características do fornecedor (*lead time*, frequência de entrega, *minimum order quantity*-MOQ) e a previsão de vendas fundamentada no histórico. Aquando da chegada do material ao armazém, este transita entre as várias atividades – receção, conferência, arrumação –, ficando armazenado e preparado para ser requisitado. Todos os dias, é emitida a lista de material pendente que necessita de ser conferido. Quando o cliente efetua uma encomenda, é gerada uma guia de aviamento, a qual é colocada numa caixa de nivelamento para dar origem a uma ordem de *picking*. Após o material ser recolhido, este percorre as etapas da linha de expedição. Para a expedição das encomendas, existem 7 *cutoffs* diários. Um *cutoff* encontra-se definido como o último momento temporal em que uma encomenda pode ser recebida para ser enviada numa determinada expedição. Se ainda existir um *cutoff* disponível que contemple esse cliente, o produto é expedido no próprio dia. Na Tabela 2 encontra-se apresentada a lista de *cutoffs* disponíveis, estando indicada a sua hora, a de saída do transportador e a limite de chegada ao cliente. Apenas existem dois clientes que têm alguns *cutoffs* exclusivos, sendo denominados por motivos de confidencialidade por A e B.

Tabela 2 - Lista de *cutoffs* disponíveis para o armazém em estudo

Hora Cutoff	Hora Saída	Entrega Loja	Cutoff
09:30	09:45	10:30	Cutoff-A/B-1
10:45	11:00	12:00	Cutoff-A/B-2
11:30	12:30	13:30	Cutoff-Geral-1
12:30	13:30	17:00	Cutoff-A/B-3
14:45	15:00	16:00	Cutoff-A/B-4
16:30	16:45	18:00	Cutoff-A/B-5
19:00	20:00	09:30	Cutoff-Geral-2

Ao longo das várias etapas existem cinco pontos intermédios de stock: o stock para ser conferido, o conferido pronto para ser armazenado, o armazenado, o recolhido das localizações a aguardar embalamento e o stock para ser expedido.

Na Figura 8 é possível observar o VSM relativo à cadeia de valor da empresa em estudo.

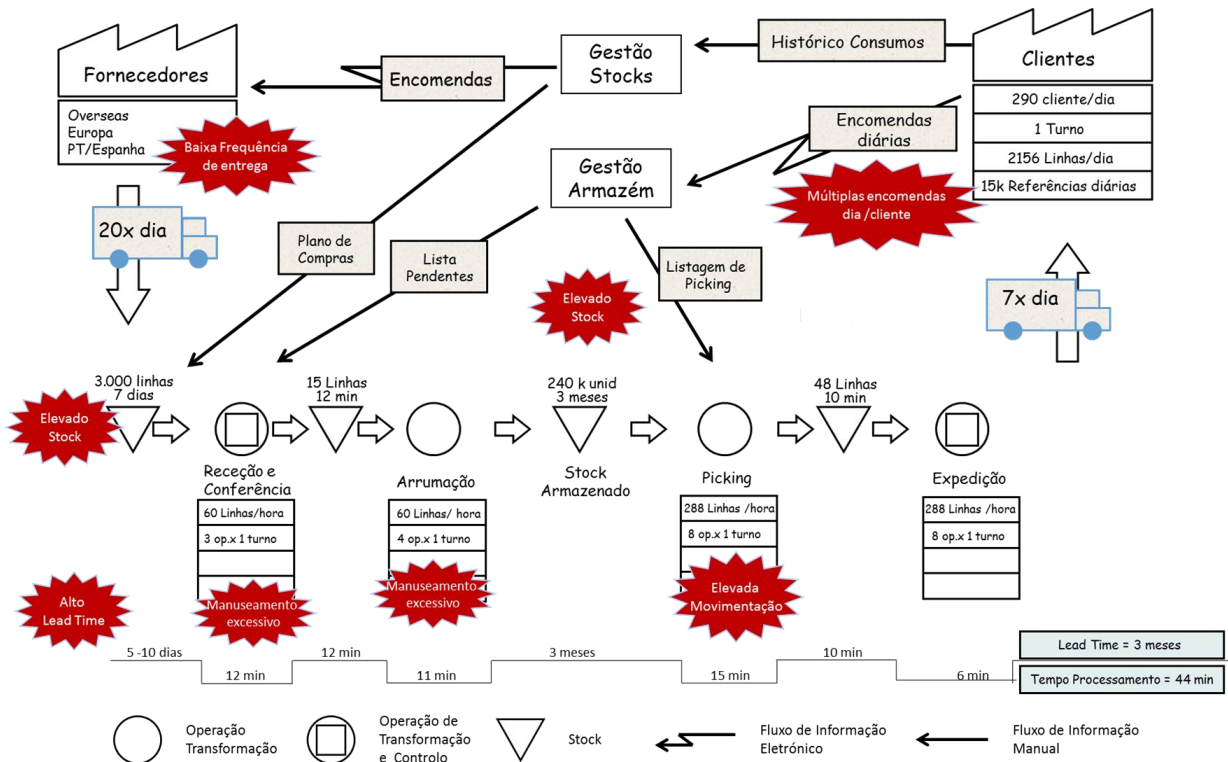


Figura 8 - Value stream map da cadeia de valor

Existe um conjunto de fatores que contribuem para a complexidade da rede. A existência de múltiplos fornecedores com diferentes *lead time* e frequências de entrega, vários *cutoffs* por dia para entrega de encomendas, conjugação de diferentes requisitos de clientes (uns privilegiam o preço e o nível de serviço, outros a rapidez de entrega) e uma oferta de produtos muito variada (mais de 105 mil referências) são algumas dessas condicionantes.

O período de espera antes do processo de conferência gera um elevado volume de stock, impactante no nível de stock de toda a cadeia. Os tempos de execução das operações de conferência, arrumação e *picking* revelam-se cruciais para o desempenho do armazém, em particular devido ao elevado manuseamento, sendo devidamente detalhados nas secções posteriores.

Encontra-se exposto na Figura 9 o fluxo do material dentro do armazém. O material rececionado no armazém é encaminhado para a zona de conferência. Após a análise de conformidades de quantidade e qualidade, é transportado para as zonas de armazenamento dos dois pisos. Para o transporte das cargas entre pisos existe um elevador para o efeito.

Quando uma ordem de *picking* está disponível, o operador desloca-se às várias posições de armazenamento (pisos 1 e 2), entregando todos os produtos recolhidos na zona de expedição.

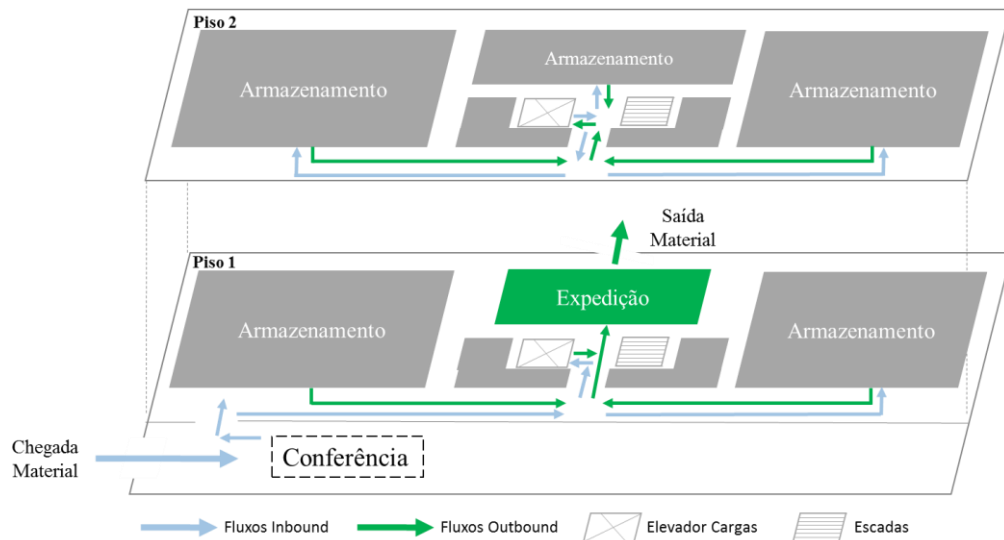


Figura 9 - Fluxo de material dentro do armazém

3.4 Análise dos fluxos *inbound*

3.4.1 Receção e Conferência

O processo de conferência constitui uma atividade chave na organização. Atualmente, nesta etapa, o *lead time* médio do material situa-se entre 5 a 10 dias, sendo o tempo médio de execução de um ciclo de conferência de 12 minutos. O ano de 2016 apresentou uma média de 6,7 dias de conferência, bastante superior aos 4,7 dias médios análogos do ano anterior. A variação ao longo do ano do *lead time* - Figura 10 - encontra-se justificada, por um lado, pelo nível mais reduzido de atividade no início do verão e, por outro, pelos dois momentos temporais de chegada de um maior volume de carga de importação (principalmente de material de carroçaria, no início do ano e nos meses de agosto e setembro).

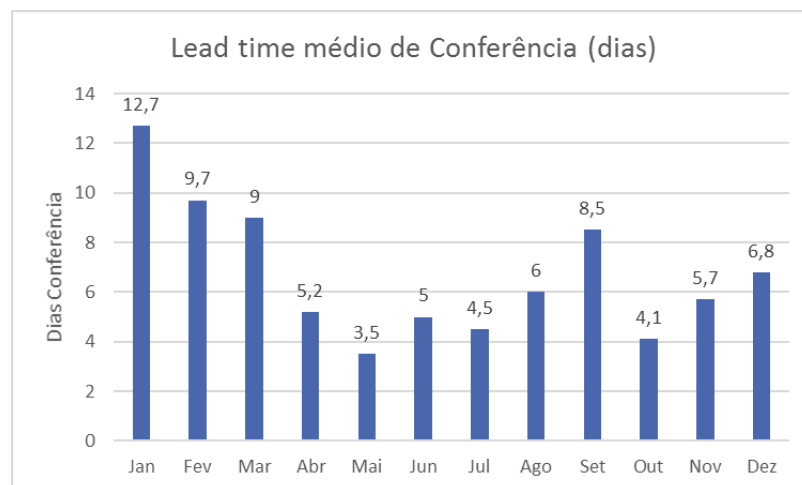


Figura 10 - Tempo médio de conferência em dias por mês durante o ano 2016

Este facto tem um impacto significativo no stock existente na cadeia de valor da empresa: quanto maior for o tempo de reposição (Equação 1), isto é, o tempo necessário para repor uma unidade em armazém, maior será o stock médio em armazém para conseguir suportar este tempo de espera.

$$\text{Tempo Reposição} = \text{LT Calendário encomendas} + \text{LT Fornecedor} + \text{LT Conferência} \quad (1)$$

A sequência de etapas do processo de conferência encontra-se descrita na Figura 11.

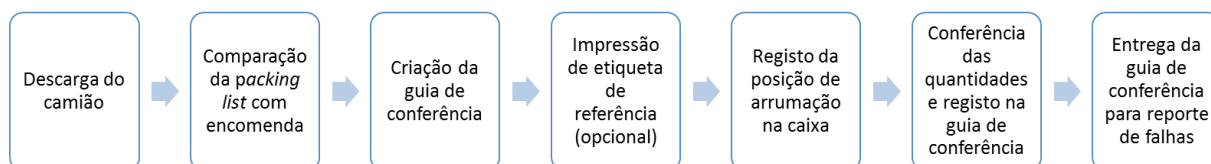


Figura 11 - Etapas do processo de receção e conferência

Quando o material chega a armazém, este é descarregado e colocado na zona de conferência. De seguida, o *packing list* é comparado com a encomenda da qual resultou, realizando-se uma análise de preços e referências, e procede-se à criação de uma guia de conferência. Este processo é realizado de forma manual, linha a linha, revelando-se pouco produtivo. Nesse momento, são também impressas etiquetas para referenciar os produtos que não têm uma identificação consistente com a utilizada na empresa. No instante em que a encomenda necessita de ser conferida, os produtos são colocados no chão por referência - Figura 12. Posteriormente, são conferidas as quantidades existentes e comparadas com a indicação presente na guia de conferência, sendo registada manualmente na etiqueta do material o código da localização onde será arrumado.

No final, a guia é entregue ao responsável do processo para registo de inconformidades.

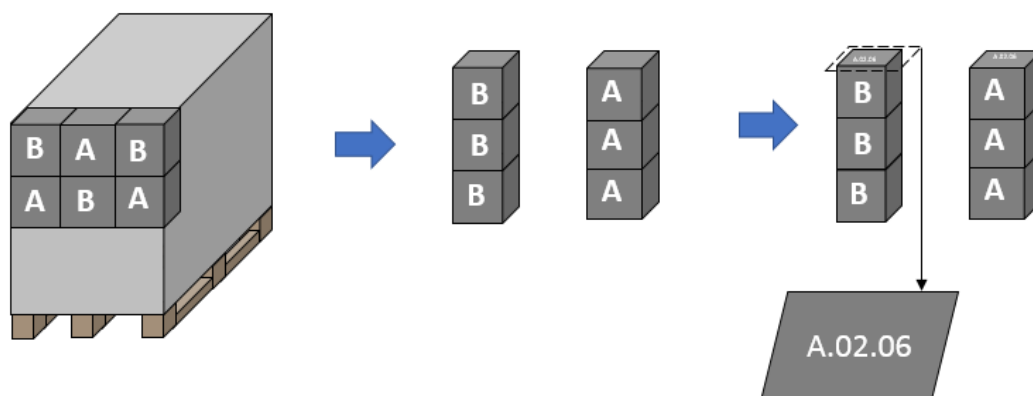


Figura 12 - Ilustração do processo de conferência

Este processo é realizado, tipicamente, por 3 colaboradores, os quais são também responsáveis pela verificação de quantidades e registo das localizações. Trata-se de uma atividade extremamente manual, na qual as peças são manuseadas com uma elevada frequência antes da arrumação, podendo conduzir, em certos casos, à danificação do material. De notar que a carroçaria representa a tipologia que está mais exposta a danos, correspondendo também à categoria em que a exigência do cliente é muito relevante. O elevado manuseamento também contribui para a acumulação de um acentuado volume de material à espera de ser conferido, resultando num tempo de espera alto, como previamente apresentado, e numa baixa eficiência. Quando surge alguma urgência, é transmitida à conferência o material que deve ser conferido.

3.4.2 Arrumação

Após os materiais serem conferidos, estes são transportados para as suas localizações.

Os operadores responsáveis pela tarefa de arrumação seleccionam um conjunto de materiais do grupo de produtos já conferidos. A opção é feita de modo aleatório, existindo apenas a preocupação de agrupar artigos que têm como destino o mesmo piso, através da leitura do código que foi escrito na etapa anterior. Trata-se de um processo moroso, no qual inspecionam os vários produtos disponíveis para identificar os qualificados para o transporte que vão realizar, despendendo um período de tempo considerável nesta atividade como demonstrado na Figura 13. A rota a seguir é realizada sem nenhuma ordem

específica/otimizada. Caso não exista espaço suficiente para acomodar o material na respetiva posição, é escolhida uma das seguintes opções: colocar na estante de cima; procurar outro local onde colocar a quantidade recebida mais a quantidade que estava na posição anterior e registar num papel a nova localização; arrastar os produtos das referências vizinhas para o lado e manter a sequência.

A realização desta tarefa encontra-se delegada a 4 operadores que podem efetuar os ciclos de arrumação individualmente ou aos pares, consoante as particularidades do material. Em média, cada ciclo de arrumação tem a duração de 12 minutos.

A dependência excessiva do operador na tomada de decisões ao longo do processo contribui para a baixa otimização do mesmo. A existência de materiais semelhantes em posições próximas conduz a um aumento da probabilidade de erros na arrumação dos produtos nas localizações.

Outras complicações emergem no caso particular da carroçaria. A complexidade destas peças origina dificuldades no manuseamento dos materiais, na acomodação das peças nos carros de transporte (pouco adaptados) e nas posições de armazenamento. Estas complicações refletem-se na necessidade de dois colaboradores para efetuar um ciclo de arrumação de carroçaria. Também, algumas estantes pouco otimizadas contribuem para a dificuldade na colocação de artigos de alto volume.

O tempo gasto efetivamente no processo de arrumação representa apenas 29% do tempo da atividade, como ilustrado na Figura 13, afetado de forma acentuada pelas particularidades descritas anteriormente. As restantes tarefas sem valor acrescentado completam o tempo de atividade, com 50% e 21%, para movimentação e colocação dos materiais no carro, respetivamente.

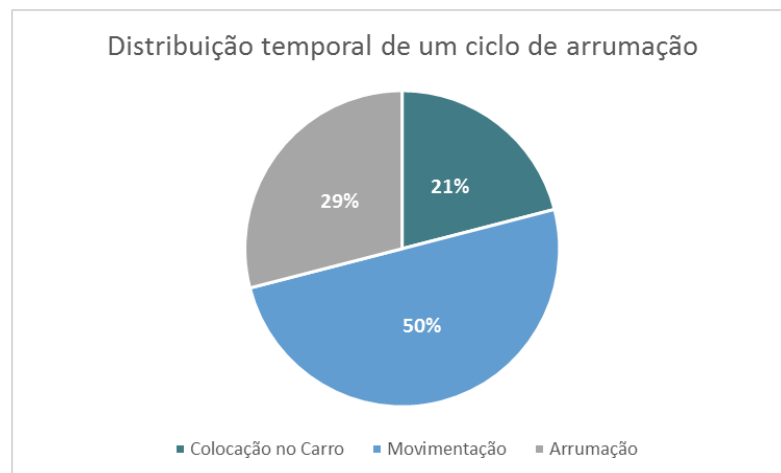


Figura 13 - Tempo despendido em cada tarefa de arrumação

Tal como na conferência, a eficiência com que esta atividade é realizada tem um impacto direto na quantidade de stock necessário a armazenar.

3.5 Estratégia de armazenamento

O modo de organização do armazém tem um impacto decisivo nas tarefas de arrumação (*put away*) e *picking*.

A estratégia de armazenamento em vigor encontra-se baseada em classes, em particular por famílias de produtos e fornecedores. Este processo visa, principalmente, facilitar a tarefa de arrumação no armazém, permitindo otimizar as respetivas deslocações de uma encomenda completa de um fornecedor. No entanto, esta estratégia prejudica os movimentos de *picking*, devido à diversidade de produtos por encomenda e por ordem de *picking*, aumentando as

deslocações nesta tarefa. Na verdade, o rácio entre linhas *out*/linhas *in* é de 4,8, isto é, por cada linha para arrumação que entra em armazém, são expedidas 4,8 linhas. O processo recorrente trata-se do *picking* e não da arrumação.

Na Figura 14 pode-se verificar a distribuição das várias famílias de produtos/fornecedores pelo armazém. Em ambos os pisos, as colunas de A-N estão destinadas a material de carroçaria, sendo a configuração das estantes adaptadas para acomodar as particularidades deste material. Os restantes blocos de armazenamento apresentam estruturas semelhantes, estando organizados por tipo de produto, contendo materiais de diferentes fornecedores – zona dos filtros, zona da iluminação e, assim sucessivamente. Destaque para o Fornecedor X que, por oferecer uma significativa diversidade de produtos, tem alocada uma área própria do armazém contendo produtos de várias categorias diferentes. Os óleos e baterias encontram-se numa zona separada, não só pelo facto de o armazenamento ser realizado à palete, mas também devido às suas características inflamáveis.

De destacar também que dentro de famílias de produtos os artigos estão tradicionalmente organizados por sequência da referência, conduzindo à existência de artigos com diferentes formas e tamanhos armazenados em conjunto. Esta situação origina um desaproveitamento, por exemplo, da profundidade das estantes e, por conseguinte, da ocupação da área de armazenamento.



Figura 14 - Distribuição de produtos nos pisos 1 e 2

No primeiro piso encontra-se armazenado 61% do volume em valor de stock, estando o restante valor no piso superior. De destacar que o ranking dos 10 artigos com mais valor em stock se encontra no primeiro piso.

Dentro de cada família é utilizada uma estratégia de alocação fixa: cada produto tem a si alocada uma posição pré-definida. No entanto, uma localização pode ser utilizada por mais do que uma referência. Este facto conduz a que no processo de arrumação, quando já não existe espaço para os produtos de uma referência, seja utilizada uma das alternativas descritas na secção 3.4.2:

- Colocar na prateleira de cima mantendo a mesma localização e permanecendo nesta as restantes unidades do produto;
- Procurar outro local na proximidade onde colocar a quantidade recebida mais a quantidade que estava na posição anterior - Adaptação da estratégia de armazenamento na localização disponível mais próxima, *Closest open location storage*. A nova localização passa a ser única onde se encontra produto (ficando registada informaticamente);
- Arrastar os produtos das referências vizinhas para o lado e manter a sequência. No entanto, incorre-se no risco de alguns produtos deixarem de estar na posição correta.

De notar que nos casos em que fica registada uma nova localização pode permanecer ainda produto na posição antiga, que para todos os efeitos pode ficar perdido no armazém.

Existe também uma zona no armazém destinada a *overflows* (excesso de produto). Quando o volume de um produto que entra em armazém é demasiado elevado para ser colocado na localização respetiva, este é transferido para uma única zona no armazém destinada a esse efeito. Contudo, esta posição não fica registada em sistema.

As estantes utilizadas nem sempre são as mais adequadas, resultando na existência de bastante espaço subutilizado. Esta temática toma também relevância no caso da carroçaria, que por se tratar de artigos com elevado volume, exige requisitos especiais no que diz respeito à sua arrumação. Este facto torna-se evidente no cálculo do rácio vendas/volume, em que a carroçaria apesar de representar apenas 10% da faturação, ocupa cerca de 33% do espaço de armazenamento. Desta forma, em caso de um potencial aumento do volume de vendas desta categoria, o espaço que poderia ser mais rentável a armazenar outros tipos de produtos deixaria de estar disponível, incorrendo-se num custo de oportunidade elevado devido ao aumento dos níveis de stock de carroçaria.

3.6 Análise dos fluxos *outbound*

3.6.1 Picking

A entrada de uma encomenda por parte de um cliente gera uma guia de aviamento, sendo esta, de seguida, impressa. O modo de libertação de encomendas é, assim, contínuo, em fluxo, entrando as encomendas em fila de espera logo a partir do momento em que chegam a armazém. As encomendas são divididas consoante a zona do armazém (quatro zonas, duas por piso: carroçaria e mecânica), de modo a agrupar pedidos que potencialmente serão recolhidos de localizações próximas. Assim, as guias são colocadas na caixa da respetiva zona. De referir que se trata de pedidos completos dos clientes, podendo conter produtos de diferentes áreas do armazém. Quando as guias de uma caixa totalizam um número de linhas pré-definido (sete ou quinze por forma a cada ciclo ter uma duração de 15 minutos), são agrupadas num rolo e colocadas na caixa de nivelamento, totalizando uma ordem de *picking*. A caixa de nivelamento apenas é utilizada para priorizar ordens de *picking*, não sendo efetuada uma alocação de uma ordem específica, a um colaborador específico para determinada hora. O número de linhas por ordem de *picking* está associado ao tipo de material a recolher: pelo facto de o material de carroçaria englobar à partida uma maior complexidade, estão previstas apenas sete linhas por ciclo. A metodologia de *batch picking* é, assim, utilizada, permitindo agrupar na mesma ordem de *picking* encomendas de diferentes clientes. Apesar de em cada ciclo serem recolhidas as 60 linhas previstas (caso de 15 linhas por cada 15 minutos), no total diário o registo por hora de colaborador situa-se apenas das 35 linhas/hora, representando uma perda de produtividade devido a *setups* de 50%.

O operador de *picking* recolhe uma ordem da caixa de nivelamento (não estando alocado a nenhuma zona específica do armazém) e inicia o ciclo de *picking*. Não existe nenhuma ordem definida, seguindo o operador a sequência que no seu entender é mais rápida, podendo não ser a mais otimizada. O operador procura, de entre as várias folhas da ordem, a posição seguinte que deve visitar. Para auxiliar no transporte do material e permitir realizar a tarefa de *sorting* em paralelo com a de *picking*, é utilizado um carro com várias divisórias, permitindo associar a cada uma delas um cliente da ordem de *picking* – *sort-while-pick*. Quando chega a uma localização, recolhe as respetivas unidades, coloca numa posição do carro (que têm pouca gestão visual) e escreve uma indicação na folha. Caso não exista a quantidade suficiente, desloca-se às posições de reserva. No fim do ciclo entrega o carro na zona de embalagem.

No armazém existem 8 colaboradores destinados à execução dos ciclos de *picking*, que os podem realizar de forma individual ou aos pares consoante as particularidades do material. Em períodos de maior carga, pode também ser realizado por colaboradores do processo de arrumação.

A estratégia de organização do armazém por família de produto e fornecedor (detalhada na secção 3.4.2) tem um impacto relevante no processo de *picking* atual. A Figura 15 indica, para cada conjunto de localizações no armazém, quantas vezes foram visitadas para *picking* num mês. É possível observar a existência de referências de elevado consumo dispersas por várias áreas do armazém, sobrecarregando a tarefa de *picking* por se encontrarem longe da zona de expedição. Por sua vez, os filtros registam tanto um volume mais acentuado de vendas, como de quantidades vendidas. No entanto, não se encontram numa posição privilegiada do armazém, encontrando-se longe da zona de expedição, apesar de registarem uma elevada frequência de *picking*. Através da observação da referida figura, é possível novamente comprovar que o material de carroçaria ocupa uma área privilegiada do armazém, apesar de registar um reduzido número de visitas às suas localizações.

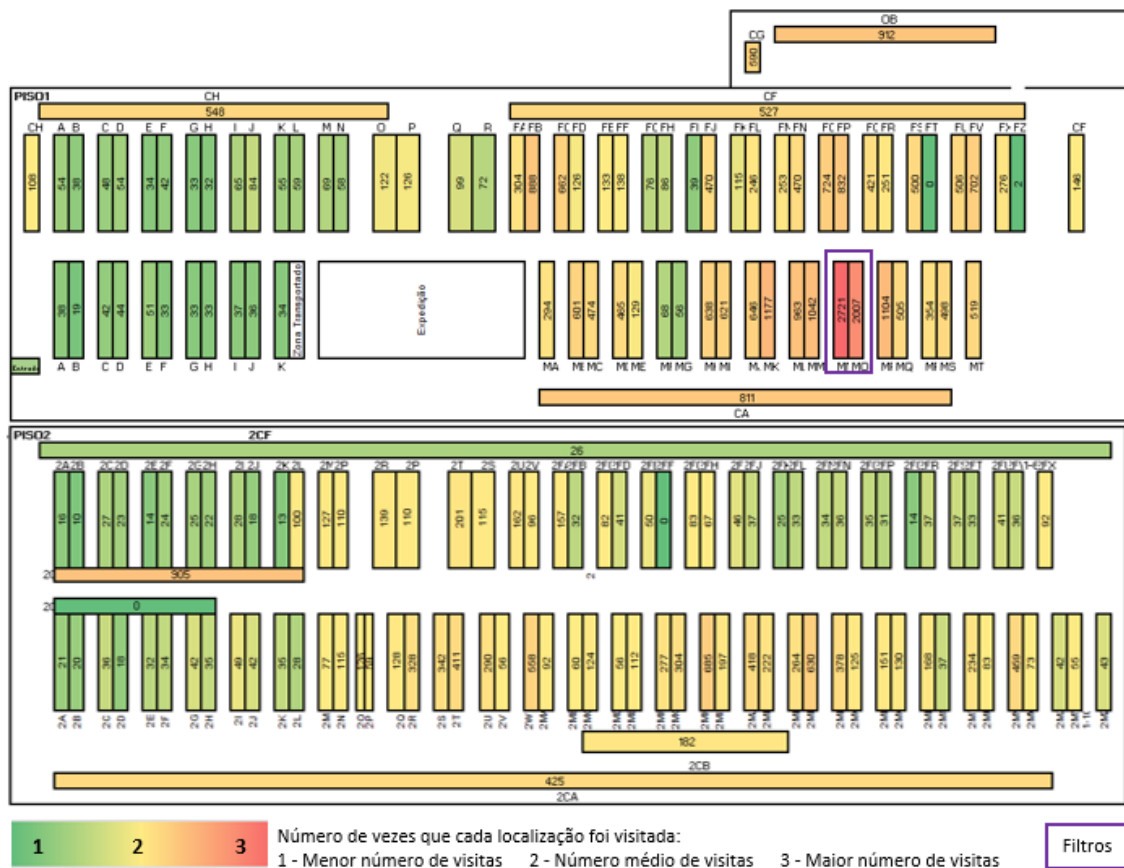


Figura 15 - *Hot Map* número de *picking* por localização num mês (dezembro)

No mês em análise, 80% das linhas de *picking* correspondem a encomendas de 47% dos clientes. Acrescidamente, os dez clientes que totalizam mais linhas de *picking* representam 36% do total.

Analisando com detalhe as encomendas recebidas pelo armazém, constata-se que cada cliente faz em média 2,9 encomendas por dia, cada uma constituída em média por 2,4 linhas. No entanto, importa realçar que 63% das encomendas apenas têm 1 linha (Figura 16). O facto de a cada encomenda corresponder um número reduzido de linhas provoca uma grande diversidade no processo, especialmente porque cada linha envolve em média apenas 2,3 unidades da respetiva referência.

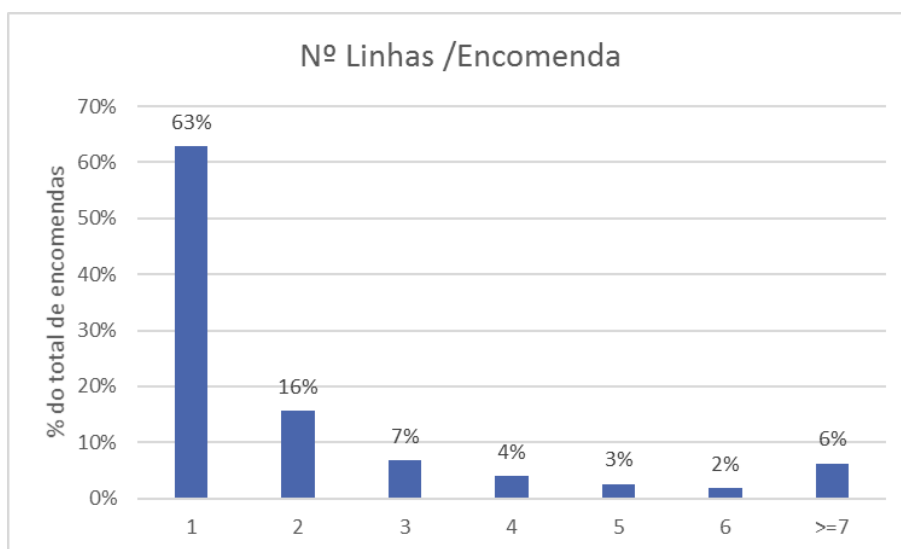


Figura 16 – Número de linhas por encomenda respeitante a um mês (dezembro)

A existência de múltiplas janelas de entrega, sete por dia (*cutoffs*), conjugada com os fatores descritos anteriormente conduz a uma grande exigência na tarefa de *picking*, levando a que este processo seja permanente e que a mesma localização seja visitada inúmeras vezes ao longo do dia. Apesar da existência de vários *cutoff* por dia, nem todos estão destinados aos mesmos clientes. Dois clientes em particular (denominados, aqui, como A e B) têm cinco janelas específicas, sendo os restantes satisfeitos nas duas janelas de entrega gerais. Apesar de existirem cinco blocos de expedição destinados aos clientes A/B, estes apenas representam 13% das encomendas expedidas por dia como se encontra detalhado na Figura 17.

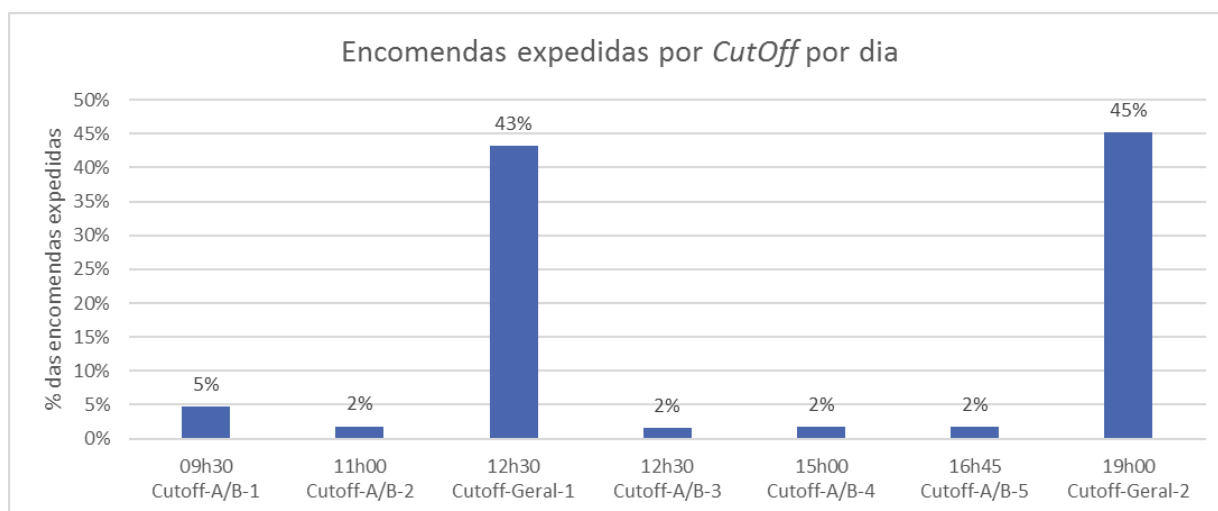


Figura 17 - Distribuição por *cutoff* das encomendas expedidas por dia (Período de outubro a dezembro)

A Figura 18 demonstra que a instabilidade deste processo é agravada pela distribuição horária das encomendas, pois verifica-se uma grande concentração muito perto do momento dos dois

Cutoffs gerais. No entanto, verifica-se que o impacto no número de encomendas dos dois clientes A/B não é relevante quando comparado com as restantes.

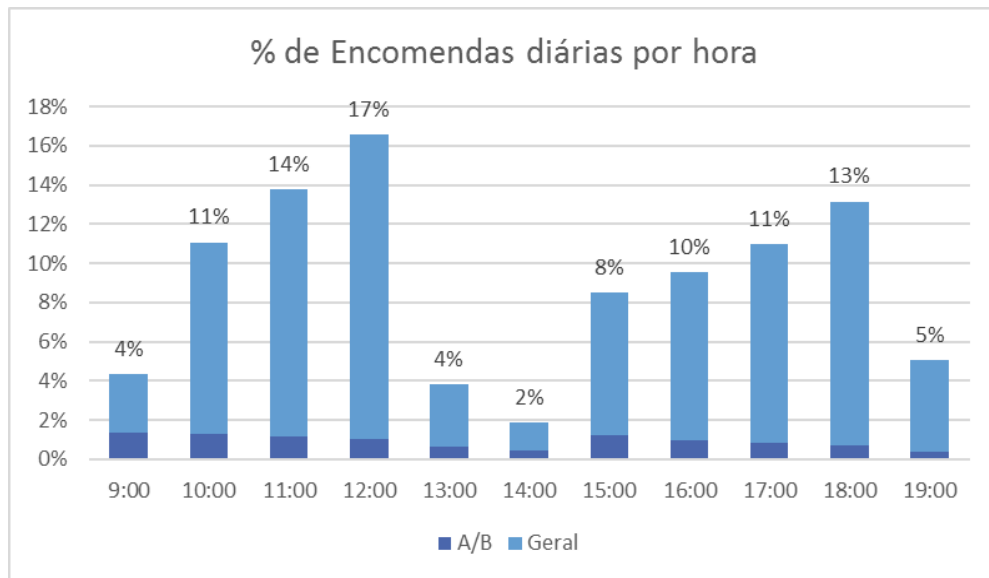


Figura 18 - Distribuição horária das encomendas diárias (Período de outubro a dezembro)

Os fatores explicados anteriormente resultam numa elevada pressão sobre a atividade de *picking*, culminando na possibilidade de duas encomendas do mesmo cliente, efetuadas dentro do mesmo *cut off*, com os mesmos materiais, terem uma alta probabilidade de serem recolhidas em ordens de *picking* separadas. Este facto sobrecarrega tanto a atividade de *picking* como as atividades seguintes, exigindo que sejam realizadas tarefas em duplicado – em vez de ser embaladas em conjunto, são em separado.

A percentagem de linhas encomendadas a serem totalmente satisfeitas situa-se nos 94%, denotando um potencial de melhoria. Apenas 13% das quantidades respeitantes às encomendas incompletas foram entregues. A falta de material diz respeito a duas situações possíveis: material que já não estava disponível no momento da encomenda e material que dava existência em sistema, mas fisicamente não existia.

3.6.2 Expedição

Quando uma ordem de *picking* termina, os materiais são colocados na entrada da zona de expedição.

A primeira tarefa consiste na conferência das quantidades das referências recolhidas com as assinaladas na guia de aviamento. Importa referir que a encomenda do cliente pode ser, entretanto, alterada, não tendo, contudo, impacto neste processo – o processo de confirmação é feito com base nos dados desatualizados. De seguida, é selecionado o tamanho da caixa de transporte e procede-se ao embalamento. O material de carroçaria, pela sua forma volumosa e complexa cria mais complicações nesta etapa do processo, tendo em conta que as condições de trabalho não se encontram totalmente adaptadas para este tipo de produtos. Posteriormente, é criada a fatura, sendo o stock em armazém atualizado. A última tarefa consiste na impressão das senhas de transporte e colocação das embalagens na secção do transportador respetivo.

O processo de expedição pode ser realizado numa das duas linhas existentes para o efeito, cada uma com 4 operadores, como se encontra descrito na Figura 19.



Figura 19 - Etapas do processo de expedição

Existe, assim, necessidade de conferência total de todos os artigos após separação. De destacar também a situação de múltiplas encomendas do mesmo cliente que podem ser processadas no mesmo *cut-off* em momentos temporais diferentes, consumindo não só mais tempo de operação, mas também mais embalagens do que seria necessário.

3.7 Conclusões estado atual

Ao longo das secções anteriores foi possível detalhar as ineficiências e dificuldades que a empresa enfrenta nos principais processos do armazém.

Na Tabela 3, é possível comparar a produtividade da operação *inbound* e *outbound*, permitindo verificar que a produtividade global se situa nas 9,9 linhas por hora por pessoa (considerando linhas expedidas).

Tabela 3 - Quadro produtividade

Nº Operadores		Produtividade
Inbound		
Conferência	3	16 linhas conferidas por hora por pessoa
Arrumação	4	
Outbound		
Picking	10	8,6 linhas expedidas por hora por pessoa
Expedição	8	
Total (inclui outras funções)	29	9,9 linhas/hora

No diagrama da Figura 20 encontram-se descritos os principais motivos responsáveis pelos desperdícios existentes.

O facto de todos os processos serem realizados de forma manual conduzem a ineficiências em toda a operação. O elevado *lead time* do processo de conferência e uma diversificação acentuada da gama de produtos conduz à necessidade de um nível de stock superior. Por outro lado, a pressão existente sobre o processo de conferência também se reflete consequentemente no processo de arrumação, sobrecarregando estes operadores. A utilização de uma organização por família de produtos/fornecedor permite facilitar a gestão do armazém e otimizar as movimentações dos ciclos de arrumação. Contudo, esta política de armazenamento provoca ineficiências de movimentação no processo de *picking*, ao localizar produtos com alta procura longe da zona de expedição. A colocação de produtos similares em posições próximas contribui também para o possível aumento de erros não só no processo de *picking* mas também no de arrumação. A existência de múltiplos *cutoffs* e o facto de os clientes efetuarem várias encomendas por dia, cada uma com um reduzido número de linhas, reforçam a necessidade um processo de *picking* permanente que acrescenta desperdícios a esta tarefa, colocando um esforço excessivo na movimentação. Em todas estas temáticas, a tipologia de produtos carroçaria apresentou diversas particularidades e constrangimentos,

nomeadamente no reduzido rácio vendas/volume que a caracteriza. No ANEXO B é possível observar algumas fotografias representativas dos principais problemas evidenciados para cada uma das áreas.

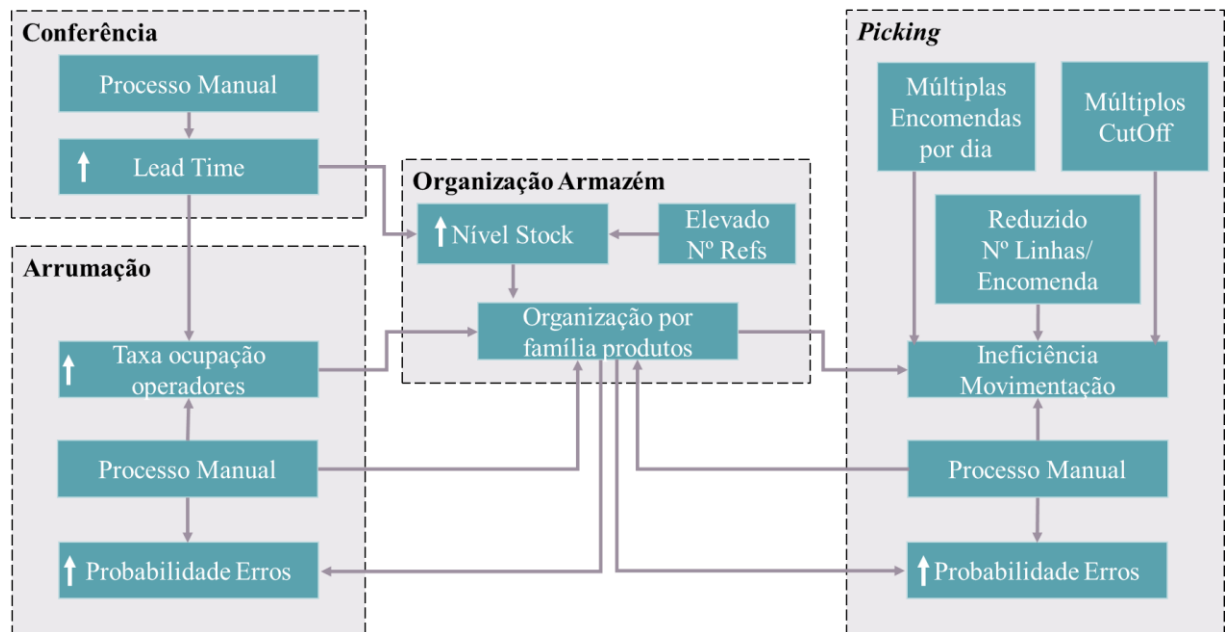


Figura 20 - Diagrama de ineficiências dos processos AS IS

O foco do projeto passa pela revisão das principais operações do armazém, com o objetivo de reduzir o desperdício e aumentar a eficiência, de forma a atingir um aumento significativo na produtividade, reduzindo os stocks e reforçando a capacidade e eficácia na resposta ao cliente. Ao mesmo tempo, importa definir processos robustos que permitam reduzir a probabilidade de existência de erros, sendo para isso todos os fluxos avaliados e redefinidos. O processo de conceção da proposta de solução centra-se nas seguintes linhas de ação:

- Revisão do processo de conferência;
- Alteração da estratégia de armazenamento adotada;
- Redefinição da metodologia e regras do processo de *picking*;
- Introdução de tecnologias de suporte para a execução das tarefas diárias (conferência, arrumação e *picking*);
- Revisão do processo de expedição;
- Definição de métricas para gestão do armazém e monitorização do desempenho dos operadores;
- Acomodação das particularidades associadas ao material de carroçaria.

4 Análise do fluxo entre armazéns

Os diversos armazéns da organização não atuam de forma isolada, tornando-se relevante analisar o impacto de cada um e das suas interações no desempenho global do sistema.

Previamente à redefinição das operações internas do armazém importa questionar a necessidade de armazenar a totalidade do portefólio de produtos em todos os armazéns da empresa. Estrategicamente, pode ser interessante para a organização distribuir de forma diferenciada os seus produtos pelos vários armazéns, balanceando, por exemplo, custos de transporte com níveis de *stock*. Os produtos com um rácio de vendas/volume ocupado reduzido apresentam um elevado potencial de centralização, permitindo concentrar stock num só local, ocupando o volume livre com produtos que proporcionam um número de vendas mais elevado. Esta análise deve ser equilibrada com o aumento do transporte de mercadoria. No entanto, o facto de o preço de transporte ser cobrado por entrega, e não por volume, reforça o potencial desta mudança.

A categoria de carroçaria apresenta uma faturação reduzida (aproximadamente de 10%) e produtos com características que conduzem a uma elevada ocupação volumétrica. Em conjunto com as restantes particularidades detalhadas na secção 3 e com um possível aumento significativo das vendas, surge a oportunidade para avaliar a necessidade de armazenar este material nos dois armazéns onde atualmente se encontra. De momento, o stock existente divide-se aproximadamente de forma equitativa em ambos os locais. A alteração em análise visa a concentração deste material numa área adjacente ao armazém em estudo (denominado aqui de A), que já é propriedade da organização, dispensando o outro armazém - B - de guardar stock desta categoria. De notar que estes são os únicos cenários considerados pela empresa, não existindo possibilidade de a centralização ser realizada no armazém B.

Nas secções posteriores encontram-se apresentados os principais fatores com impacto nesta decisão. Inicialmente, são descritas as alterações mais relevantes no fluxo de materiais que resultam desta transformação. Seguidamente, são analisados com detalhe cada um dos temas e apresentado o balanço final.

Nas restantes tipologias a posição estratégica da organização permanece, não sendo alvo de análise nenhuma hipótese de reestruturação.

4.1 Mapeamento dos fluxos de transporte

A centralização da carroçaria num dos dois armazéns tem como consequência o aumento do transporte de mercadorias para as diferentes regiões do país.

Na Figura 21 está apresentado o fluxo de material entre os vários armazéns, encontrando-se destacados os fluxos atuais e os futuros. Tradicionalmente, os transportadores com o objetivo de otimizar as suas rotas, concentram as encomendas dos vários clientes num local e posteriormente deslocam-nas para o destino final. Este processo ocorre também com os transportadores da organização, sendo o material transportado do armazém A (Porto) para o entreposto logístico do transportador e depois distribuído a partir deste para os vários clientes.

O sistema funciona de modo semelhante no armazém B (Lisboa). De destacar que este também responde às encomendas dos clientes do Sul do país (Algarve), o que implica um transporte adicional para o entreposto logístico local. A alteração em estudo implica que o centro logístico servido pelo armazém B passe, por um lado, a ser abastecido pelo centro logístico responsável pelas entregas do armazém A e, por outro, a entregar as encomendas relativas à loja anexa ao armazém. A necessidade do transporte entre Porto e Lisboa condiciona a possibilidade das duas entregas diárias aos clientes do armazém B, conduzindo à eliminação de uma das janelas de entrega (*cutoff*).

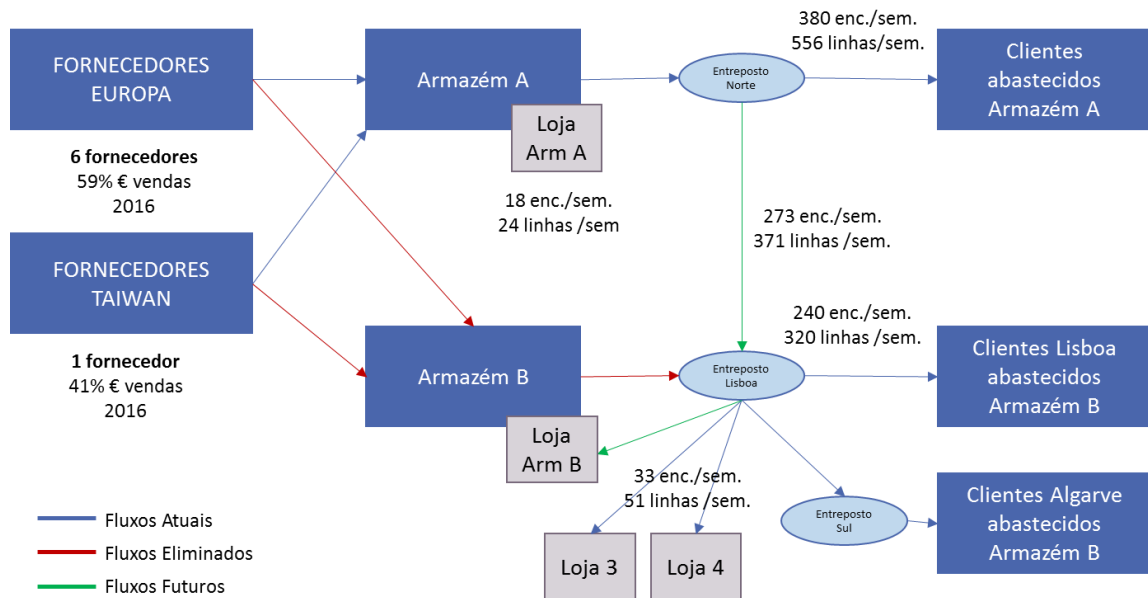


Figura 21 - Fluxo de transporte de carroçaria

Estas alterações têm consequências em vários fatores, dos quais importa analisar os seguintes:

- Melhoria de margem por negociação com fornecedores: por crescimento das vendas e melhor gestão da importação (concentração das entregas num só local);
- Sinergias de centralização de stock;
- Vendas perdidas pela eliminação da existência de duas entregas diárias para os clientes do armazém B;
- Perda de clientes não abastecidos por transportadoras com cobertura nacional;
- Custo adicional de transporte para encomendas não exclusivas de carroçaria;

Os possíveis efeitos apresentados encontram-se detalhados nas secções seguintes. De modo a aferir os benefícios e os custos dos vários impactos, foram utilizados para os cálculos a margem global relativa ao ano de 2016 (do material de carroçaria), um custo de capital de 7% e um custo de transporte por ponto de entrega, igual ao cobrado pela transportadora responsável por mais de 80% das entregas atuais do armazém B. Este último facto resultou de um acordo com a transportadora, tendo sido possível aplicar o valor atualmente cobrado por local de entrega para todas as entregas. O custo de transportar uma encomenda do armazém A para a zona envolvente é o mesmo que transportar essa encomenda para o sul do país. Por razões de confidencialidade, os valores respeitantes a cada rubrica apenas são apresentados na secção final, calculados relativamente a um valor de referência.

Todos os fatores foram analisados de forma independente e exclusiva.

4.2 Desenho de *layout* futuro

A possível alteração do processamento do material de carroçaria tem por base a criação de um armazém próprio para este tipo de material numa área adjacente ao armazém A. Através do estudo das áreas ocupadas por carroçaria em ambos os armazéns, foi possível concluir que a área completa de armazenamento alocada a este produto totaliza aproximadamente a área correspondente ao novo armazém. Este apresenta uma área disponível para construção de estantes de 2100 m² o que equivale ao somatório das áreas respectivas dos dois armazéns: 900 m² no Armazém B e 1200 m² no Armazém A. O novo *layout* encontra-se apresentado na Figura 22, estando delimitadas as regiões respeitantes a cada armazém.

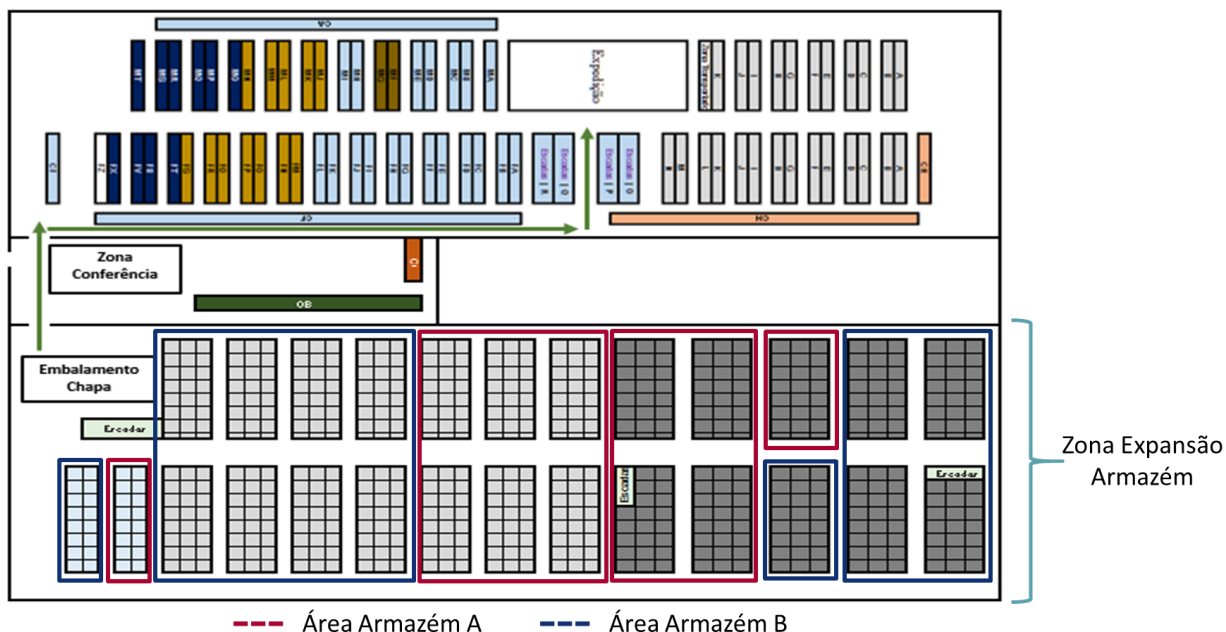


Figura 22 - Novo layout para o armazém de carroçaria

Através de uma análise carga capacidade dos dois armazéns atuais verifica-se que existe cerca de 15% de possível área livre através do aumento da taxa de ocupação: comparação do espaço reservado para carroçaria com as necessidades. A combinação entre a otimização desta área e o benefício resultante da centralização de stocks contribui para a criação de espaço disponível para crescimento deste segmento do mercado.

4.3 Benefícios anuais

Crescimento de vendas e melhoria negocial de margem

Esta análise foi despoletada devido a um potencial crescimento da venda de produtos desta categoria, em particular com a integração de um novo cliente. O efeito de vendas cruzadas (*cross-selling*) é também relevante pelo facto de em conjunto com os produtos de carroçaria, as lojas da organização comercializarem também produtos de iluminação e espelhos. No entanto, uma parcela dos materiais destas duas categorias não é processada pelos armazéns do grupo, mas sim comprados à praça, no mercado. Com o aumento das vendas de carroçaria tem-se também como objetivo um incremento das vendas dos restantes produtos, procurando reduzir a percentagem de compras externas. Estes valores, e consequente aumento de margem anual, foram calculados e indicados pela organização.

O espaço atualmente ocupado com carroçaria passa a alocar outras categorias de produtos, permitindo aumentar também as vendas de outras tipologias.

A um crescimento de vendas corresponde necessariamente um acréscimo das compras aos fornecedores. Este contexto permite uma melhor posição negocial, contribuindo não só para uma melhor negociação dos preços, mas também para a revisão das frequências e prazos de entrega. Com esta alteração, todas as encomendas são entregues num só local, o que contribui para uma melhor gestão da importação de ambas as partes – otimização da carga/capacidade dos transportes. Foram calculados vários cenários para a melhoria na margem como resultado da negociação, tendo sido selecionado o cenário mais conservador – melhoria de margem mínima.

Sinergia de centralização de stocks

Tendo presente o modelo de gestão de stocks em vigor na empresa, foi recalculado o valor que resulta da concentração da procura total da carroçaria num só armazém.

A centralização de stocks permite uma melhor gestão dos artigos de baixa rotação, uma concentração de stocks de segurança e uma gestão da importação otimizada (mais possibilidade para envios frequentes). O valor de stock médio reduz cerca de 16% em valor, contribuindo com um benefício anual correspondente ao custo de capital de armazenamento destes produtos.

Na Tabela 4 encontram-se apresentados alguns dos exemplos que culminam no valor de poupança apresentado. O principal destaque é relativo ao alto impacto nas referências de baixo consumo (artigo 2 comparativamente aos artigos 3,4), e numa gestão mais eficiente das diferenças de procura entre os dois armazéns (artigo 1).

Tabela 4 - Exemplos de poupança centralização

Artigo	Preço Custo	Procura 4 Semanas			Stock Médio Atual			Stock médio Centralização	% Redução Valor
		A	B	Total	A	B	Total		
1	124 €	0	0,3	0,3	2,7	1,33	4,03	3,1	-23%
2	5 €	18,4	4	22,4	16,3	5,8	22,1	21,1	-5%
3	136 €	0,4	0,6	1	2,8	1,5	4,3	2,9	-33%
4	83 €	0,3	0,5	0,8	2,1	1,36	3,46	2	-42%

A criação de áreas de trabalho e processos adaptados têm também um impacto no aumento da produtividade não só no trabalho realizado nesta área, mas também nas restantes secções dos armazéns A e B.

4.4 Custos anuais

Redução para uma entrega diária no armazém B

A armazém B expede carroçaria apenas nos dois *cutoffs* gerais (12h30 e 19h), tal como se verifica no armazém A. As encomendas recebidas no *cutoff* das 19h são entregues ao cliente até, no máximo, às 11h do dia seguinte. Com a concentração de material no armazém A apenas é viável o envio de produto uma vez por dia, sendo, desta forma, o *cutoff* das 12h30 do armazém B eliminado. As encomendas são enviadas do armazém A no *cutoff* das 19h no dia em que a encomenda é colocada, chegando ao cliente no início da manhã seguinte, substituindo o *cutoff* análogo do armazém B.

O *cutoff* eliminado representa 18,10% do total de encomendas mensais de carroçaria, correspondendo a 16,80% da faturação - Tabela 5. Através do conhecimento do valor da margem, é possível inferir qual a margem anual realizada que pode ser perdida. O material de carroçaria é tipicamente destinado a necessidades nas quais o cliente apresenta uma tolerância superior relativamente ao tempo de espera pelo produto. Tendo presente que continua a ser

garantida a entrega do produto em menos de 24h, é estimado que apenas 33% do valor da margem anual correspondente a esta janela de entrega é perdida devido a esta alteração.

Tabela 5 - Distribuição das encomendas mensais de carroçaria por *cutoff* (mês de dezembro)

Arm / Cutoff	% Total Encomendas	%Total Linhas	%Faturação
Armazém A 11h30	26,90%	25,50%	26,90%
Armazém A 19h	32,20%	35,30%	34,40%
Armazém B 12h30	18,10%	17,60%	16,80%
Armazém B 19h	22,80%	21,60%	21,90%

Observando a Tabela 5, importa demarcar que 60% da carga de carroçaria (em número de encomendas, linhas e faturação) se encontra alocada ao armazém A, reforçando a relevância associada à alternativa de vir concentrar nesta unidade esta tipologia de material.

Encomendas de transportadores não nacionais

A necessidade de enviar os produtos do armazém A obriga à utilização de uma transportadora com capacidade de cobrir todo o território nacional. A percentagem de encomendas do armazém B que corresponde a clientes que de momento não são satisfeitos por uma transportadora com estas condições situa-se nos 17,5%, representando um valor semelhante em faturação. Os custos destas encomendas não são suportados pela organização. Considera-se que não se trata de vendas perdidas, imputando-se o custo extra de transporte respetivo, assumindo a empresa estas despesas.

Separação de Encomendas

As encomendas que envolvem não só carroçaria, mas também outros tipos de produtos, são enviadas num único transporte. Nestas circunstâncias, a centralização implica que o material de carroçaria seja enviado do armazém A, e o restante material do armazém B, incorrendo-se num custo adicional de transporte. A Tabela 6 ilustra a percentagem de encomendas que se encontram nesta situação, correspondendo a 2% das encomendas do armazém B.

Tabela 6 - Tipo de encomendas com carroçaria do armazém B (mês de dezembro)

Tipo Encomenda	% Encomendas
Carroçaria + outros (separar)	2%
Só Carroçaria	5%
Sem Carroçaria	93%

Outros custos

As estantes situadas no novo armazém resultam da conjugação das estantes de carroçaria presentes nos dois armazéns e de algumas estantes extra necessárias. O espaço liberto nestes locais é utilizado para o alargamento de outras tipologias de produtos, tendo de ser readaptado. A área a utilizar para o novo armazém já pertence à organização, mas será cobrada uma renda anual pela ocupação da mesma. Os custos respeitantes a estas rubricas foram da responsabilidade da própria empresa.

Durante o processo de transição será suportado um custo adicional de mão-de-obra, correspondendo à utilização de dois operadores adicionais para dar resposta aos novos

processos da carroçaria. Aquando da conclusão do processo de mudança o número de colaboradores no armazém B será reduzido equilibrando novamente a estrutura.

4.5 Análise custo-benefício

A análise dos vários fatores apresentados nas secções anteriores culminou no quadro resumo apresentado na Tabela 7.

O investimento necessário para incorporar a alteração em estudo consiste nos custos de construção e remodelação das estantes (90%) e nos custos de mão de obra extra necessários durante o período de transição (10%). Os benefícios e custos anuais encontram-se calculados em relação ao valor de investimento.

O benefício anual supera o custo anual em 140%, demonstrando que a opção de centralização de stocks se apresenta como benéfica no futuro para a organização. Através do referido valor, é também possível inferir que o custo do investimento é recuperado em 1,34 anos.

Tabela 7 - Resumo análise custo benefício

BENEFÍCIO ANUAL		CUSTO ANUAL	
Libertação de área para crescimento de gama de carroçaria	116%	Renda anual para expansão da área	38%
Melhoria da margem por maior poder de negociação junto dos fornecedores	9%	Redução de 1 entrega/dia	7%
Sinergias de centralização de stocks	3%	Transporte de clientes sem transportadora com cobertura nacional	3%
		Separação da encomenda Carroçaria + Restantes	5%
	127%		53%

Nota: Benefícios e Custos calculados em função do investimento necessário

A ponderação e a análise de todos os fatores determinantes nesta questão reforçam o facto de a centralização do material de carroçaria contribuir para uma otimização da gestão de stocks, permitindo acomodar uma expansão do portefólio de produtos nesta tipologia. Por outro lado, verifica-se uma concentração dos desperdícios operacionais relacionados com esta categoria num só armazém, numa zona específica, reduzindo as ineficiências que atualmente provoca nos dois armazéns, e criando condições para uma melhoria focalizada.

A reorganização dos processos de armazém descritos nas próximas secções tem presente esta modificação.

5 Desenho de soluções

Após uma definição dos objetivos e de uma análise detalhada dos vários processos do armazém, procedeu-se à realização de um conjunto de workshops, envolvendo as equipas das diversas áreas, por forma a desenhar a organização futura do armazém.

Os processos e operações de armazém foram redefinidos com o foco no aumento da produtividade global, na redução de stocks e no aumento do nível de serviço. De destacar que as soluções desenhadas têm por base a integração de um sistema informático de gestão de armazéns que permite adotar soluções com um impacto mais acentuado.

5.1 Fluxos *inbound*

5.1.1 Receção e Conferência

O processo de receção e conferência em vigor na organização tem contribuído para o aumento do nível de stock devido ao elevado *lead time* que caracteriza este processo. Por forma a melhorar esta tarefa, é necessário atuar em todas as etapas: conferência administrativa e física.

A redução do tempo de conferência de preços pode ser obtida através de uma antecipação da receção administrativa e de uma melhoria do planeamento. O envio antecipado do *packing list* permite dar início ao processo, não tendo a respetiva análise de ser realizada apenas quando o material chega ao armazém.

A integração em curso numa plataforma informática denominada TECCOM permite à organização efetuar pedidos e receber encomendas de forma centralizada, facilitando a troca de documentos e informações. Outra vantagem desta integração é a possibilidade de efetuar, assim, de forma automática e com antecedência a conferência administrativa, não tendo de sobrecarregar os fornecedores com esta alteração no processo.

Todas as encomendas que chegam ao armazém são conferidas fisicamente. Através da análise dos principais fornecedores – 30% dos fornecedores representam 80% do volume em euros de encomendas - observa-se que o nível de serviço de quantidade a 90% (considera-se que foi entregue pelo menos 90% do valor da encomenda) é elevado para um conjunto considerável dos fornecedores: 9 dos 13 apresentam um nível de serviço superior a 95% (Tabela 8).

Assim sendo, foi elaborada uma seleção dos melhores fornecedores e proceder-se-á à conferência por amostragem das suas encomendas, deixando de ser necessário examinar e efetuar a picagem de todos os artigos de forma regular. Neste seguimento é também interessante analisar o cumprimento tanto do tempo de entrega como da frequência de entrega de alguns fornecedores. Após um estudo destes parâmetros, foi definido um conjunto de fornecedores - pela sua proximidade e/ou nível de serviço – para iniciar um processo de negociação para uma maior frequência de entrega. Esta alteração permite não só melhorar o fluxo neste processo, mas também reduzir o tempo de reposição, diminuindo o nível de stock em armazém.

Tabela 8 - Nível de serviço de quantidade a 90% dos principais fornecedores

Fornecedor	% Valor do Total Encomendas (Ano)	Nível de Serviço Quantidade 90%
Fornecedor 1	11%	100%
Fornecedor 2	11%	93%
Fornecedor 3	8%	80%
Fornecedor 4	8%	94%
Fornecedor 5	8%	96%
Fornecedor 6	6%	100%
Fornecedor 7	5%	100%
Fornecedor 8	4%	100%
Fornecedor 9	4%	100%
Fornecedor 10	4%	64%
Fornecedor 11	3%	98%
Fornecedor 12	3%	100%
Fornecedor 13	3%	100%

Para melhorar o fluxo em todo o processo também se revela fundamental uma evolução da qualidade dos dados mestres. A normalização das quantidades a encomendar por referência ao fornecedor atendendo à quantidade de movimentação entre fornecedor e armazém, e entre armazém e loja, permite, em conjunto com as respetivas informações do material (pesos e volumes), definir um processo mais otimizado ao longo da cadeia: mesma unidade de movimentação evita retrabalho de arrumação e recuperação de material.

Com a introdução dos sistemas informáticos no armazém, passam a ser utilizados leitores de código de barras por radiofrequência (PDA, pistolas *handheld*) para o manuseamento de materiais. Esta opção permite que os novos requisitos do armazém sejam cumpridos de forma simples, eficaz e com um custo reduzido. A ferramenta é portátil, garante o registo e a passagem da informação em tempo real e representa a solução de mais baixo custo quando comparada com as alternativas. Por se tratar de uma tarefa repetitiva que implica o manuseamento de vários artigos da mesma referência, a necessidade de leitura e introdução de informação é menos frequente. Desta forma, não se justifica uma solução que otimize estas tarefas, como, por exemplo, o *voice picking* que liberta o campo de visão e mãos do operador.

Toda a informação fica registada, tendo o operador um auxílio extra na realização das suas tarefas.

O standard de trabalho foi reformulado por forma a criar um melhor fluxo, encontrando-se descrito na Figura 23.

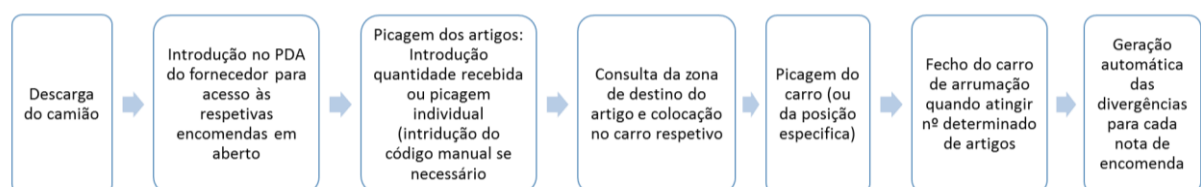


Figura 23 - Descrição do novo processo de conferência

Os operadores começam por introduzir no PDA o fornecedor para aceder às respetivas encomendas em aberto. De seguida, picam os vários artigos da encomenda, introduzindo a quantidade recebida ou fazendo a picagem individual.

Quando uma unidade tiver a si associada um prazo de validade, esse campo aparece no PDA e o operador introduz a respetiva data nesse momento.

O cruzamento da quantidade conferida com as ordens de compra é feito, assim, de forma imediata, gerando automaticamente as divergências para cada nota da encomenda: diferenças entre quantidade encomendada e recebida.

Com estas alterações, a disposição dos artigos no chão agrupados por referência deixa de ser necessária, possibilitando um grande aumento de produtividade no processo. A colocação dos artigos nos carrinhos de transporte pode passar a ser realizada diretamente no processo de conferência.

No início da tarefa são abertos os carrinhos necessários, sendo-lhes alocado um piso/zona do armazém – informaticamente passa a ser possível associar produtos àquele carro. Assim, o operador depois de fazer a picagem do artigo, é-lhe indicado o carro que deve picar e onde deve colocar o material – posição específica. Quando o carro estiver cheio, o operador pica o carro e indica para o encerrar – deixa de ser possível associar-lhe mais material - ficando este em espera para ser arrumado - Figura 24.

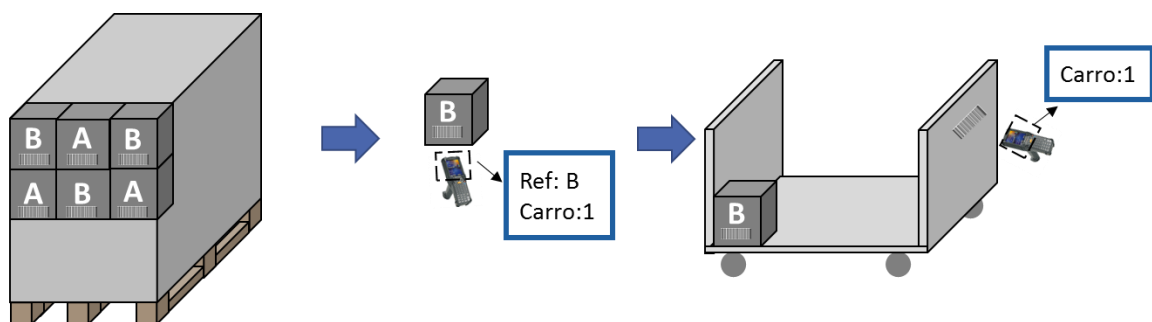


Figura 24 - Novo processo de conferência

Cada carro tem previamente definido o tipo de material que pode transportar (acomodar produtos de carroçaria é mais complexo do que caixas de faróis), estando desenhados para permitir o acesso a todos os produtos. Para o caso particular da carroçaria, foi redefinido um carro destinado a pára-choques/produtos diversos. No caso dos capots/guarda lamas continua a ser utilizado o carro atual devido às características físicas que apresentam. Nas restantes categorias, o sistema recorre à utilização de um carro com diferentes *bins*/divisórias por forma a separar de forma fácil os materiais com destinos diferentes. Caso um *bin* não tenha capacidade para o material destinado a uma determinada localização, basta adicionar outro *bin* e associar o respetivo material. No caso de produtos muito pequenos, esta organização garante a acessibilidade a todas as peças.

Neste novo método de conferência é possível obter a informação sobre os materiais pendentes de forma automática no momento da picagem, sendo estes materiais direcionados para a zona apropriada. No caso de produtos que sejam alvo de rateio para as lojas, podem também ser identificados à partida na conferência e tratados do modo adequado.

O processo de conferência continua a ser comum para as encomendas de carroçaria.

5.1.2 Arrumação

A possibilidade de colocação direta dos materiais nos carros de arrumação no momento da conferência permite aumentar de forma relevante a produtividade neste processo, tendo em conta o tempo despendido nesta sub tarefa.

O *fingerscan* é utilizado como tecnologia de apoio na execução desta atividade. Este permite ao operador manter as mãos livres para manusear os produtos (ao invés da utilização de PDAs), reduzindo o tempo de arrumação e aumentando o conforto na realização da tarefa.

Os novos carros estão preparados para o funcionamento conjunto com a nova tecnologia e encontram-se expostos na Figura 25 e Figura 26. No ecrã (*vehicle-mounted computer*) aparece toda a informação necessária para o operador, de forma clara e simples. Na zona de apoio existem um conjunto de códigos auxiliares para se guiar o processo (por exemplo, código para indicar “Ok”, “Repetir”). Em alternativa, o operador pode ter um miniecrã acoplado ao pulso onde também são apresentadas informações, permitindo realizar diretamente estas ações.

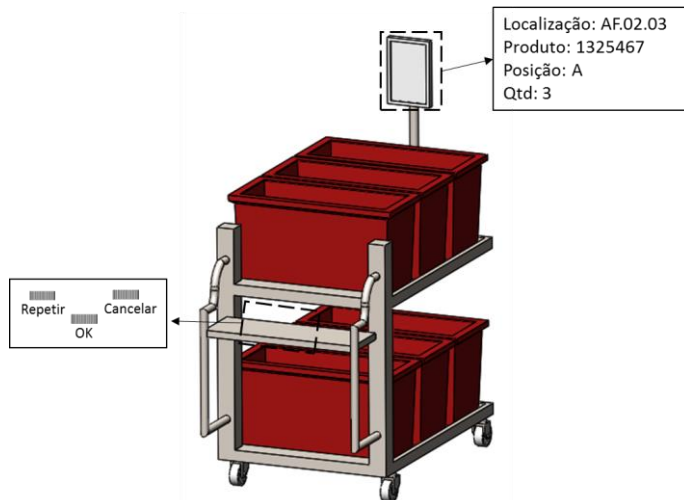


Figura 25 - Exemplo de novo carro de arrumação/*picking* para produtos gerais

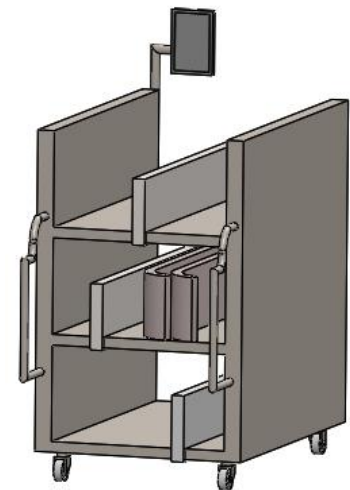


Figura 26 - Exemplo de carro para arrumação/*picking* de para-choques

Os operadores deslocam-se à zona de conferência e picam o carro que lhes é indicado.

O processo de alocação é realizado tendo em conta as prioridades necessárias. A partir do momento em que um carro é fechado é calculada a rota otimizada para o ciclo de transporte. O ecrã indica ao operador a próxima posição a que se deve deslocar. Quando chegar à localização efetua a picagem do artigo e da posição. A partir desse momento o stock fica disponível para *picking*.

Os ciclos de arrumação serão redefinidos com tempos standard por zonas do armazém e por tipo de artigo (indexado ao tipo de carro). Para aumentar a qualidade do processo de arrumação, materiais parecidos ou códigos parecidos deixam de estar em localizações adjacentes.

5.2 Estratégia de armazenamento

O modo de organização do armazém tem um impacto direto na eficiência dos processos de arrumação e *picking*. A política de armazenamento implementada no armazém divide-o em zonas consoante a tipologia de produto e/ou fornecedor. Este processo encontra-se, assim, direcionado à tarefa de arrumação e não à tarefa de *picking*, o que é antagónico com a realidade: por cada linha que entra em armazém são expedidas 4,8 linhas.

Ao ser utilizada uma política dedicada por famílias de produtos incorre-se em diversas problemáticas: aumento da movimentação, baixa taxa de utilização pelo espaço reservado aos artigos e reduzida ocupação volumétrica das estantes. A sequenciação por referência agrava este último ponto ao colocar artigos com dimensões distintas (por exemplo, profundidades) de forma adjacente na mesma prateleira.

Uma organização do layout por rotação e tipo de armazenamento – por classes – permite endereçar estas temáticas. O objetivo passa pela colocação das referências com maior frequência de *picking* numa zona privilegiada do armazém – mais próximas da zona de expedição – diminuindo consideravelmente o tempo de movimentação. Uma referência é inserida numa determinada classe (A, B, C) consoante o número de vezes que a sua

localização é visitada para *picking*: A – artigos com alta rotação, B – artigos com rotação moderada, C- artigos com baixa rotação.

No espaço destinado a alocar as referências A é adotada uma política de armazenamento dedicada. Cada referência tem uma localização específica, dimensionada consoante as suas quantidades (mínimas/máximas). Por forma a otimizar esta zona do armazém, o stock de segurança está separado das zonas preferenciais de *picking*, permitindo reservar as melhores posições para o *picking* do material. É também implementada para os artigos da classe A uma zona de *overflow* para acomodar o stock excedente. Nesta última área, o stock está organizado de forma caótica, contendo o material respeitante às referências que estão na proximidade. Quando for necessário recolher uma referência, a posição indicada em primeiro lugar é esta caso exista stock presente. De seguida, a posição sugerida é a preferencial e, por último, a localização do stock de segurança. Na Figura 27 está descrito o esquema com a organização das estantes da zona das referências A. Apesar de se fixarem posições, pelo facto de se tratar de referências de alta rotação, estas prateleiras apresentam uma elevada taxa de utilização. Por outro lado, podem ser adaptadas às características físicas do produto em causa.

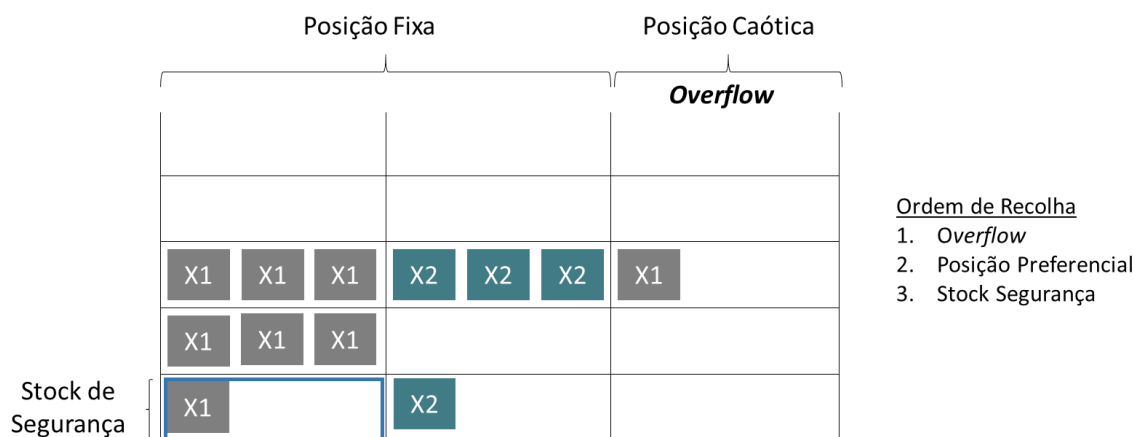


Figura 27 - Esquema de armazenamento numa estante de referências da classe A

Na zona de armazenamento para as referências B/C é utilizado o método caótico, existindo a possibilidade de arrumar os artigos em vários locais guardando a respetiva posição em sistema. Este método só é possível de implementar graças à introdução do sistema informático na gestão do armazém que garante a integridade da informação relativa às localizações e integra métodos otimizados para a sua gestão. A organização caótica destaca-se pela maior flexibilidade na utilização do espaço livre, ao permitir ocupar mais e melhores espaços (não existem posições dedicadas) de forma imediata. Os produtos podem ser colocados nas estantes onde se enquadram de forma mais otimizada, podendo ser também garantido que não ficam próximos de outros produtos semelhantes, evitando erros de *picking* por similaridade de materiais. Neste caso, no processo de arrumação os produtos são colocados numa nova localização à escolha do operador, sendo esta registada. Assim, a definição de localizações para novos artigos passa a ser em fluxo.

Periodicamente, é realizada uma revisão do processo de modo a identificar as referências A que deixam de representar artigos de alta rotação e vice-versa. Apesar de existir sempre variação na procura individual de cada artigo, a seleção de artigos correspondentes aos produtos A permanece relativamente semelhante, evitando grandes alterações da zona de posições físicas. Este facto representa a principal vantagem em relação à política de *Full-turnover storage* na qual os artigos são organizados puramente pelo seu fator individual de vendas, podendo provocar um número mais acentuado de alterações de localizações.

Na nova organização do armazém os produtos das referências A ficam tendencialmente no piso inferior, e as referências B e C no superior. Os produtos de carroçaria (cujas estantes são

diferentes de todas as restantes) permanecem agrupados, mas organizados segundo o novo critério de rotação.

As estantes devem ser adequadas à profundidade dos artigos/rotação, permitindo alojar artigos de alta rotação em paletes. No layout do armazém em vigor, uma vez que os artigos estão em sequência, o processo é complexo, conduzindo a uma ineficiência no aproveitamento das estantes.

Em todo o armazém tem-se como foco a eliminação de materiais ou códigos semelhantes em localizações adjacentes por forma a reduzir o número de erros.

5.3 Fluxos *outbound*

5.3.1 *Picking*

A nova organização do armazém focada na rotação dos artigos permite uma redução significativa do esforço de movimentação no *picking*, tendo um impacto direto no aumento da produtividade dos operadores desta tarefa. Os artigos de maior rotação passam a estar colocados mais perto da zona de expedição, contribuindo para que a distância média percorrida por rota de *picking* seja mais curta.

Com a implementação do sistema informático é possível efetuar de forma mais otimizada todo o processo de *picking*.

O primeiro passo trata-se da eliminação das guias de aviamento que dão lugar à utilização do *fingerscan*. As ordens são todas enviadas de forma automática, passando a existir uma caixa de nivelamento eletrónica em vez de física. A nova tecnologia permite efetuar um conjunto de confirmações ao longo do processo, contribuindo para uma redução dos erros, por exemplo, de picagem de artigos errados ou colocação de artigos no cliente errado. A constante atualização de existências de *stock* contribui para um aumento da qualidade e integridade da informação. O recurso ao *fingerscan* permite que o operador possua sempre as mãos livres para manusear os produtos, ao invés da utilização de PDAs, tendo, por um lado, um impacto acentuado no tempo do ciclo de *picking* e, por outro, uma redução da fadiga e aumento do conforto do operador. Toda a informação fica registada e documentada para uma análise de dados detalhada. A utilização do *pick-by-light* não seria adequada nesta situação dada a elevada probabilidade de simultaneidade de operadores no mesmo corredor, o que poderia ser uma dificuldade na identificação dos produtos corretos a recolher. O *voice picking* permitiria manter o campo de visão livre (sem necessidade de olhar para ecrãs), mas limita a quantidade de informação a que o operador tem acesso: o processo de interação com a máquina é mais lento e abrange um conjunto mais reduzido de informações. Por exemplo, o processo de *setup* de um carro com múltiplos *bins* pode ser mais rápido com a tecnologia de *fingerscan* do que com *voice picking*. Pelas condições necessárias para funcionamento desta tecnologia o investimento necessário também seria mais avultado.

Com estas alterações, o novo método de trabalho desta atividade foi reformulado e encontra-se apresentado na Figura 28.

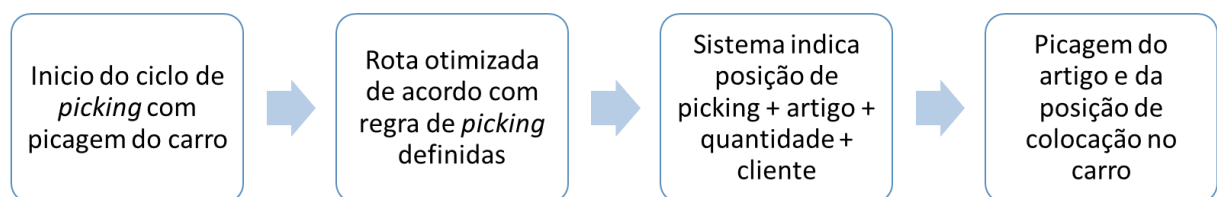


Figura 28 - Novo método de trabalho no *picking*

A atribuição das tarefas de *picking* passa a ser automática pelo sistema.

Um novo ciclo de *picking* inicia-se com o operador a receber a informação da ordem que deve efetuar. A primeira informação apresentada é relativa ao tipo de carro que deve ser utilizado. Devido à diversidade de produtos, os carros de *picking* foram redesenhados para permitir uma melhor acomodação dos produtos e separação para os vários clientes da mesma ordem. A carroçaria por apresentar algumas particularidades tem carros próprios: um para o grupo de material de para-choques/diversos e outro para capots/guarda lamas. Cerca de 92% das encomendas podem ser processadas apenas por um carro, isto é, todas as referências da encomenda correspondem a produtos que se inserem na mesma tipologia de carro. Deste modo, não surgiu a necessidade de procurar acomodar todos os tipos de material num só carro, procedendo-se ao tratamento das encomendas com materiais de ambos os grupos de forma isolada. Os carros são os mesmos do processo de arrumação, apresentados na secção 5.1: ao invés de cada posição representar uma localização, aqui cada posição representa um cliente.

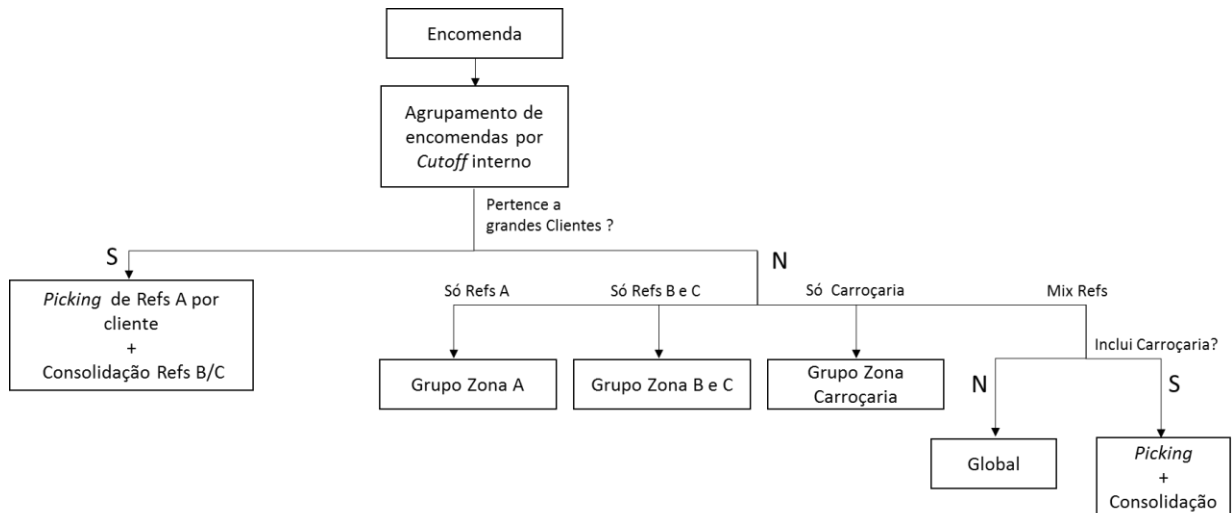
O operador efetua a picagem de um dos carros que corresponde à tipologia indicada, associando o carro à ordem de *picking* que vai realizar.

O método de agrupamento das encomendas também é alvo de alteração para conseguir dar resposta ao cenário de encomendas com o qual o armazém é confrontado. Como um cliente efetua mais do que uma encomenda por dia (em média 2,9 encomendas dia), uma das primeiras alterações consiste no agrupamento de pedidos do mesmo cliente para cada *cutoff*. Para permitir um fluxo contínuo de trabalho no armazém, a solução adotada consiste na criação de *cutoffs* internos a partir dos quais uma encomenda em espera é libertada para *picking*. Trata-se, portanto, de uma metodologia de *wave picking* ao libertar num momento específico um conjunto de encomendas para o armazém. Deste modo, no período entre *cutoffs* internos é possível agrupar encomendas do mesmo cliente. Por forma a atingir os clientes mais recorrentes, é criada uma lista com estas encomendas, sendo apenas enviadas para *picking* na última janela – entre o *cutoff* e o momento de expedição. No conjunto de encomendas em análise, esta particularidade seria aplicada a quatro clientes que efetuam em média mais de 10 encomendas por *cutoff* geral.

Um dos desafios que o armazém enfrenta diz respeito ao elevado número de clientes cujas encomendas são constituídas por poucas linhas (79% das encomendas têm 1 ou 2 linhas). Por este motivo, é utilizada a picagem multicliente para clientes do mesmo *cutoff* interno e da mesma zona de armazém. A nova organização do armazém permite concentrar os produtos com mais rotação em zonas privilegiadas – zona A. Assim, encomendas que contenham só produtos A são agrupadas num conjunto e as restantes noutra bloco. Linhas de encomendas que contêm materiais das várias zonas não são separadas para não gerar um esforço de *sorting* e consolidação na expedição. Assim, é utilizada uma metodologia de *batch picking*, ao agrupar encomendas de vários clientes no mesmo ciclo de operação. Em particular, como é efetuado o *sorting* em paralelo, ao colocar os produtos na posição do cliente respetivo, trata-se de uma operação de *sort-while-pick*. No caso da carroçaria, devido às suas especificidades, recorre-se a uma estratégia semelhante ao *zone picking* por forma a aumentar não só a eficiência, mas principalmente a qualidade: existem operadores de *picking* específicos para recolher as encomendas nesta zona do armazém. No caso de a encomenda ter artigos que não unicamente carroçaria, é realizado a consolidação na zona de expedição.

Para grandes clientes (por exemplo, lojas próprias que todos os dias têm encomendas de maior dimensão para reabastecimento de stock), existe o *picking* consolidado de referências B/C por *cutoff* para otimizar as deslocações nessa zona do armazém. No caso destes clientes, é realizado um esforço de *sorting* e consolidação na expedição.

Na Figura 29 encontram-se apresentadas as várias opções de *picking* de uma encomenda que dê entrada no armazém.


 Figura 29 - Metodologia de *picking*

Definidas quais as linhas que integram uma determinada ordem de *picking*, a rota é automaticamente calculada, indicando o sistema ao operador qual a próxima posição que deve visitar. Quando o operador chega à localização efetua a picagem do local, indica a quantidade existente e pica o artigo, colocando as unidades necessárias na secção/bin do carrinho que o sistema recomenda, picando também essa identificação.

No final da rota, o operador indica que a mesma terminou e coloca o carrinho na zona de expedição.

Por forma a não alterar o nível de serviço para os dois clientes A/B, não é possível efetuar mudanças no número de *cutoffs* que atualmente lhes estão alocados.

5.3.2 Expedição

O processo de expedição também é afetado com as introduções de sistemas apresentadas anteriormente.

Com o *picking* a ser monitorizado em tempo real, é possível aquando do momento de expedição ter em sistema as quantidades de uma determinada encomenda que de facto serão expedidas. Isto é, deixa de ser necessário proceder ao acerto das quantidades em sistema das faltas de *picking* por rutura de *stock*, permitindo que a fatura possa ser impressa de forma automática após o encerramento do ciclo de *picking*. As divergências podem ser enviadas diretamente por email para o cliente, ficando este com conhecimento das unidades em falta.

Com estas modificações, o método de trabalho nesta seção sofre algumas alterações, estando o novo procedimento exibido na Figura 30.

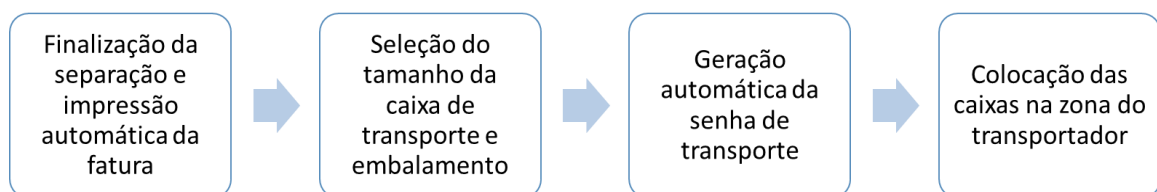


Figura 30 - No método de trabalho na expedição

O operador inicia o processo efetuando a tarefa de *sorting* caso seja necessário, agrupando os diferentes produtos que constituem a ordem de um cliente.

Devido à melhoria da fiabilidade do *picking* deixa de ser obrigatório realizar uma conferência final total, podendo esta apenas ser por amostragem. Esta etapa pode ser desencadeada pelo facto de o artigo ter um acentuado número de quebras, pelo nível de serviço do operador que a processou ou pelo número de linhas da encomenda - quantas mais linhas maior a probabilidade de erros (definição de um número limite) -, entre outros fatores. Após esta tarefa, a fatura é impressa automaticamente. O operador seleciona o tamanho da caixa de transporte e procede ao embalamento. No caso de o transporte ser realizado nos carros próprios da empresa, os produtos passam a ser colocados em caixas retornáveis, eliminando a necessidade das caixas de cartão. Os postos de trabalho nesta seção também são reformulados, melhorando a ergonomia e facilitando a tarefa de embalamento. O armazém de carroçaria terá um posto de embalamento próprio, adaptado às suas necessidades. As encomendas desta tipologia são posteriormente encaminhadas para a zona de expedição comum do armazém.

A senha de transporte é gerada automaticamente, assim que é emitida a fatura.

5.4 Organização e gestão de equipa

A temática da organização de equipa é crucial não só na criação de uma carga de trabalho balanceada, mas também na motivação constante dos elementos da equipa.

Dado o grau manual com que muitas das atividades são desenvolvidas na empresa, existem muitos indicadores que não estão a ser acompanhados com a precisão desejada. De destacar também, que a falta destes condiciona a forma com é possível controlar e medir o desempenho da equipa como um todo, e cada operador em particular.

A introdução do sistema informático proporciona aos líderes de equipa uma gestão mais ativa e próxima junto dos seus elementos.

Com a utilização das ferramentas tecnológicas nas várias tarefas de armazém - conferência, arrumação e *picking* – o sistema fica responsável pela atribuição das tarefas a serem realizadas por cada operador. Cada elemento tem uma matriz de competências e uma área preferencial alocada. Consoante o nível de carga de trabalho no armazém, o trabalhador é reencaminhado para a tarefa onde pode, naquele momento, acrescentar mais valor. Outra vantagem deste sistema é a possibilidade de quebrar com o paradigma do trabalho em pares, fazendo o próprio sistema a gestão dessa complexidade: a caracterização da tarefa engloba o número de operadores necessários (por exemplo, no caso da tarefa de arrumação de capots são necessários dois elementos). Este método de trabalho permite balancear a carga de trabalho no armazém, em particular os ciclos de *picking* e arrumação. Os dados apresentados na Figura 18 na secção 3.6.1 demonstram que a carga de *picking* tem variações acentuadas ao longo do dia, sendo, por isso, benéfica a capacidade destes operadores realizarem outras tarefas diferentes. O nivelamento também pode ser efetuado tendo em atenção a carga ao longo da semana. Na Figura 31 e na Figura 32 pode-se observar que existe potencial no nivelamento da carga de trabalho ao longo da semana. Encomendas menos prioritárias podem ser estrategicamente conferidas num período específico da semana mais favorável, tendencialmente no final desta.

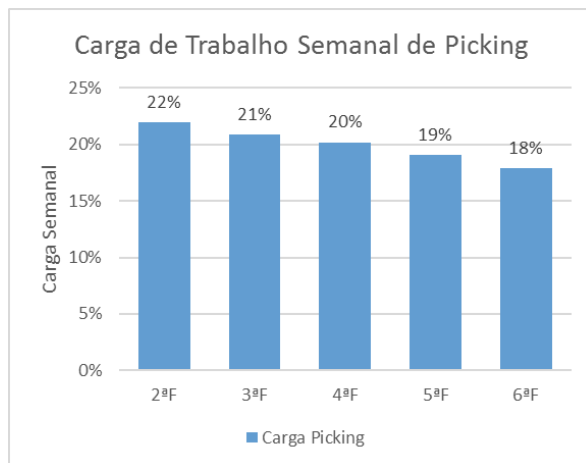
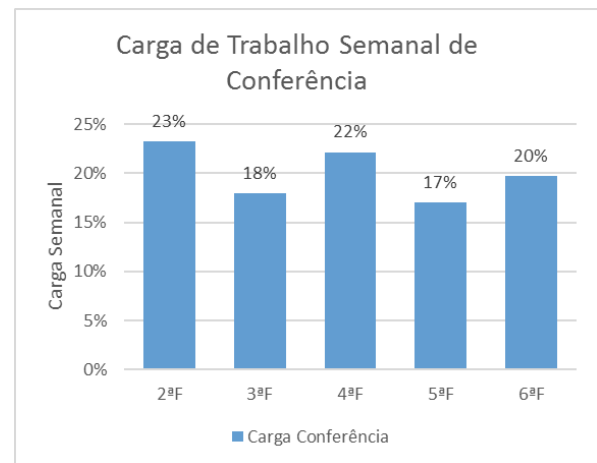
Figura 31 - Carga de trabalho semanal de *picking*

Figura 32 - Carga de trabalho semanal de conferência

Através dos dados relativos à ocupação e produtividade dos operadores, é possível realizar um controlo de indicadores diário e individual. Esta alteração contribui para um aumento do comprometimento dos trabalhadores, já que o prémio de desempenho passa a estar associado a estes indicadores. A utilização dos dois em simultâneo garante o compromisso por parte dos colaboradores: o indicador de produtividade promove o trabalho num período de tempo, e o indicador de ocupação garante que o operador procura ter sempre carga de trabalho.

Para avaliar o desempenho do armazém, e, por conseguinte, dos colaboradores, é possível agrupar os indicadores em três categorias: produtividade, *lead time* e qualidade. Na Tabela 9 encontram-se descritos alguns indicadores exemplo para medir cada uma das áreas, estando indicado com um * os que são posteriormente detalhados de forma individual para cada operador.

Tabela 9 - Indicadores globais de desempenho (* representam indicadores também individuais)

Categoria	Indicador
Produtividade	Por tarefa (ex. picking, arrumação) por hora por operador (linhas/h, caixas/h, paletes/h)*
	Ocupação - número de horas em tarefa / horas totais*
Lead Time	Tempo por cada etapa do processo (ex. total, conferência, picking, devoluções)*
Qualidade	Nível de serviço ao cliente (Qt entregue/Qt encomendada; % encomendas expedidas dentro prazo)
	Erros picking (linhas trocadas, faltas de material)*
	Material danificado (número de quebras por dano)*
	Diferenças de inventário
	Reclamações de cliente (número de reclamações de cliente por mês)
	Nível de serviço fornecedor (Qt entregue/Qt encomendada; número médio de dias de atraso na entrega)

Nota: Qt - número de unidades

5.5 Síntese

O processo de desenho de soluções culminou nas oportunidades descritas nas secções anteriores, encontrando-se resumidas na Tabela 10 as principais oportunidades de melhoria em cada área.

Tabela 10 - Resumo das iniciativas de melhoria

Área	Iniciativas de Melhoria
Conferência	- Conferência por amostragem - Cálculo automático de divergências - Colocação direta nos carros de arrumação - Conferência em fluxo
Arrumação	- Eliminação da tarefa de seleção e colocação dos artigos nos carros - Carros adaptados com fácil acesso a todos os artigos - Rotas otimizada por zona e rotação - Menor tempo na localização
<i>Picking</i>	- Layout por rotação - Novas regras de agrupamento de encomendas - Rotas otimizadas - Tempo reduzido na localização - Gestão automática da alocação de tarefas - redução setups
Expedição	- Impressão automática da fatura e senha de transporte - Sistema de caixas retornáveis para lojas próprias - Posto de embalamento adaptado para material de carroçaria - Conferência por amostragem

Nota: A introdução de sistemas com a utilização de PDA's e *fingerscan* permitem suportar todas as melhorias

Nos processos de conferência e arrumação, os principais ganhos encontram-se relacionados com o novo método de trabalho. A colocação dos produtos diretamente no carrinho, a utilização de um PDA para registo automático das divergências (eliminando a separação dos produtos no chão e contagem física) e o recurso à conferência por amostragem, garantem uma conferência em fluxo, com um impacto relevante na produtividade. A nova organização do armazém, a reacomodação das estantes e a introdução do *fingerscan* têm um impacto significativo no processo de arrumação. Contribuem não só para uma redução da movimentação, mas também para uma ação mais eficiente junto às localizações: conhecimento da posição no carro onde se encontra o produto.

A produtividade e eficiência do processo de *picking* espelham o impacto da organização do armazém. O tempo de movimentação representa cerca de 67% do tempo do ciclo de *picking*, sendo urgente atuar no sentido da sua redução e otimização. A nova política de armazenamento do armazém, as regras de *picking* redefinidas e a utilização da tecnologia de *fingerscan*, garantindo rotas otimizadas, permitem atingir esse objetivo. O melhor balanceamento da carga de trabalho, a atribuição automática das tarefas e a medição individual da produtividade contribuem para uma redução significativa das perdas de *setup* entre ciclos de *picking*. Por forma a avaliar o potencial destas melhorias, foi realizada uma simulação. As mesmas encomendas foram realizadas inicialmente segundo a metodologia atual. Posteriormente, os materiais foram colocados no armazém de acordo com a sua tipologia (A, B ou C), os artigos das encomendas foram reajustados com base nas regras redefinidas e foi indicada uma rota otimizada ao colaborador. Num ciclo foram recolhidos os produtos A, e no seguinte os produtos do tipo B/C. O referido exercício afigura um ganho estimado de produtividade nesta operação de 46%.

No processo de expedição, os benefícios resultam maioritariamente da redução de 50% no número de operadores necessários nesta etapa. A automatização da impressão da fatura e da senha de transporte permitem que ambos os postos passem a ser comuns para as duas linhas de expedição, reduzindo de 4 para 2 o número de elementos (um para cada tarefa). O aumento da fiabilidade de *picking* contribui para a adoção de uma conferência por amostragem, reduzindo o número de colaboradores que efetuam a operação de conferência e embalamento: necessário apenas 1 operador por linha, ao invés dos atuais 2.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Um armazém grossista é responsável pela importação de produtos, armazenamento e posterior venda a cliente final ou retalhistas. A otimização dos processos dentro do armazém é crucial por forma a garantir um nível de serviço elevado sem penalizar os níveis de stock.

O trabalho descrito nesta dissertação começou por elaborar um *value stream mapping* no sentido de obter uma visão global de toda a cadeia de abastecimento. A existência de múltiplos fornecedores com diferentes *lead time* e frequências de entrega, vários *cutoffs* por dia para entrega de encomendas, diferentes requisitos de clientes (uns privilegiam o preço e o nível de serviço, outros a rapidez de entrega) e uma oferta de produtos muito variada (mais de 105 mil referências) são alguns dos fatores que tornam toda a rede bastante complexa e desafiante.

O foco do projeto recaiu sobre o fluxo interno no armazém, desde que o material é rececionado até que se procede à sua expedição. Em cada uma das etapas foi realizada uma análise detalhada do processo e caracterizados os fatores com maior impacto para a situação atual.

O estudo efetuado destacou as ineficiências causadas pela elevada dependência de trabalho manual com que as tarefas são executadas. Este fator encontra-se bastante presente no processo de conferência, o qual apresenta um *lead time* médio de 6 dias devido às tarefas sem valor acrescentado que têm de ser realizadas. A organização do armazém por família de produtos/fornecedores, acompanhada de uma sequenciação dos artigos por referência, resulta de uma necessidade de fazer face a estas dificuldades, facilitando a tarefa dos operadores. No entanto, esta organização revela-se orientada ao processo de arrumação, contrariando o fluxo real dentro do armazém: por cada linha que entra em armazém são expedidas 4,8 linhas. A movimentação do operador de *picking* revela-se menos produtiva, sendo possível de observar através de um *hot map* o número de visitas a cada localização: existência de estantes com elevada recorrência longe da zona de expedição. As encomendas que são solicitadas ao armazém são caracterizadas por um número reduzido de linhas – 63% das encomendas apenas têm 1 linha – e por uma elevada frequência diária por cliente – 2,9 encomendas por dia –, exigindo um alto desempenho do armazém. O material da categoria de carroçaria, pelas suas particularidades físicas, cria entropia nos vários processos do armazém.

A não existência de um sistema de gestão de armazéns em conjunto com o contexto descrito anteriormente levou a uma degradação de qualidade e integridade de dados na organização.

Estrategicamente, revelou-se crítica uma análise do sistema global da organização, por forma a identificar possíveis oportunidades de melhoria que resultem do fluxo global em toda a cadeia, e não do funcionamento em particular de um armazém. Nesse sentido, importa analisar a necessidade de armazenar o portefólio completo de produtos em todos os armazéns. Nesta avaliação, é determinante o rácio de vendas por volume de espaço ocupado para seleccionar as categorias com maior potencial de análise. Deste processo, resultou que a tipologia de produtos de carroçaria era a melhor candidata a uma possível centralização dos respetivos artigos num só armazém, tendo sido realizado um estudo através de uma análise

custo benefício. Por um lado, esta decisão permite acomodar um aumento de vendas, uma melhoria de margens por maior poder negocial com fornecedores, uma redução de stock devido à centralização e uma especialização na execução da operação. Por outro lado, emergem os custos de transporte adicionais e possíveis vendas perdidas. Após uma análise de todos estes fatores, foi possível concluir que a opção se apresenta como válida e benéfica para a organização.

O desenho futuro da organização foi concebido tendo por base a integração de três temas estratégicos: metodologia de *picking*, estratégia de organização dos produtos no armazém e introdução de sistemas. O desafio neste projeto passa pela sua conjugação de forma a encontrar uma solução com um alto impacto no desempenho do armazém a um custo reduzido.

A estratégia de organização do armazém foi alterada, sendo adotada uma organização por classe de rotação do produto (A, B, C). Os produtos com maior rotação – classificados como referências A – são colocados numa zona privilegiada do armazém, tendo uma posição dedicada de armazenamento. Nesta zona do armazém, o stock de segurança é separado do restante, libertando as posições preferenciais para *picking*. Foi definida uma zona à parte para armazenamento do stock de *overflow*, estando esta divisão organizada de forma caótica. Esta metodologia é a mesma que é adotada nas referências B e C. Estes produtos não têm uma posição fixa no armazém, sendo colocados na zona livre mais próxima da expedição, num local adequado (por exemplo, aproveitamento das dimensões das prateleiras). Esta opção apenas é possível devido à introdução dos sistemas informáticos que permitem ao operador no momento de arrumação do produto associar-lhe uma localização.

A nova política de armazenamento também contribui decisivamente para a otimização do processo de *picking*. A colocação dos artigos com maior frequência de movimentos próxima da zona de expedição permite reduzir significativamente a movimentação nesta tarefa. A criação de *cutoffs* internos permite agrupar encomendas do mesmo cliente, sendo estas libertadas para *picking* de forma simultânea – *wave picking*. Como cada encomenda tem poucas linhas recorre-se ao *batch picking*, recolhendo encomendas de vários clientes na mesma ordem de *picking*. As encomendas são agrupadas consoante a zona do armazém (zona de referências A e, assim, sucessivamente). No caso da carroçaria é utilizado o *zone picking*, ao existirem operadores especializados numa região do armazém apenas para processar essas encomendas.

A introdução do sistema informático no armazém permite um registo permanente de toda a informação. A utilização de leitores de código de barras por radio frequência no processo de conferência garante o registo das divergências de quantidade de forma automática, deixando a esta tarefa de ser manual, e permite utilizar para um conjunto de fornecedores uma conferência por amostragem. Nos processos de arrumação e *picking* recorre-se à utilização da tecnologia de *fingerscan*, permitindo ao operador ter as mãos sempre livres para realizar a tarefa. Os carros de ambos os processos foram redesenhados por forma a trabalharem em conjunto com esta tecnologia, facilitando o acesso visual do operador às informações necessárias. Os materiais passam a estar sempre com acesso direto nos carros, estando esta posição devidamente registada em sistema de modo ao operador rapidamente ter conhecimento dos produtos a arrumar (ou a posição onde colocar no caso do *picking*). A possibilidade de monitorizar individualmente cada operador, estando este associado a um determinado equipamento, permite acompanhar de forma mais próxima as métricas de desempenho do armazém e ajustar os prémios de produtividade individuais em conformidade. Por outro lado, o balanceamento da carga de trabalho pode ser feito de forma automática, consoante o momento temporal, deslocando os operadores de arrumação para o processo de *picking* e vice-versa.

A integração conjunta destas soluções permitiu redefinir os vários processos de armazém, reduzindo, por um lado, as tarefas sem valor acrescentado, e, por outro, fornecer ferramentas que contribuem de forma decisiva para a redução de erros. Estima-se que a conceção e redefinição das operações do armazém presente nesta dissertação possibilitem um aumento significativo da produtividade global. No caso particular do *picking*, foi realizada uma simulação, comparando o desempenho para as mesmas encomendas efetuadas segundo o método atual e futuro: artigos disposto consoante rotação, agrupamento de encomendas por zona e rota otimizada. Foi possível observar um aumento de produtividade de cerca de 46%.

Para trabalho futuro, destaca-se a implementação da centralização de material de carroçaria num só armazém e a prossecução das soluções apresentadas no capítulo 5. Nesse sentido, revela-se crítico um estudo analítico detalhado do modelo de organização dos produtos por rotação, com o objetivo de criar uma ferramenta capaz de efetuar uma gestão eficiente deste processo. Importa destacar o armazenamento dos produtos com maior rotação, os quais têm uma posição dedicada, devendo ser estudadas as correlações da procura conjunta dos vários artigos. A sua importância prende-se com a otimização das deslocações de *picking* e com a taxa de ocupação volumétrica do armazém – otimização da ocupação das estantes. A definição de meios de arrumação adequados - estantes em função do formato e do peso dos artigos - e seleção da organização das várias classes no armazém (colocação no mesmo corredor de produtos de uma só classe ou de classes diferentes: *within-aisle-storage* vs *across-aisle storage*) são decisivas, pelo que só assim poderá ser desenhado o layout adequado.

As regras e os métodos de *picking* sugeridos irão conduzir a uma nova dinâmica neste processo, pelo que se revela fulcral estudar quais os *cutoffs* internos a adotar por forma a otimizar o processo. Dadas as relações existentes entre as diversas atividades, é fundamental que esta análise seja feita em conjunto com a referida anteriormente. Com o foco na implementação do sistema informático, revela-se também fundamental a definição de todos os requisitos necessários, no sentido de garantir não só todas as melhorias propostas, mas também a máxima integridade e qualidade da informação.

O trabalho a ser desenvolvido necessita de ser integrado na otimização da estratégia de gestão de stocks e na análise da rentabilidade dos transportes, completando assim um estudo detalhado da cadeia de abastecimento numa perspetiva *end-to-end*.

Referências

Apte, U. M. and S. Viswanathan (2000). "Effective cross docking for improving distribution efficiencies." International Journal of Logistics **3**(3): 291-302.

AutoInforma (2016). "Homologações, Estatísticas, Estudos e Serviços do Sector Automóvel." Retrieved 27-03-2017, from <http://www.autoinforma.pt/estatisticas/estatisticas.html?MIT=36458>.

Baker, P. and M. Canessa (2009). "Warehouse design: A structured approach." European Journal of Operational Research **193**(2): 425-436.

Bartholdi, J. J. and S. T. Hackman (2008). Warehouse & Distribution Science: Release 0.89, Supply Chain and Logistics Institute.

Battini, D., et al. (2015). "A comparative analysis of different paperless picking systems." Industrial Management & Data Systems **115**(3): 483-503.

Baumann, H., et al. (2012). Studying order picking in an operating automobile manufacturing plant. Wearable Computers (ISWC), 2012 16th International Symposium on, IEEE.

Bragg, S. M. (2011). Inventory best practices, John Wiley & Sons.

Caron, F., et al. (1998). "Routing policies and COI-based storage policies in picker-to-part systems." International Journal of Production Research **36**(3): 713-732.

Caron, F., et al. (2000). "Layout design in manual picking systems: a simulation approach." Integrated Manufacturing Systems **11**(2): 94-104.

Chan, F. T. and H. K. Chan (2011). "Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage." Expert Systems with Applications **38**(3): 2686-2700.

Childerhouse, P. and D. R. Towill (2003). "Simplified material flow holds the key to supply chain integration." Omega **31**(1): 17-27.

Christopher, M. (2016). Logistics & supply chain management, Pearson UK.

Cohen, M. A., et al. (2006). "Winning in the aftermarket." Harvard Business Review **84**(5): 129.

Coimbra, E. A. (2009). Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains, Kaizen Institute.

Cooper, M. C., et al. (1997). "Supply chain management: more than a new name for logistics." The international journal of logistics management **8**(1): 1-14.

Cormier, G. and E. A. Gunn (1992). "A review of warehouse models." European Journal of Operational Research **58**(1): 3-13.

De Koster, R., et al. (2007). "Design and control of warehouse order picking: A literature review." European Journal of Operational Research **182**(2): 481-501.

De Koster, R. and E. Van Der Poort (1998). "Routing orderpickers in a warehouse: a comparison between optimal and heuristic solutions." IIE transactions **30**(5): 469-480.

Drury, J. (1988). "Towards more efficient order picking." IMM monograph **1**.

Đukić, G., et al. (2010). "Order-picking methods and technologies for greener warehousing." Strojarstvo **52**(1): 23-31.

Frazelle, E. (2001). Supply chain strategy, McGraw-Hill Trade New York, NY.

Frazelle, E. (2002). World-class warehousing and material handling, McGraw-Hill New York.

Gademann, A., et al. (2001). "An order batching algorithm for wave picking in a parallel-aisle warehouse." IIE transactions **33**(5): 385-398.

Goetschalckx, M. and J. Ashayeri (1989). "Classification and design of order picking." Logistics World **2**(2): 99-106.

Gong, Y. and R. B. De Koster (2011). "A review on stochastic models and analysis of warehouse operations." Logistics Research **3**(4): 191-205.

Grosse, E. H., et al. (2013). "The effect of worker learning and forgetting on storage reassignment decisions in order picking systems." Computers & Industrial Engineering **66**(4): 653-662.

Grosse, E. H., et al. (2015). "Incorporating human factors in order picking planning models: framework and research opportunities." International Journal of Production Research **53**(3): 695-717.

Gu, J., et al. (2007). "Research on warehouse operation: A comprehensive review." European Journal of Operational Research **177**(1): 1-21.

Gu, J., et al. (2010). "Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review." European Journal of Operational Research **203**(3): 539-549.

Guo, A., et al. (2014). A comparison of order picking assisted by head-up display (HUD), cart-mounted display (CMD), light, and paper pick list. Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on Wearable Computers, ACM.

Heskett, J. L. (1963). "Cube-per-order index-a key to warehouse stock location." Transportation and distribution Management **3**(1): 27-31.

INE (2016). "Idade média dos veículos rodoviários motorizados de passageiros." Retrieved 06-03-2017, from www.ine.pt.

Kaizen Institute (2016). "Warehouse Design."

Kinnear, E. (1997). "Is there any magic in cross-docking?" Supply Chain Management: An International Journal **2**(2): 49-52.

Lambert, D. M., et al. (1998). Fundamentals of logistics management, McGraw-Hill/Irwin.

Larson, T. N., et al. (1997). "A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage." IIE transactions **29**(4): 337-348.

Malmberg, C. J. (1996). "Storage assignment policy tradeoffs." International Journal of Production Research **34**(2): 363-378.

Mohsen and M. Hassan (2002). "A framework for the design of warehouse layout." Facilities **20**(13/14): 432-440.

Muppani, V. R. and G. K. Adil (2008). "Efficient formation of storage classes for warehouse storage location assignment: a simulated annealing approach." Omega **36**(4): 609-618.

MVPVL (2017). "Warehouse Management System." Retrieved 01-06-2017, from <http://www.mwpvl.com/html/wms.html>.

Ohno, T. (1988). Toyota production system: beyond large-scale production, crc Press.

Parikh, P. J. and R. D. Meller (2008). "Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center." Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review **44**(5): 696-719.

Patrick Neumann, W. and J. Dul (2010). "Human factors: spanning the gap between OM and HRM." International journal of operations & production management **30**(9): 923-950.

Petersen, C. G. (1997). "An evaluation of order picking routeing policies." International journal of operations & production management **17**(11): 1098-1111.

Petersen, C. G. (1999). "The impact of routing and storage policies on warehouse efficiency." International journal of operations & production management **19**(10): 1053-1064.

Petersen, C. G. and G. Aase (2004). "A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking." International Journal of Production Economics **92**(1): 11-19.

Petersen II, C. G. (2000). "An evaluation of order picking policies for mail order companies." Production and operations management **9**(4): 319.

Poon, T., et al. (2009). "A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses." Expert Systems with Applications **36**(4): 8277-8301.

Revista das TOP 100 (2016). As maiores empresas do Aftermarket em Portugal. Revista das TOP 100

Rizzi, A. and R. Zamboni (1999). "Efficiency improvement in manual warehouses through ERP systems implementation and redesign of the logistics processes." Logistics Information Management **12**(5): 367-377.

Rouwenhorst, B., et al. (2000). "Warehouse design and control: Framework and literature review." European Journal of Operational Research **122**(3): 515-533.

Sandor, J. (1994). Hands-free bar code scanner with finger activated optical control, Google Patents.

Schneider, E., et al. (2010). OSH [Occupational safety and health] in figures: work-related musculoskeletal disorders in the EU-facts and figures, Office for Official Publications of the European Communities.

Schwerdtfeger, B., et al. (2011). "Pick-by-vision: there is something to pick at the end of the augmented tunnel." Virtual reality 15(2-3): 213-223.

Simchi-Levi, D., et al. (2008). Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies, McGraw-Hill/Irwin.

Tilly, B. (2016). "<Investimento-setor-Aftermarket.pdf>."

Tompkins, J., et al. (2002). "Facilities Planning John Wiley and Sons Inc." New York.

Tompkins, J. A., et al. (2010). Facilities planning, John Wiley & Sons.

Van Belle, J., et al. (2012). "Cross-docking: State of the art." Omega 40(6): 827-846.

Van den Berg, J. P. (2007). Integral Warehouse Management, Lulu. com.

Weaver, K. A., et al. (2010). An empirical task analysis of warehouse order picking using head-mounted displays. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM.

Womack, J. P. and D. T. Jones (2010). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation, Simon and Schuster.

Yu, M. and R. B. De Koster (2009). "The impact of order batching and picking area zoning on order picking system performance." European Journal of Operational Research 198(2): 480-490.

ANEXO A: Técnicas de *picking*

Técnica	Descrição	Vantagens / Desvantagens
Leitores de código de barras por radiofrequência (artigos pequenos)	Leitor de código de barras comunica ao WMS por radiofrequência; Procedimento: Recolhe do artigo do stock; Leitura do código de barras do produto e da localização; Introdução da quantidade a ser retirada.	Vantagens: • Conectividade; alta eficiência; baixo custo Desvantagens (Đukić, Česnik et al. 2010): • Limita movimentação dos braços; dificulta recolha de produtos pesados e/ou com formas complexas
<i>Finger scan</i>	Uma unidade de scanner de código de barras mãos-livres é montada na parte de trás da mão ou pulso do operador. O leitor de código de barras é acionado pelo operador movendo posicionalmente um ou mais dedos, de preferência apontando um dedo indicador. (Sandor 1994) Procedimento: Recolhe do artigo do stock; Leitura do código de barras do produto e da localização; Introdução da quantidade a ser retirada.	Vantagens: • Livre movimentação dos braços conectividade; alta eficiência; baixo custo Desvantagens: • Dificulta recolha de produtos pesados e/ou com formas complexas
<i>Voice Picking</i>	Utilização de um auscultador e de um computador à cintura. Comunica ao armazém por radiofrequência. Útil para artigos pequenos. Procedimento: Processo interativo em que o computador indica progressivamente informações (localização, produto, quantidades) ao operador, que vai respondendo por forma a garantir ao sistema que se encontra no local certo, a recolher o artigo correto.	Vantagens • Mãos e campo de visão livres; transação em tempo real; <i>feedback</i> com sistema; fácil aprendizagem (Bragg 2011); Desvantagens: • Interferências na comunicação; Ambientes com ruído elevado;
<i>Picking by light</i> (grande volume de artigos pequenos)	Utilização de sensores luminosos em cada localização em conjunto com um mini ecrã (com indicação da quantidade) e um botão para confirmar a recolha. Apropriado para grande volume de artigos pequenos. Procedimento: Operador insere o número da ordem de <i>picking</i> (ou utiliza um leitor de código de barras); São ligados os sensores onde se encontram as unidades a ser recolhidas; Os ecrãs exibem as quantidades a ser preparadas. Quando o operador retira o artigo, carrega no botão para desligar o sensor.	Vantagens • Conectividade; melhora o processo de localização; inventário automático e contínuo Desvantagens • Alto custo; Sistema fixo, pouco flexível.

<i>Pick-by-HUD</i> <i>Head-Up Display (HUD) or Head-Mounted Display (HMD)</i>	Utilização óculos que permitem ao operador visualizar o layout do armazenamento, indicando qual a próxima posição da qual deve recolher um artigo (Weaver, Baumann et al. 2010) (Schwerdtfeger, Reif et al. 2011).	Vantagens • Campo de visão e mãos livres; foco mantido sempre nas localizações; Desvantagens • Custo elevado
<i>Pick-by-CMD (car mounted display)</i> O gráfico do layout do armazenamento é transferido para um monitor montado no carrinho de picking, permitindo ao operador identificar a posição física do item por comparação com a posição virtual (Guo, Raghu et al. 2014) . Útil para recolher vários artigos da mesma estante de armazenamento. <i>Pick by tablet</i> Corresponde a uma variante do Pick-by-CMD utilizado para o efeito um tablet que contém toda a informação relevante (Baumann, Starner et al. 2012) .		

ANEXO B: Caracterização da situação atual

Receção e Conferência

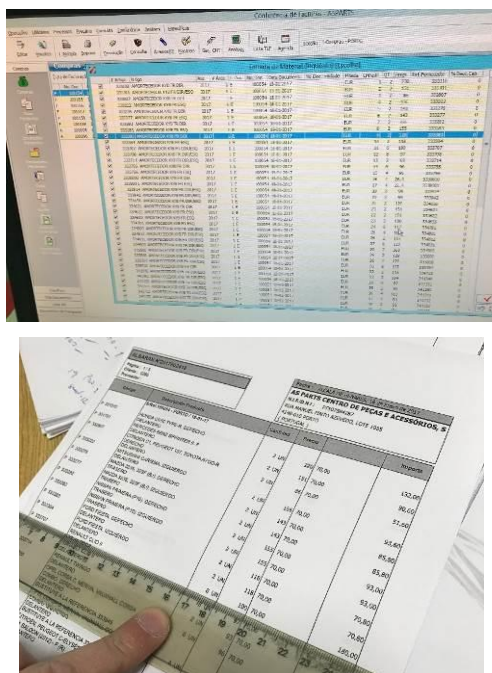


Figura 33 - Conferência linha a linha pouco eficiente



Figura 34 – Agrupação por referência

Arrumação



Figura 35 - Referência do artigo mal identificada



Figura 36 - Carros de arrumação pouco adaptados

Armazenamento



Figura 37 - Espaço desaproveitado



Figura 38 - Overflow não identificado

Picking



Figura 39 - Carros de *picking* com pouca gestão visual



Figura 40 - Caixa de nivelamento sem utilização apropriada

Expedição



Figura 41 - Desperdício de embalagens



Figura 42 - Rolo pouco ergonómico



Figura 43 - Falta de áreas ajustadas para acomodação de material