

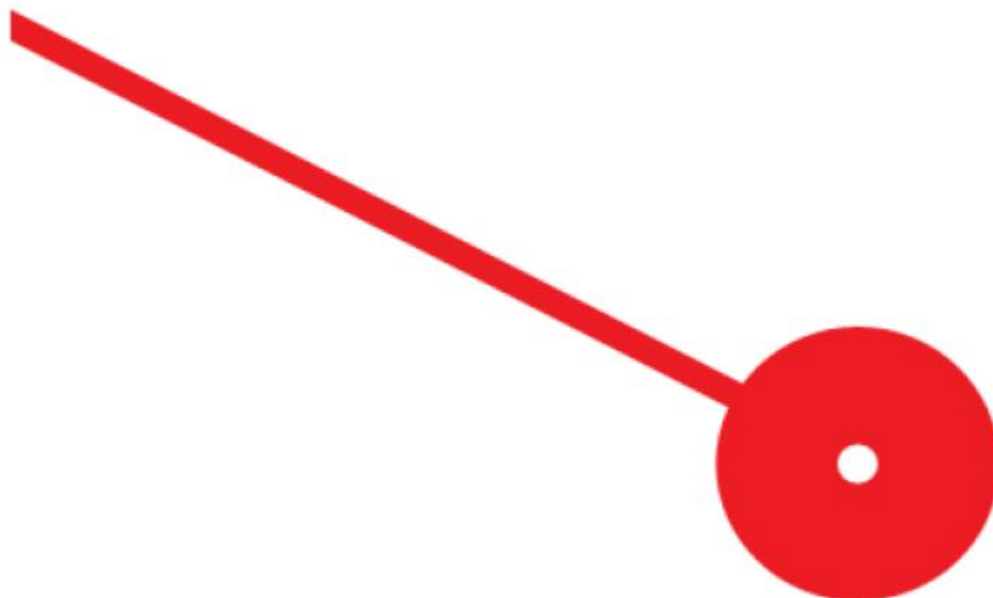
**M**

**MESTRADO  
LOGÍSTICA**

**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE *PICKING* SDA**

**Daniela Castro Martino**

**12/2020**



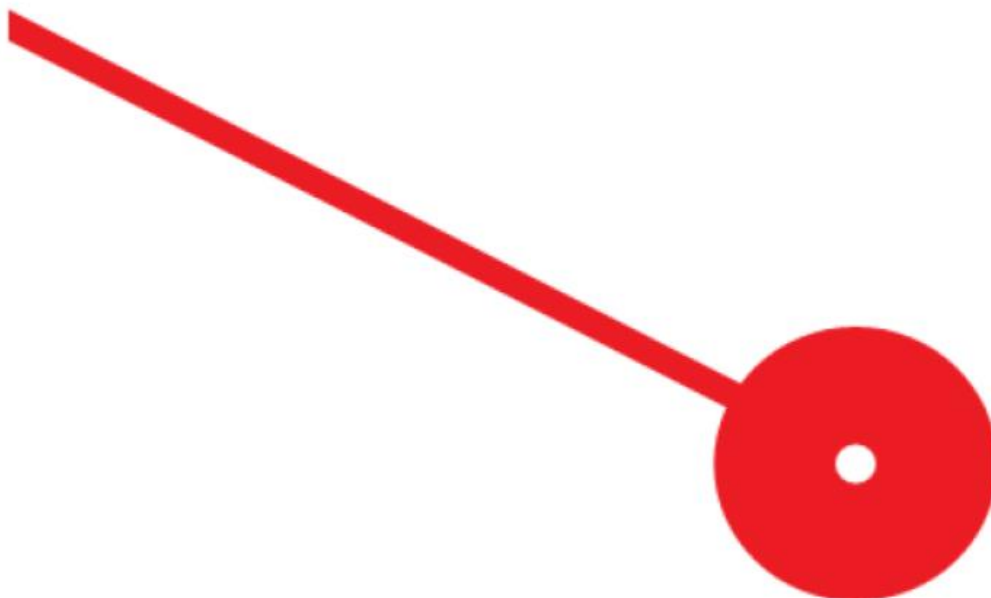
Versão Final

**M** MESTRADO  
LOGÍSTICA

**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE *PICKING* SDA**

**Daniela Castro Martino**

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico do Porto para obtenção do Grau de Mestre em Logística, sob orientação de Professor Doutor Manuel Pereira Lopes



## Resumo

A precisão e o rigor são dois fatores com alta importância na distribuição farmacêutica e, neste sentido, os sistemas automáticos são utilizados frequentemente para a preparação de pedidos e para a redução de custos de movimentação de mercadoria e pessoas. Um sistema de dispensação automático (SDA), também denominado de *A-frame*, é uma tecnologia de preparação de pedidos num nível altamente automatizado, que atende satisfatoriamente às restrições de armazenamento e produção. No entanto, a sua capacidade é finita e a especificação de quais os itens que vão ser afetados, tornam a tarefa de gestão diária um processo complexo. Nesta dissertação é proposto um sistema de apoio à decisão de afetação e posterior alocação de SKUs ao SDA baseado em programação matemática e implementado na plataforma MS-Excel. Dados representativos de um centro de distribuição farmacêutica são utilizados para ilustrar esta abordagem.

**Palavras-chave:** Sistemas de *Picking* Automático, Sistemas de dispensação, Problema de afetação e alocação de armazenamento, Indústria farmacêutica

## ***Abstract***

*Precision and accuracy are two factors with high importance in pharmaceutical distribution and, in this sense, automatic systems are often used for order preparation and to reduce the costs of moving goods and people. An automatic dispensing system (SDA), also called A-frame, is a highly automated order preparation technology that satisfies storage and production constraints. However, its capacity is finite and the specification of which items will be allocated makes the task of managing the tariff a complex process. This dissertation proposes a support system for SKU selection and allocation decisions based on mathematical programming and implemented on the MS-Excel platform. Representative data from a pharmaceutical distribution center are used to illustrate this approach.*

**Keywords:** *Automated Order Picking Systems, Dispenser Systems, Storage Assignment and Allocation Problem, Pharmaceutical Industry*

## Lista de Abreviaturas e Siglas

SDA	Sistema de Distribuição Automático
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
ABC	<i>Activity Based Costing</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>
AS/RS	Sistema automatizado de armazenamento/preparação
FEFO	<i>First to Expire First Out</i>
RF	Radiofrequência

# Índice Geral

Resumo .....	iii
<i>Abstract</i> .....	iv
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	v
Índice Geral .....	vi
Índice Tabelas.....	viii
Índice Figuras .....	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Apresentação da empresa.....	2
1.2. Enquadramento .....	6
1.3. Objetivos.....	6
1.4. Metodologia.....	7
1.5. Estrutura.....	7
2. Revisão da Literatura.....	8
2.1. Logística e gestão da cadeia de abastecimento .....	8
2.1.1. Logística e competitividade: criação de valor .....	9
2.2. Gestão da armazenagem e dos stocks .....	9
2.3. Armazenamento e Picking – a utilização de sistemas automáticos em Centros de Distribuição .....	11
2.3.1. Otimização de um sistema <i>A-frame</i> .....	14
3. Descrição da situação atual.....	17
3.1. Atividades desempenhadas .....	17
3.2. Arrumação e Picking .....	19
3.2.1. Áreas de Picking.....	19
3.2.2. <i>Picking</i> no SDA.....	21
3.2.3. Processo de arrumação e abastecimento.....	22

3.3. O Automatismo SDA.....	24
3.3.1. Localizações do SDA .....	24
3.3.2. Gestão da produtividade do SDA .....	26
3.4. Produtividade atual .....	31
3.4.1. Tempos não produtivos .....	32
4. Desenvolvimento da Solução .....	33
4.1. Recolha e tratamento dos dados.....	33
4.2. Formulação do Problema .....	41
4.3. Implementação computacional .....	42
4.4. Resultados computacionais.....	45
5. Conclusões e Perspetivas.....	48
Referências Bibliográficas.....	50

## Índice Tabelas

Tabela 1: Modelos de <i>Picking</i> nos diferentes armazéns.....	4
Tabela 2: Posição no mercado dos diferentes armazenistas até ao ano 2019 (IMS Health) .	5
Tabela 3: Localizações e Referências no SDA.....	24
Tabela 4: Tipo de Canais no SDA .....	25
Tabela 5: Produtos do SDA por dias de stock .....	25
Tabela 6: Tabela final de análise de rotação dos produtos do SDA .....	27
Tabela 7: Distribuição do nº de referências por quantidade em linhas com quantidade maior que 30 .....	36
Tabela 8: Resultados computacionais.....	45
Tabela 9: Estimativa de redução de custos após otimização .....	47

## Índice Figuras

Figura 1: Organograma do Grupo Cooprofar-Medlog .....	2
Figura 2: O Grupo Cooprofar-Medlog na Cadeia de Abastecimento.....	3
Figura 3: Armazéns do Grupo Cooprofar-Medlog .....	4
Figura 4: Representação de um sistema <i>A-Frame</i> (Meller & Pazour, 2008) .....	15
Figura 5: Atividade logística: fluxos logísticos .....	17
Figura 6: Cadeia logística da Cooprofar-Medlog .....	18
Figura 7: Etapas típicas do processo de compra.....	18
Figura 8: SDA.....	20
Figura 9: OSR.....	21
Figura 10: Exemplo de ordenação de mercadoria com várias filas por produto e com mudanças de lote. ....	22
Figura 11: Sinalização de urgente no dinâmico do SDA.....	23
Figura 12: Nivelamento de produto numa mudança de lote ou quando não há mais stock para reaprovisionar .....	24
Figura 13: Comportamento do produto Brintellix.....	28
Figura 14: Comportamento do produto Metibasol .....	29
Figura 15: Comportamento do produto Topiramato.....	29
Figura 16: Sazonalidade dos SKUs .....	30
Figura 17: N° de Linhas por zona de aviamento .....	31
Figura 18: Indicador de eficiência do SDA .....	31
Figura 19: Fluxograma da seleção da amostra para aplicação do modelo .....	34
Figura 20: Estudo da variável “Linhas saída com quantidade superior a 30 unidades”.....	35
Figura 21: Cálculo do rácio entre canais grandes e pequenos .....	37
Figura 22: Criação da nova variável Grande Equivalente.....	38
Figura 23: Criação de novas variáveis, considerando apenas linhas executadas no SDA ..	39
Figura 24: Fluxograma de afetação de SKUs ao SDA .....	40
Figura 25: Variáveis de decisão no Excel .....	42
Figura 26: Restrição da capacidade do SDA .....	42
Figura 27: Função objetivo no <i>Excel</i> .....	43
Figura 28: Utilização do Open Solver na resolução do problema.....	44
Figura 29: Célula objetivo no <i>Excel</i> .....	44
Figura 30: Restrição de capacidade no <i>Excel</i> .....	45

## 1. Introdução

No âmbito do Mestrado em Logística, do Instituto Politécnico do Porto, a presente dissertação sustenta-se numa atividade desenvolvida na empresa Medlog, uma empresa dedicada à Logística Farmacêutica. Esta empresa pertence ao Grupo Cooprofar-Medlog e a sua função principal integra as operações de logística interna, a gestão de toda a cadeia logística que envolve as diferentes infra-estruturas do Grupo, bem como a comercialização de soluções de distribuição customizadas para a indústria farmacêutica, hospitais e para outros *players* do setor.

A indústria farmacêutica é um dos casos em que a distribuição assume um dos processos mais importantes na cadeia de abastecimento, sendo a gestão dos armazéns um dos pontos mais críticos e essenciais que absorvem um trabalho mais ativo.

A distribuição grossista do medicamento é uma atividade preponderante na cadeia de abastecimento do medicamento e estabelece a ponte entre a indústria farmacêutica e as farmácias, fazendo parte da movimentação de milhões de euros diários que este setor move.

Sendo uma atividade regulada, necessita de uma autorização do conselho de administração do Infarmed<sup>1</sup>, imposta pelo cumprimento de requisitos obrigatórios, nomeadamente o manual de Boas Práticas de Distribuição<sup>2</sup>, emitido pelo Ministério da Saúde, onde se encontram as condições de atuação dos distribuidores por grosso.

A dissertação foi desenvolvida no departamento de Logística, na sede da referida empresa. Sendo os objetivos primordiais da logística a diminuição dos custos e o aumento da qualidade de serviço, a melhoria contínua passa a assumir um papel determinante na evolução dos processos logísticos. As empresas têm de ser cada vez mais flexíveis, usando cada vez melhor a informação de que dispõem a fim de aumentar a produtividade e a rentabilidade dos processos, diminuindo custos.

Num grossista farmacêutico, a preparação de pedidos das farmácias/espços de saúde é a atividade que acarreta mais recursos em armazém. Desta forma, muitas vezes as empresas instalam sistemas de picking automático para tornar o processo mais produtivo. Este processo deve ser construído de forma planeada e otimizada, a fim de se retirar o máximo partido do mesmo.

---

<sup>1</sup> Infarmed - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde

<sup>2</sup> A 19 de março de 2015 foi aprovado, por Deliberação n.º 047/CD/2015 do INFARMED, I.P., o Regulamento Nacional relativo às Boas Práticas de Distribuição de Medicamentos de Uso Humano.

A empresa tem um sistema de distribuição automático (SDA) que se considera não estar a ser utilizado da forma mais rentável possível e, desta forma, esta dissertação tem por base a abordagem em pormenor do problema de otimização do sistema SDA.

### 1.1. Apresentação da empresa

O Grupo Coopprofar-Medlog, com mais de 40 anos de experiência, é o maior grupo de capital exclusivamente português no sector da logística e distribuição farmacêutica e é constituído por diferentes empresas que constituem o grupo, tal como demonstra o organograma apresentado na Figura 1.

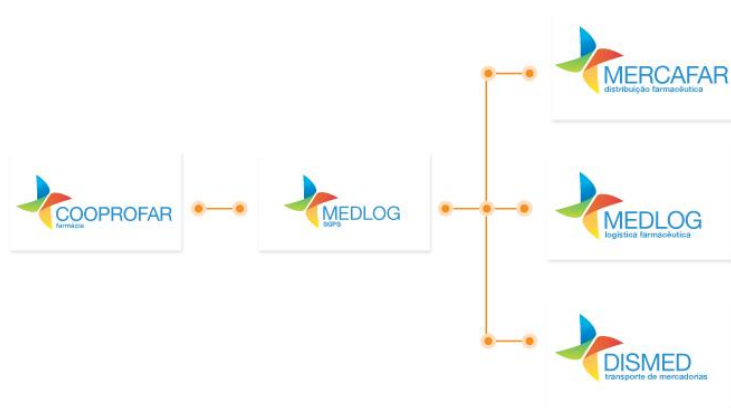


Figura 1: Organograma do Grupo Coopprofar-Medlog

A Coopprofar Farmácia – Cooperativa dos Proprietários de Farmácia, fundada em 1975, comercializa produtos farmacêuticos a aproximadamente 1200 farmácias. Atualmente, é um elo fundamental na cadeia de abastecimento de medicamentos (Figura 2).

A Medlog – Investimentos e Participações, SGPS, SA, criada em 2008, gere as atividades do grupo a nível estratégico e concentra em si as participações sociais do grupo.

A Mercafar – Distribuição Farmacêutica SA opera, desde 1999, nas áreas de representação, promoção e distribuição de produtos de saúde em farmácias, parafarmácias e espaços de saúde. A Mercafar representa várias marcas em Portugal e no âmbito do comércio internacional, iniciado em 2010, comercializa e exporta para diversos mercados.

A Medlog – Logística Farmacêutica SA está encarregue das operações de logística de armazém de todo o grupo e da comercialização de soluções de distribuição personalizadas para a indústria farmacêutica e hospitais.

A Dismed – Transporte de Mercadorias SA, é uma empresa de transporte dos produtos de saúde, em Portugal, em ambiente controlado e monitorizado. A empresa consegue distinguir-se, por ter um serviço flexível, eficaz e de acordo com as Boas Práticas da Distribuição.

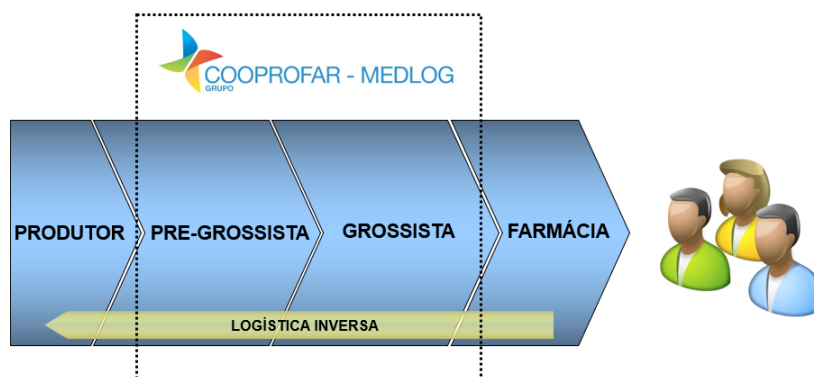


Figura 2: O Grupo Coopprofar-Medlog na Cadeia de Abastecimento

O grupo Coopprofar-Medlog é constituído por cinco plataformas logísticas, num total de área de armazém de 25 650 m<sup>2</sup>, com faturação anual de aproximadamente 400 000 000€.

O armazém sede é o maior das 5 plataformas logísticas (11000 m<sup>2</sup>) e localiza-se em Gondomar. De forma a incrementar a proximidade ao cliente, o grupo possui mais 4 plataformas localizadas em Macedo de Cavaleiros (1040 m<sup>2</sup>), Aveiro (1000 m<sup>2</sup>), Guarda (910 m<sup>2</sup>) e Alcochete (4000 m<sup>2</sup>), como apresentado na Figura 3.

O Grupo satisfaz os pedidos de, aproximadamente, 2000 clientes e recebe mercadoria de 250 fornecedores, com transições de aproximadamente 18000 referências de produtos. Os armazéns têm diferentes pesos na preparação de encomendas, sendo o armazém sede o que tem um peso maior (aproximadamente 60%).

Todos os armazéns encontram-se licenciados pelo Infarmed, possuindo a capacidade de receber e armazenar todo o tipo de produtos de saúde, pelo facto da existência de controlo de temperatura, adequado às necessidades dos produtos em questão.

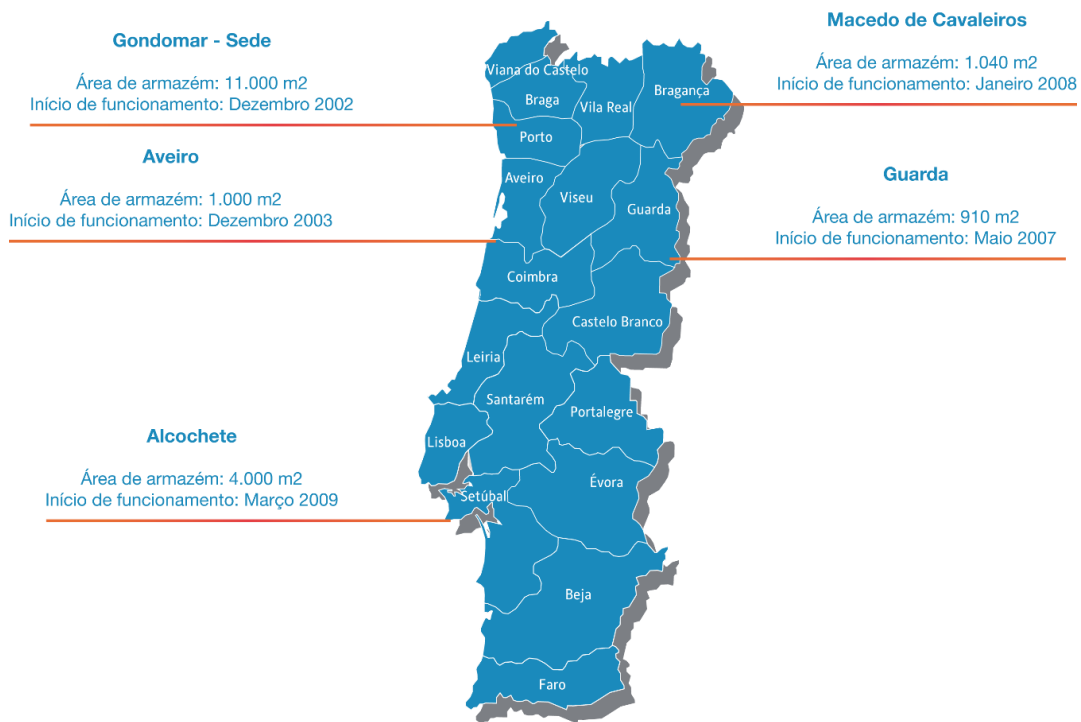


Figura 3: Armazéns do Grupo Coopfar-Medlog

Existem vários tipos de tecnologias usadas nos armazéns, que diferem entre armazéns tendo em conta as suas dimensões, fluxos e volume de faturação.

Os armazéns de Gondomar e de Alcochete são automatizados com plataformas *Knapp*<sup>3</sup> (Tabela 1). Estas plataformas são constituídas por diversos sistemas automáticos de recolha do produto, acondicionamento em tabuleiro e transporte para expedição. Outro sistema utilizado em todos os armazéns é o *Voice Picking*, sistema através do qual o operador recebe a informação por voz de quais os produtos a recolher. O *picking manual* é utilizado sem qualquer apoio automatizado, sendo que o operador recolhe os produtos de forma tradicional, com uma guia de encomenda.

Tabela 1: Modelos de *Picking* nos diferentes armazéns

	Gondomar	Alcochete	Macedo de Cavaleiros	Aveiro	Guarda
<i>Sistema Knapp</i>	X	X			
<i>Voice Picking</i>	X	X	X	X	X
<i>Picking Manual</i>	X	X	X	X	X

<sup>3</sup> Grupo que fornece tecnologia de automação e soluções de software para instalações de logística e produção.

## Mercado Nacional

O mercado em Portugal é altamente competitivo e é constituído por um elevado número de empresas concorrentes com quotas de mercado pouco variáveis ao longo do tempo, facto que possibilitou, durante anos, que estas empresas mantivessem as suas posições no mercado principalmente através do uso de argumentos relacionados com o preço.

Tabela 2: Posição no mercado dos diferentes armazenistas até ao ano 2019 (IMS Health)

Quota de mercado							
Posição	Armazenista	Ano					
		2015	2016	2017	2018	2019	vs 2018
1	Alliance Healthcare	27,2%	27,8%	26,2%	25,2%	26,4%	1,2%
2	OCP	21,0%	22,2%	22,2%	22,7%	22,1%	-0,6%
3	Cooprofar	13,4%	13,1%	13,4%	13,5%	13,3%	-0,2%
4	Plural	9,4%	9,4%	9,2%	9,6%	10,6%	1,0%
5	Udifar II	9,3%	6,4%	7,1%	7,0%	5,7%	-1,3%
6	B&R	7,9%	8,7%	8,4%	7,7%	7,6%	-0,1%
7	Empifarma	2%	3,8%	5,0%	6,2%	7,1%	0,9%
8	Others	9%	8,6%	8,5%	8,0%	7,3%	-0,7%
		100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Tal como podemos verificar na Tabela 2, são sete os principais grossistas, sendo que a *Alliance Healthcare* e a *OCP* são os que tiveram maiores quotas de mercado, em 2019, com 26,4% e 22,1% respetivamente. A *Cooprofar* apresentou uma quota de mercado de 13,30%, sendo o único dos três maiores *players* com capital exclusivamente português.

O mercado da distribuição grossista e pré grossista apresenta argumentos competitivos muito centralizados no preço e na proximidade ao cliente. Tais fundamentos não são sustentáveis a médio prazo na medida em que as margens de comercialização encontram-se muito pressionadas e a racionalização da estrutura de custos operacionais torna-se imprescindível, para que seja possível absorver os impactos negativos decorrentes dos constrangimentos a que está sujeito o mercado do medicamento. Desta forma é fundamental para empresas de distribuição, criar novos serviços diferenciadores que permitam apresentar soluções integradas, assentes numa lógica de parceria com os vários *stakeholders*, acrescentando valor ao mercado e reduzindo o fator preço como critério diferenciador.

## 1.2. Enquadramento

Num grossista farmacêutico, o processo de *picking* é dos que consome mais recursos em armazém. Desta forma, esta empresa instalou sistemas de *picking* automático para tornar o processo mais produtivo. No entanto, a gestão e otimização destes equipamentos carece de atenção constante de forma a que se mantenha o mais eficiente possível.

As empresas grossistas desempenham um papel importante no fornecimento de medicamentos aos consumidores portugueses, na medida em que são estas que satisfazem os pedidos das farmácias. Além da entrega de milhares de referências diferentes, garantem a entrega de medicamentos urgentes em poucas horas. A disponibilidade de medicamentos depende, para além do fornecimento pelo fabricante farmacêutico, do seu stock e da rapidez da sua entrega. Nesta perspetiva, estas empresas efetuam milhares de linhas diariamente, distribuídas por zonas diferentes do armazém.

A criação desta dissertação surgiu da necessidade do departamento de logística, em acompanhar mais frequentemente e de forma mais facilitada o automatismo SDA.

Existe um controlo que não é regular, constante no tempo, nem dinâmico, através da análise de dados de rotação dos produtos e decisão dos produtos que devem ser afetados e/ou retirados do SDA.

Relativamente à percentagem de linhas aviadas na totalidade pela plataforma logística de Gondomar, existem cálculos efetuados que estimam que aproximadamente 52% das linhas sejam aviadas pelo SDA.

Neste sentido, existe um trabalho a efetuar na procura de soluções que permitam uma análise eficaz das localizações deste sistema e no aumento de produtividade do mesmo.

## 1.3. Objetivos

A empresa em questão tem um sistema de *picking* automático (SDA), na plataforma de Gondomar, que não está a ser utilizado da forma mais rentável possível e, desta forma, esta dissertação tem por base a abordagem em pormenor do problema de otimização do sistema SDA.

O objetivo da dissertação é estudar o processo atual, identificar problemas e encontrar medidas de melhoria que visem aumentar a rentabilidade atual, abrangendo a questão da afetação e alocação de SKUs (*Stock Keeping Unit*) ao SDA e a otimização do nº de *pickings* efetuados pelo mesmo em detrimento do *picking* manual.

#### **1.4. Metodologia**

- Mapeamento do processo atual;
- Identificação, análise e seleção dos problemas a estudar;
- Estudo e seleção das metodologias de solução;
- Validação e implementação das propostas de solução;
- Análise de resultados e conclusões.

#### **1.5. Estrutura**

O primeiro capítulo é um capítulo introdutório onde se apresenta a empresa, enquadra o problema e descreve os objetivos a atingir. Integra também a apresentação da metodologia aplicada e a estrutura na qual se baseará a Dissertação de Mestrado.

Numa segunda fase, o capítulo dois destina-se à Revisão da Literatura, com uma abordagem a temas essenciais à execução da Dissertação, nomeadamente conceitos implícitos à Gestão de Armazéns.

No terceiro capítulo caracteriza-se a situação atual com a recolha de dados e respetiva análise dos mesmos.

O quarto capítulo apresenta e justifica as sugestões de melhoria e métodos de solução.

Por conseguinte, no quinto e último capítulo consta a avaliação e discussão dos resultados inerentes à implementação das propostas apresentadas através de indicadores.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1. Logística e gestão da cadeia de abastecimento

Comportando numerosas origens militares, a logística tem vindo a desenvolver-se no seio das empresas e organizações, assumindo um papel estratégico na empresa e focando-se no *mindset* alcançado pelos profissionais envolvidos.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals*, Logística é “a parte da Cadeia de Abastecimento que é responsável por planear, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inversos e as operações de armazenagens de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a ir ao encontro dos requisitos/necessidades dos clientes” (Carvalho et al., 2017).

A logística representa um papel fundamental na satisfação do cliente e no lucro da empresa. A sua gestão eficiente complementa os esforços do marketing da empresa e trata de fornecer um serviço ou produto a um cliente nas condições certas e com redução dos custos, alcançado o nível de serviço desejado pelo cliente (Júnior et al., 2008).

A cadeia de abastecimento é um processo de conexão entre produtores, armazenistas e clientes, composto por um conjunto de atividades e processos planeados para produzir valor na forma de produtos ou serviços para um consumidor final de um determinado mercado. Os membros da cadeia de abastecimento são independentes uns dos outros, mas nenhum dos procedimentos desta é da exclusiva responsabilidade de um membro individual da cadeia.

No que concerne à cadeia de abastecimento farmacêutica, os SKUs são produzidos em laboratórios, transportados por grossistas, armazenados em pontos de venda e fornecidos ao consumidor final. Esta estrutura sofre muitas vezes mudanças tendo em conta a localização, tipo de produto e outros fatores.

Os produtos tratados neste tipo de indústria são muito diferentes em comparação com outros setores e, portanto, a qualidade de serviço prestado desempenha um papel fulcral na efetivação do desempenho, orientada para a otimização, implementação do *just-in-time*, reformas de saúde em países específicos, decisões de abastecimento, entre outras. (Parmata et al., 2016)

### **2.1.1. Logística e competitividade: criação de valor**

A qualidade de serviço numa cadeia de abastecimento é definida como quão bem uma organização atinge ou supera as expectativas do cliente, não só de forma unidirecional, como de forma bidirecional para cada elemento da cadeia. Neste contexto, a qualidade de serviço é considerada como a variação entre as expectativas e percepções em todos os níveis da cadeia e como um todo. A competição é entre cadeias de abastecimento e não entre órgãos independentes desta. Quando os diversos elos da cadeia trabalham em conjunto, eles assumem o papel de clientes na compra de produtos a fornecedores individuais e o papel de fornecedores quando fornecem produtos aos seus clientes. Desta forma, todos os elementos precisam de ser satisfeitos (Parmata et al., 2016).

A indústria farmacêutica desempenha um papel essencial na produção e comercialização de produtos farmacêuticos e assume uma função vital na economia global. A importância de uma logística eficiente neste mercado está relacionada essencialmente com dois fatores, os custos da demora da chegada dos produtos farmacêuticos ao mercado e o custo logístico que assumem 45 a 50% de custos adicionais para a cadeia de abastecimento farmacêutica. Esta é, desta forma, responsável por garantir que o produto correto chegue à pessoa correta, no momento ideal e em boas condições (Parmata et al., 2016).

### **2.2. Gestão da armazenagem e dos stocks**

A gestão das operações de armazenamento e *picking* impactam diretamente um centro de distribuição e, conseqüentemente, o desempenho da cadeia de abastecimento. Entre o momento do pedido do cliente e o momento em que o mesmo é entregue no mesmo, há inúmeros processos que carecem de otimização constante, essencialmente para a redução de tempo. A indústria tem vindo a apresentar soluções que permitem atingir a produtividade de 1000 *pickings* por pessoa/hora. Os armazéns geralmente envolvem grandes investimentos e custos operacionais (por exemplo, custo da infraestrutura, equipamentos, mão de obra, etc.). No entanto, os mesmos contribuem para uma série de missões da empresa, como apoiar as políticas de atendimento ao cliente, suporte na competitividade do mercado, alcançar o mínimo custo logístico compatível com um bom serviço ao cliente, apoiar os programas *just-in-time* de fornecedores e clientes (Koster et al., 2007).

## **Layout**

Num contexto de *picking*, o projeto de *layout* envolve duas vertentes: o *layout* da instalação que contém o sistema de *picking* e o *layout* dentro do sistema de *picking*. O primeiro problema diz respeito à decisão de onde localizar os vários setores (receção, armazenamento, preparação e expedição) que normalmente é realizada tendo em conta a diminuição de custos, muitas vezes representada por uma função linear da distância percorrida (Koster et al., 2007).

O que está em causa é definir o critério para a localização dos produtos dentro do armazém, com o intuito de alcançar o objetivo da mínima distância percorrida. São critérios o número de movimentos de entrada e saída, a rotação, o volume, o peso, entre outros. Estes são utilizados dependendo do setor de atividade e das características dos produtos envolvidos. A análise ABC (*Activity Based Costing*) (ver secção 2.3.3.) é muitas vezes usada segundo o critério escolhido para definição do *layout* (Carvalho et al., 2017).

Como a operação de *picking* é provavelmente a atividade que acarreta mais recursos em muitos armazéns de preparação de pedidos, foi surgindo a ideia de concentrar as atividades de *picking* numa área relativamente compacta, com o objetivo de diminuir a distância percorrida pelos operadores. A abordagem consiste em dividir o armazém em duas áreas distintas: a área de *fastpick*, onde ocorrem as atividades de *picking*, e a área de reserva, a partir da qual a área de *fast pick* é reabastecida. Para solucionar o problema é necessário, em primeiro lugar, definir o tamanho da área de *fast pick* e, em segundo lugar, é necessário distribuir os diferentes SKUs do armazém pelo espaço definido. Porém surge a questão de, quanto menor a área de *picking*, menor a distância percorrida pelos operadores, mas mais viagens são necessárias para reabastecimento a partir da área de reserva (Savannah et al., 2018).

## **Classificação de Stocks**

O controlo de stocks abrange diariamente centenas de movimentos de entrada e saída de produtos. Desta forma, torna-se importante, pela elevada variedade de artigos e número unidades de cada um deles, classificá-los por forma a distinguir os que têm maior relevância em valor financeiro.

A análise ABC, também denominada Análise de Pareto, surge em 1987, nos Estados Unidos, através de R. S. Kaplan, como um método de custeio projetado para ajudar os

gestores a tomar decisões estratégicas, dando-lhes informações sobre o custo (Canha, 2007). Define-se como um método que, em função de determinado critério, permite evidenciar os componentes de uma população estatística aos quais se deve dar maior importância por serem os mais significativos. É também considerado um método de classificação de inventário por ser uma ferramenta de gestão na identificação de produtos do stock com mais valor (Gonçalves, 2010).

Este método permite classificar os produtos em três categorias, A, B e C da seguinte forma:

- Classe A: produtos que representam uma pequena percentagem (cerca de 20%) da totalidade de produtos existentes. Compreende os artigos que representam aproximadamente 80% da faturação total. Para estes artigos devem ser estabelecidos níveis de serviço mais elevados e adotar-se modelos de revisão contínua, por permitirem uma monitorização contínua dos stocks.
- Classe B: classe que compreende cerca de 30% do total de artigos que representam cerca de 15% da faturação total;
- Classe C: compreende cerca de 50% dos artigos que representam aproximadamente 5% da faturação total. São, em termos financeiros, pouco importantes, sendo o modelo de revisão periódica de stocks o mais ajustado (Carvalho et al., 2017).

### **2.3. Armazenamento e Picking – a utilização de sistemas automáticos em Centros de Distribuição**

Ao longo do tempo, mediante os diferentes tipos de armazéns, foram sendo desenvolvidas múltiplas estratégias de atribuição de armazenamento, adaptadas às diferentes realidades. Este desenvolvimento foi em grande parte direcionado para ações de rearmazenamento, estratégia que envolve esforços significativos semelhantes à organização de um armazém numa fase inicial. Tendo em conta que a reorganização dos espaços é requerida de uma forma periódica, de acordo com fatores variáveis, como é o caso da sazonalidade ou da variação de referências de produtos, a operação requer revisões frequentes, com o objetivo primordial de otimizar o máximo possível a operação (Kofler et al., 2011).

Apesar de os armazéns estarem disponíveis para diversas atividades de serviço ao cliente, eles também são alvo de custos significativos: os números indicam que os custos de capital e os custos operacionais dos armazéns têm sido significativos: eles representavam cerca de 22% de custos logísticos em 2005 nos EUA e 25% na Europa. Além disso, as despesas com automação de armazém aumentaram de forma constante na Europa e essa tendência é refletida globalmente por números que mostram que as vendas relativas aumentaram em uma média de 5% ao ano apenas para o período de 2003-2005 (Battista et al., 2011).

Nas últimas décadas, alguns autores publicaram várias abordagens eficazes de otimização de espaços, procedimentos e movimentos ao nível da gestão de stock: esses autores concordaram principalmente que os dois critérios básicos para a organização de armazéns são a política de armazenamento dedicada em que cada item tem seu próprio local de armazenamento fixo e a estratégia aleatória. Uma ferramenta de otimização de design de armazém deve ter em conta o projeto de layout da área de armazenamento, a análise de dados, a gestão de stocks e suporte à decisão. Um requisito típico para a solução de atribuição de um local de armazenamento é garantir que produtos com taxa de rotação semelhante sejam associados a localizações com um peso semelhante, tanto para produtos com baixa como alta rotação. Surge a ideia de criar uma lista de produtos com base na sua taxa de rotação decrescente e usar uma ferramenta para alocar produtos de forma eficiente, combinando a lista de produtos (classificados em movimentos decrescentes de entrada/saída) com a lista de localizações (classificadas em pesos de localização crescentes). Esta ferramenta pode gerar uma atribuição de código de localização ideal, onde produtos de alta rotação são atribuídos às localizações mais próximas do ponto de saída do armazém, o que garante a minimização dos tempos de movimento de materiais (Battista et al., 2011).

A alocação das diferentes referências (SKUs) tem por objetivo determinar a melhor localização para as mesmas, tendo em conta essencialmente a necessidade de localizar mais referências num espaço cuja capacidade é reduzida, ou reduzir custos de movimentação do produto. O tempo que um operador gasta no percurso para recolher o SKU é igual ou maior a 50% do tempo total de preparação de encomenda.

Existem vários tipos de localização:

- a) Localização aleatória: os SKUs, à medida que dão entrada, vão sendo alocados nos locais disponíveis sem qualquer tipo de critério;
- b) Localização tendo em conta a rotação: os SKUs de maior rotação são localizados em zonas de mais fácil acesso;

- c) Localização por afinidade: SKUs que são geralmente pedidos juntos são considerados correlacionados e são localizados próximos uns dos outros.
- d) Localização por afinidade e frequência: os SKUs são localizados combinando a sua correlação e a frequência com que são pedidos. (Kofler et al., 2011)

É denominado *slotting* o processo de duas etapas que primeiro atribui um SKU a uma classe de produto e que depois atribui a classe aos locais de armazenamento dentro de um armazém. Uma atribuição de armazenamento ideal pode ficar desatualizada em pouco tempo devido a alterações na procura do produto causadas por variações de sazonalidade e características do ciclo de vida do produto. Existem algoritmos de construção que criam uma localização viável do zero, assumindo que o armazém está inicialmente vazio. Por outro lado, existem algoritmos de melhoria que tentam otimizar uma solução viável já existente. Existem várias abordagens, nomeadamente o *slotting* aleatório, em que os SKUs são atribuídos aleatoriamente a locais de armazenamento adequados e disponíveis; *slotting* por métricas baseadas na rotação, em que itens de movimentação rápida se encontram em zonas de mais fácil acesso; *slotting* por afinidade, em que se considera que itens que são preparados juntos têm correlação entre si (Kofler et al., 2011).

A pontuação de frequência de picking/ afinidade parcial (PF / PA) é uma abordagem que combina armazenamento baseado em afinidade e armazenamento por frequência de *picking* (Kofler et al., 2010).

Existem diversas pesquisas sobre a otimização de alocação de produtos, sendo uma grande área abordada a construção de modelos assentes em vários princípios, nomeadamente melhorar a eficiência da entrada e saída de mercadoria do armazém, colocação de itens mais pesados nos locais inferiores, agregação por família de produto. Ai-Min e Jia (2011) assumem dois problemas: que as funções objetivo não têm em conta o tempo de movimentação da mercadoria no processo de otimização e que existem poucos estudos para indústrias específicas, diminuindo o valor prático. Aplicaram o modelo multi-alvo para o estudo de um armazém automatizado num centro de logística farmacêutica. Por existir uma grande variedade de referências e as condições de armazenamento exigidas legalmente serem diferentes (áreas de armazenamento à temperatura ambiente, áreas de refrigeração...), este tipo de armazém utiliza o armazenamento por classificação (Ai-Min & Jia, 2011).

Chiang et al. (2011), propõem uma abordagem de atribuição de armazenamento baseada em mineração de dados, para encontrar a atribuição de armazenamento ideal para produtos rececionados que precisam ser armazenados numa localização vaga num centro de distribuição. Com o desenvolvimento de um *Warehouse Management System* (WMS), as

propriedades do produto, como taxa de rotação e frequência do pedido, podem ser registradas constantemente de forma a que a política baseada em classe possa ser aplicada à atribuição de armazenamento. Os produtos são divididos em classes, mediante a sua taxa de rotatividade e produtos com taxa de rotação mais alta são localizados em zonas mais próximas da saída, por forma a aumentar a eficiência de preparação dos pedidos.

Através da simulação de um sistema automatizado de armazenamento/preparação (AS/RS), um estudo comparou o local vazio mais próximo e as abordagens de atribuição com base na rotatividade e na classe em termos de tempo de percurso e distribuição de rotatividade de produtos (Hausman et al., 1976).

Um outro estudo formulou o problema de localização baseado em classes com base num modelo de programação inteira não linear e desenvolveu um algoritmo *branch-and-bound* para resolver o problema. No entanto, a taxa de rotação ou a frequência de pedidos de produtos não é a única característica que pode ser obtida no WMS para melhorar a alocação de produtos. Existem outras informações que podem ser obtidas após análise dos pedidos dos clientes. Produtos em classes diferentes podem estar relacionados entre si, na medida em que alguns são normalmente pedidos juntos pelos clientes (Muppani (Muppant) & Adil, 2008).

### **2.3.1. Otimização de um sistema *A-frame***

Com a necessidade de precisão extremamente alta na distribuição farmacêutica, as tecnologias automatizadas são bastante utilizadas na preparação de pedidos. No entanto, a especificação de um sistema automatizado, cumprindo as restrições de armazenamento e produção é um processo complexo. São utilizadas muitas vezes estratégias de dispensadores automatizados (recolha automática de pedidos) que são utilizadas para eliminar o *picking* manual (embora o reabastecimento ainda seja feito manualmente na maioria dos casos). Uma vantagem adicional da automação é a precisão na preparação dos pedidos. O sistema dispensador automatizado mais comum na indústria farmacêutica é designado na bibliografia científica por *A-Frame*. Conforme ilustrado na Figura 4, os produtos são colocados em canais lado a lado, de comprimento variável, em dois lados de um tapete, formando um “A” e automaticamente dispensados no tapete que passa pelo túnel criado pela estrutura. Os pedidos são processados um de cada vez, com os produtos direcionados para as caixas de pedido do cliente, transportados através de uma esteira para outra estação de

preparação. Enquanto a máquina está a processar pedidos, o reabastecimento manual pode ser realizado sem impacto nas operações de dispensação (Meller & Pazour, 2008).

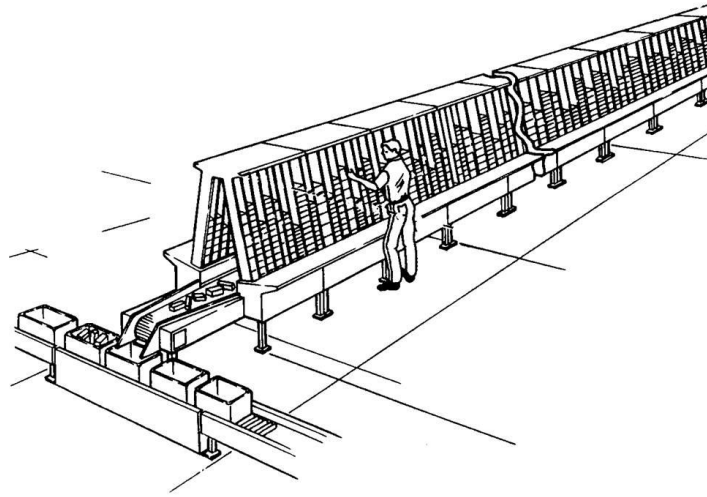


Figura 4: Representação de um sistema *A-Frame* (Meller & Pazour, 2008)

Os sistemas *A-Frame* têm a capacidade de preparar até 750000 unidades por dia e 1200 a 2400 pedidos por hora, com alta precisão na sua execução (Meller & Pazour, 2008).

Relativamente a um sistema de *A-Frame*, levantam-se as seguintes questões na afetação e alocação de SKU: quais os SKUs que devem ser alocados, tendo em conta os custos de reabastecimento e picking e as taxas de procura; tendo um número limitado de canais, quais os SKUs a serem alocados; dadas as taxas de reabastecimento, quantos canais devem ser atribuídos a cada SKU. Assim que o conjunto de SKUs favoráveis à alocação em *A-Frame* for identificado, é necessário determinar quais são atribuídos ao *A-Frame*, uma vez que a sua capacidade não é infinita. Esta segunda questão pode ser respondida com uma formulação semelhante ao modelo *Knapsack* (Meller & Pazour, 2008).

O problema *Knapsack*, também denominado problema da mochila, é o nome dado a um problema de otimização linear sujeito a uma única restrição. Um exemplo comumente relatado é imaginar que se vai efetuar uma caminhada e na mochila terão de ser colocados os itens essenciais. A mochila tem um volume limitado, normalizado para 1, e o mesmo não pode ser excedido. Cada item  $i$  ocupa um certo volume  $v_i$  (também normalizado para estar dentro entre 0 e 1). Se for colocado na mochila, confere valor  $a_i$ , que se assume positivo. Caso contrário, o item certamente não seria colocado na mochila. O problema de escolher o melhor subconjunto de itens para colocar na mochila pode ser formulado como um modelo

de programação linear, no qual as variáveis de decisão  $x_i$  podem assumir os valores 1, caso o item  $i$  seja selecionado ou 0, no caso contrário (John J BARTHOLDI, 2011):

$$\max \sum_{i=1}^n a_i x_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_i \leq 1 \quad (2)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad (3)$$

Por forma a alocar espaço num *A-frame*, a primeira tarefa deve ser calcular a duração ( $l_s$ ) e a capacidade de um ciclo de reabastecimento da procura para cada SKU ( $s$ ). A duração total é a dimensão física mínima dos SKUs multiplicada pela procura do SKU. Os itens são empilhados no canal com a sua menor dimensão como altura. A capacidade de um ciclo de reabastecimento,  $w_s$ , é o peso unitário multiplicado pelo ciclo da procura de um SKU (Meller & Pazour, 2008).

Dado um *A-Frame* específico, a capacidade máxima de peso de um canal,  $W^{max}$ , pode ser determinada. Devido às limitações físicas, cada canal só pode armazenar uma quantidade finita de produto e um canal típico tem limitação de peso. Cada *A-frame* tem um determinado número de módulos, com um certo número de canais de nível único ou duplo. Após determinação da constituição do sistema, a heurística apresentada por Meller & Pazour pode ser aplicada para afetação e alocação de SKUs. O objetivo da heurística é determinar a partir de um grande conjunto de SKUs, quais os canais que são necessários para uma determinada restrição de reabastecimento e, de seguida, alocar o número total de canais disponíveis para minimizar os custos totais de mão de obra (custos de reposição do *A-Frame* e custos de reposição e preparação no sistema manual). Em termos de otimização, os custos totais, que consistem em custos de mão de obra e custos de infraestrutura, podem ser determinados para uma variedade de canais disponíveis (Meller & Pazour, 2008).

### 3. Descrição da situação atual

O presente capítulo demonstra a situação atual da empresa, no que concerne aos processos de gestão do SDA. Sumariamente, a atividade logística da Medlog encontra-se apresentada na Figura 5. O processo inicia com a realização de encomendas de determinados produtos e finaliza com o envio das mesmas para os respetivos clientes. O processo é cíclico e conduzido pela procura. Sempre que o cliente final compra um produto numa farmácia/parafarmácia, é desencadeado um conjunto de processos em todos os elementos da cadeia de abastecimento.

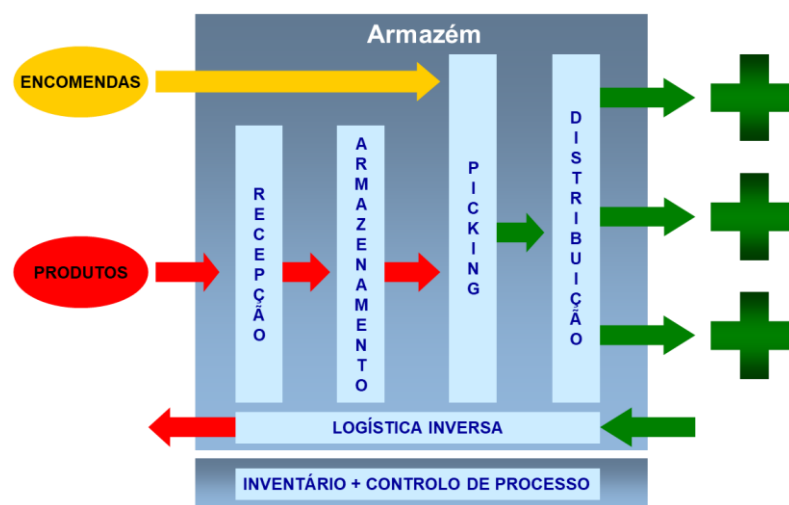


Figura 5: Atividade logística: fluxos logísticos

#### 3.1. Atividades desempenhadas

A cadeia logística do Grupo Cooprofar-Medlog dispõe de vários processos antes da entrega do produto ao cliente, tal como se pode visualizar na Figura 6. Estes iniciam-se com a aquisição do produto do laboratório e terminam com a distribuição do mesmo ao cliente na farmácia ou no espaço de saúde.



Figura 6: Cadeia logística da Coopprofar-Medlog

Podem ser enumeradas as seguintes fases:

- **Compras:** Função do departamento de compras, responsável pela aquisição e coordenação de bens/serviços alinhados com os objetivos estratégicos organizacionais. Na Figura 7 encontram-se representadas as principais etapas do processo. As previsões são usadas para fornecer uma base de trabalho para o planejamento dos níveis de stocks, baseando-se em tendências e em parâmetros inferidos de dados históricos. Interage no processo logístico, em termos de fluxos físicos e de informação, com vista a satisfação das necessidades do cliente.



Figura 7: Etapas típicas do processo de compra

- **Receção de mercadorias:** setor logístico que receciona e confere a mercadoria e respetivos documentos vindos dos fornecedores, com vista a atestar que os produtos

se encontram nas condições exigidas para a sua comercialização. A cada produto é atribuída uma etiqueta onde consta a localização onde arrumar o produto, o seu lote e a sua validade.

- **Armazenamento:** Arrumação dos produtos na sua localização. Se já existir produto na reserva, o produto é encaminhado para a reserva, caso contrário é armazenado na localização de aviamento, cumprindo o FEFO (*First to Expire First Out*).
- **Controlo de Stocks:** controlo de prazos e respetivos lotes dos produtos, quer através do sistema informático, quer através de listagens usadas para o efeito. Os produtos fora do prazo são segregados e encaminhados para o setor de devoluções.
- **Aviamento (*Picking*):** recolha dos produtos pedidos no *Voice Picking*, no terminal de radiofrequência (RF) ou na guia de aviamento manual.
- **Expedição/Distribuição:** organização por rotas das encomendas preparadas para posterior distribuição pelos motoristas.
- **Devoluções:** processo logístico inverso, onde é efetuada a recolha dos produtos no cliente para tratamento no departamento das devoluções. Das devoluções o produto pode ser encaminhado para o laboratório, reintegrado em stock ou para clientes.

## 3.2. Arrumação e Picking

### 3.2.1. Áreas de Picking

Em todas as plataformas logísticas existentes, a Medlog utiliza as áreas de modo a melhorar a eficácia e eficiência dos processos.

Os produtos farmacêuticos são localizados em várias áreas, mediante as suas características.

Podem ser localizados:

- Num Sistema de Dispensa Automática (SDA), demonstrado na Figura 8. Neste sistema são colocados os produtos de alta rotação com características ajustáveis à sua

colocação em canais, com vista à otimização da utilização da mão-de-obra. O SDA seleciona os produtos das encomendas e encaminha-os em tapetes, para o tabuleiro respetivo do cliente;

- 



Figura 8: SDA

- No MPS. Nesta área semiautomática são colocados os produtos cujas características físicas não permitam o armazenamento num sistema automático. Esta área é constituída por estanteria leve e o picking é efetuado para *buffer boxes* que descarregam os produtos para um tapete rolante;
- No M01. Nesta área são colocados os produtos de frio, estupefacientes e psicotrópicos ou outros que necessitem de um controlo frequente. Esta área é constituída por uma câmara de frio e estanteria leve para produtos ambiente e o picking é efetuado para tabuleiro, que após preparação é colocado na esteira de distribuição.
- No Manual. Nesta zona são colocados os produtos de maiores dimensões, com características físicas mais suscetíveis que não permitam o aviamento automático nem semi-automático. Esta área é constituída por estanteria estática leve e dinâmica e o picking é efetuado para tabuleiro, que após preparação é colocado na esteira de distribuição.

- Na OSR (Figura 9). Nesta zona são alocados os produtos de menor rotação.



Figura 9: OSR

- Na zona de reserva ou reforço. Nesta zona são colocados os produtos que não têm espaço na sua localização de aviamento. Esta zona é constituída por estanteria estática pesada.

Da totalidade das cinco plataformas logísticas, apenas duas têm sistemas de distribuição automáticos. A plataforma de Alcochete tem um SDA e um OSR, enquanto que a plataforma de Gondomar tem dois SDAs em funcionamento. Esta plataforma é a que será alvo de estudo.

Estes dois sistemas estão integrados na plataforma *Knapp*, que é encarregue do circuito do produto pelo armazém desde o local de armazenamento até ao local de expedição.

### 3.2.2. *Picking* no SDA

O *picking* no SDA é feito de forma automática. Aquando do lançamento da encomenda para a *Knapp* pelo chefe de turno, seguindo o circuito por todas as zonas que o pedido engloba, descarrega no SDA a quantidade pedida. Para quantidades pedidas em que a quantidade é maior do que 30 unidades, o produto não é descarregado do SDA. O tabuleiro desvia na zona M02 e o *picking* é efetuado por voice, deslocando-se o colaborador à

localização de armazenamento dinâmico por gravidade e colocando o produto diretamente no tabuleiro.

### 3.2.3. Processo de arrumação e abastecimento

A recolha de mercadoria a partir da receção é feita ciclicamente, ao longo do dia. A mercadoria é triada e colocada temporariamente em áreas próprias a aguardar que seja distribuída pelas zonas de arrumação. A partir desta zona, é efetuada a arrumação nos dinâmicos por um colaborador alocado diariamente a esta tarefa, que garante:

- A correta ordenação do produto por preço, prazo de validade e lote;
- A sinalização da mudança de lote, prazo e/ou preço;
- A correta colocação do produto no dinâmico, evitando danificados;
- O posicionamento do produto no local destinado ao mesmo;
- A sinalização da existência de paletes em reforço/reserva;
- A colocação do produto uniformemente distribuído pelas diversas filas, quando houver mudança de lote, prazo e/ou preço (Figura 10);

Val. 01/2017	Val. 01/2017	Val. 01/2017
Val. 04/2016	Val. 01/2017	Val. 01/2017
Val. 04/2016	Val. 04/2016	Val. 04/2016
Val. 05/2015	Val. 05/2015	Val. 05/2015
Val. 05/2015	Val. 05/2015	Val. 05/2015

Figura 10: Exemplo de ordenação de mercadoria com várias filas por produto e com mudanças de lote.

Os produtos urgentes têm arrumação prioritária e uma sinalização diferente que implica a arrumação destes antes do período de pico. Estes produtos são assinalados como urgentes na etiqueta da Receção e têm a fila do dinâmico vazia. Assim, são assinalados com bandeira vermelha no respetivo produto e colocados imediatamente no dinâmico com o

identificador colocado na primeira caixa da fila (Figura 11). O objetivo é alertar o operador que vai abastecer o SDA da necessidade de dar prioridade a esses produtos.



Figura 11: Sinalização de urgente no dinâmico do SDA

Após arrumação dos produtos no dinâmico, o produto está pronto para ser colocado no canal do SDA. Esta operação é efetuada por colaboradores aleatórios, alocados mediante a gestão de cada chefe de turno.

No abastecimento dos canais do SDA devem ser cumpridos os seguintes requisitos:

- Validar sempre o código do produto;
- Encher sempre o canal de cima para baixo, de forma a garantir o FEFO (*First-Expire, First-Out*);
  - ✓ Nivelar o produto pelos diferentes canais do mesmo produto quando ocorre mudança de lote/prazo de validade ou insuficiência de stock para encher a totalidade dos canais (Figura 12);
- Sinalizar mudança de preço:
  - ✓ Separar o produto com ferro separador;
  - ✓ Assinalar com identificador de preço novo;
- Garantir o abastecimento, antes dos períodos de pico, dos produtos assinalados com a bandeira azul, que representa as prioridades definidas pelo responsável de turno;

- Garantir sempre a colocação do produto sem cintas plásticas nem elásticos;
- Colocar a abertura dos respectivos produtos voltados para cima, para evitar danificados.



Figura 12: Nivelamento de produto numa mudança de lote ou quando não há mais stock para reaprovisionar

Deve assinalar-se sempre a impossibilidade de abastecer o canal do SDA com o identificador “produto em atualização” quando forem detetadas alterações das dimensões dos produtos ou quando forem detetados erros nos ejetores do produto.

### 3.3. O Automatismo SDA

#### 3.3.1. Localizações do SDA

O SDA está dividido em duas partes, sendo que cada uma delas tem canais pequenos e canais grandes. Um produto pode estar localizado em mais do que um canal. Esta divisão está explícita nas Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3: Localizações e Referências no SDA

	Nº de referências	Nº Canais
<b>SDA</b>	1007	1264
<b>SDA2</b>	581	795
<b>Total</b>	1588	2059

Tabela 4: Tipo de Canais no SDA

	Canais Grandes	Canais Pequenos	Total
SDA	634	630	1264
SDA2	793	2	795
Total	1427	632	2059

Segundo os pressupostos da empresa, um produto para ser colocado em SDA, tem de alocar quantidade suficiente para 1 ou 1,5 dias de stock. Segundo indicações da empresa, este valor foi discutido por forma a que num dia, um operador apenas tivesse que reabastecer o canal uma vez.

Com uma breve análise do movimento dos produtos nos últimos 90 dias, verifica-se que, pela falta de rotina na verificação dos produtos do SDA, existem produtos que à primeira vista parecem não seguir os critérios para estarem alocados no sistema automático, como podemos confirmar na Tabela 5.

Tabela 5: Produtos do SDA por dias de stock

Produtos com dias stock/SDA >1,5	1423
Produtos com dias stock/SDA >10	170
Produtos com dias stock/SDA <1	36

Segundo a análise efetuada, existem 1423 referências cujo stock dura mais de um dia e meio. Destas, existem 170 cujo stock dura mais de 10 dias. Por sua vez, existem 36 referências cujo stock dura menos de um dia. Constatou-se também que 15 referências não têm movimentos nos últimos 90 dias. Estes são exemplos de itens que poderão não estar bem alocados no SDA, na medida em que não seguem o critério de 1,5 dias de stock e poderão estar a ocupar o lugar de produtos com maior rotação, alocados noutras zonas do armazém.

Por outro lado, há 35 referências em que se verifica que o stock não é suficiente para um dia, o que poderá indicar a necessidade de mais canais para o produto. Nestes casos o valor de dias de stock, apesar de menor do que um, é muito próximo de um. Muitas vezes é mantido o número de canais, pela dificuldade que há em arranjar mais um canal próximo do que já existe. Por outro lado, como o cálculo de dias de stock é feito tendo em conta médias, a sazonalidade dos produtos e a sua inconstância, poderá influenciar os valores.

### 3.3.2. Gestão da produtividade do SDA

A informação de gestão do SDA, encontra-se num *report* que pode ser extraído a qualquer altura. Neste *report* encontra-se a rotação de todos os produtos do armazém nos últimos 90 dias e as seguintes características podem ser consultadas:

- CNP – código nacional do produto
- Designação – nome do produto
- Segprod Des – indicação se o produto não tem condições para ser localizado no SDA, previamente colocada aquando a primeira localização do produto.
- Comprimento da unidade
- Largura da unidade
- Altura da unidade
- Altura da unidade 2500 – nº de unidades possíveis de colocar num canal grande do SDA, com um fator que retira 10%
- Altura da unidade 1350 - nº de unidades possíveis de colocar num canal pequeno do SDA, com um fator que retira 10%
- Peso
- Volume
- Unidades por caixa de fornecedor
- Zona – zona onde o produto está localizado
- Lado – No caso de o produto estar localizado no SDA, indica se o canal é grande ou pequeno
- Estante/Nível/Posição – localização do produto
- Total de localizações em SDA – nº de canais que o produto ocupa
- Linhas de saída – nº de linhas de *picking*
- Quantidade pedida – nº de unidades pedidas
- Dias com pedido – nº de dias com pedido efetuado
- Quantidade saída – nº de unidades de *picking*
- Dias com saída – nº de dias em que existiu *picking*
- Linhas saída com quantidade superior a 30 unidades – nº de linhas com *picking* superior a 30 unidades
- Quantidade saída maior do que 30 unidades – nº de unidades com *picking* superior a 30 unidades

- Linhas maior dia – máximo de linhas de *picking*
- Quantidade maior dia – máximo de unidades de *picking*
- Linhas saída por dia pedido – média de linhas de *picking*, nos dias com pedido
- Quantidade saída por dia pedido – média de unidades de *picking*, nos dias com pedido
- Linhas saída 30 por dia pedido – média de linhas de *picking* superior a 30 unidades, nos dias com pedido
- Quantidade saída 30 por dia pedido - média de unidades de *picking* superior a 30 unidades, nos dias com pedido

O *report* é extraído e trabalhado, de forma a que apenas conste na análise a informação necessária. Assim, como base, tem-se a informação presente na Tabela 6.

Tabela 6: Tabela final de análise de rotação dos produtos do SDA

Codigo Nacional	Designacao	Segprod Des	Altura Unid 2500	Altura Unid 1350	Zona	Lado	Estante	Nivel	Pos	Total Locs em SDA	Dias Com Pedido	Dias Com Saida SUM	Linhas Saida Por Dia Pedido	Qtd Saida Por Dia Pedido	Dias stock/SDA
5114111	SPIRIVA RESPIMAT 2,5 MCG SOL. INAL.	NULL	59	32	SDA - L	LADO GRANDE	21	28	0	1	91	28	53	6	9,833
9890236	SUPOFEN - 125 MG 12 SUPOSITARIOS	NULL	132	71	SDA - L	LADO GRANDE	7	7	0	1	52	24	48	22	6,000
3949989	ATROVENT PA 200 DOSES 10 ML	NULL	66	36	SDA - L	LADO PEQUENO	20	7	0	1	91	51	48	5	7,200
5024575	JANUVIA 100 MG 28 COMPRIMIDOS REV PEL	NULL	99	53	SDA - L	LADO GRANDE	7	32	0	1	90	86	42	29	3,414
9890244	SUPOFEN - 250 MG 12 SUPOSITARIOS	NULL	108	58	SDA - L	LADO GRANDE	21	3	0	1	49	28	42	19	5,684
3984481	SPIRIVA 18 MCG 30 CAPS + HANDHALER	NULL	41	22	SDA - L	LADO GRANDE	7	14	0	1	91	22	42	1	41,000
8701607	FUCITHALMIC 10 MG/G GEL OFTALMICO 5 G	NULL	108	58	SDA - L	LADO GRANDE	11	1	0	1	91	76	41	18	6,000
5483359	YODAFAR 0,2 MG 50 COMPRIMIDOS	NULL	113	61	SDA - L	LADO PEQUENO	2	1	0	1	91	0	41	0	#DIV/0!
9200949	GURONSAN 20 COMP.	NULL	63	34	SDA - L	LADO GRANDE	3	1	0	6	80	80	40	238	1,588
9144006	TEGRETOL CR - 400 MG 60 COMPRIMIDOS LP	NULL	38	20	SDA - L	LADO GRANDE	9	30	0	1	91	59	40	9	4,222
3092384	PRIADEL 100 COMP.	NULL	52	28	SDA - L	LADO GRANDE	23	10	0	1	91	42	40	9	5,778
5024708	XELEVIA 100 MG 28 COMP	NULL	113	61	SDA - L	LADO PEQUENO	2	26	0	1	91	40	40	3	20,333
5751888	AUGMENTIN DUO 875/125 MG 16 COMP.REV.	NULL	48	26	SDA - L	LADO GRANDE	3	35	0	1	91	31	38	8	6,000
5146410	DAIVOBET 50 MICROGR+0,5 MG/GEL 1 FR 60G	NULL	51	27	SDA - L	LADO PEQUENO	14	11	0	1	91	33	38	3	9,000
5133780	LYRICA 50 MG 56 CAPS.	NULL	68	37	SDA - L	LADO GRANDE	19	34	0	1	91	7	38	2	34,000

Os produtos são ordenados por ordem decrescente de dias com saída, linhas de saída e quantidade de saída.

É criada uma nova coluna, a última da Tabela 6, onde são calculados os Dias de *Stock*/SDA, que indicam o número de dias que o produto satisfaz no SDA, calculados da seguinte forma e com base na definição de características realizadas acima:

$$\text{Dias de Stock SDA} = \frac{\text{Total localizações em SDA} * \text{Altura unidade 2500 ou 1350}}{\text{Quantidade saída por dia pedido}} \quad (4)$$

Mediante resultados obtidos nesta coluna calculada, são tomadas decisões de troca de produtos de localizações. Assume-se que um produto no SDA, deve satisfazer um dia ou um dia e meio de *stock*, pelo que os produtos com valores superiores são transferidos para outra área e em produtos com valores inferiores aumentam-se os números de canais.

Posteriormente é efetuada a análise para os produtos localizados no MPS e Manual e verificam-se aqueles que têm condições para serem transferidos para o SDA.

Esta análise não pode ser efetuada tendo em conta apenas os números obtidos, na medida em que existe uma série de condicionantes que afetam a localização do produto, nomeadamente a sazonalidade, o tamanho do produto, o tipo de cartonagem, o peso, entre outros.

A sazonalidade e o diferente comportamento de alguns produtos podem induzir o estudo em erro, na medida em que o mesmo se baseia em médias e a mesma pode não ser uma boa medida estatística nestes casos. Existem SKUs com diferentes comportamentos que influenciam a decisão de alocação. Existem produtos com uma frequência de saída constante, outros cuja saída aumenta no início de cada mês, outros produtos críticos que aquando a sua chegada esgotam rapidamente. Visualizem-se as Figura 13, Figura 14 e Figura 15 que exemplificam as linhas vendidas de 3 produtos diferentes, nos meses de agosto e setembro do corrente ano.

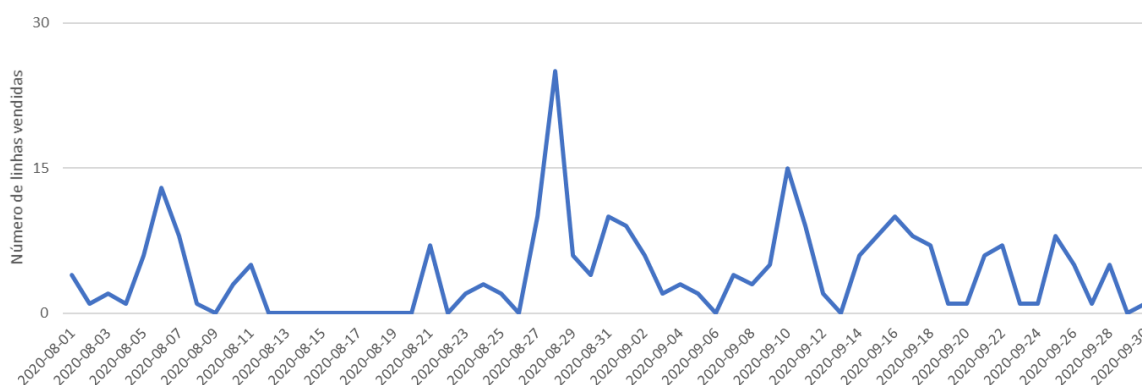


Figura 13: Comportamento do produto *Brintellix*

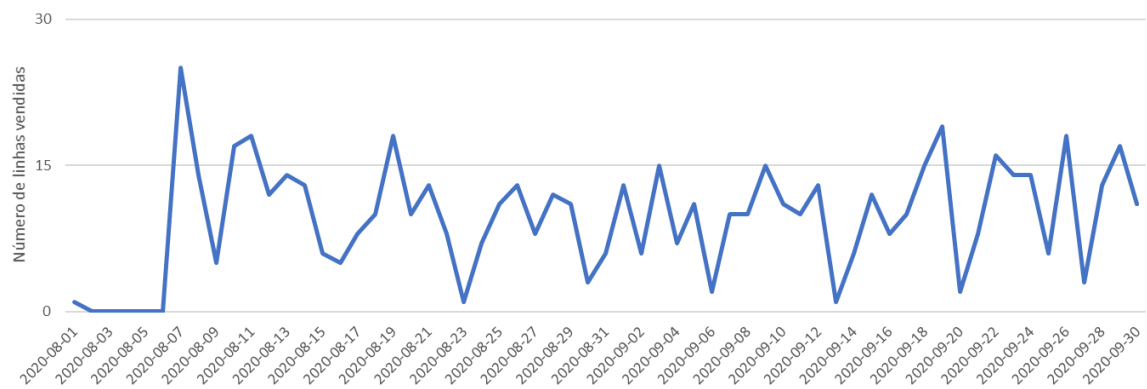


Figura 14: Comportamento do produto *Metibasol*

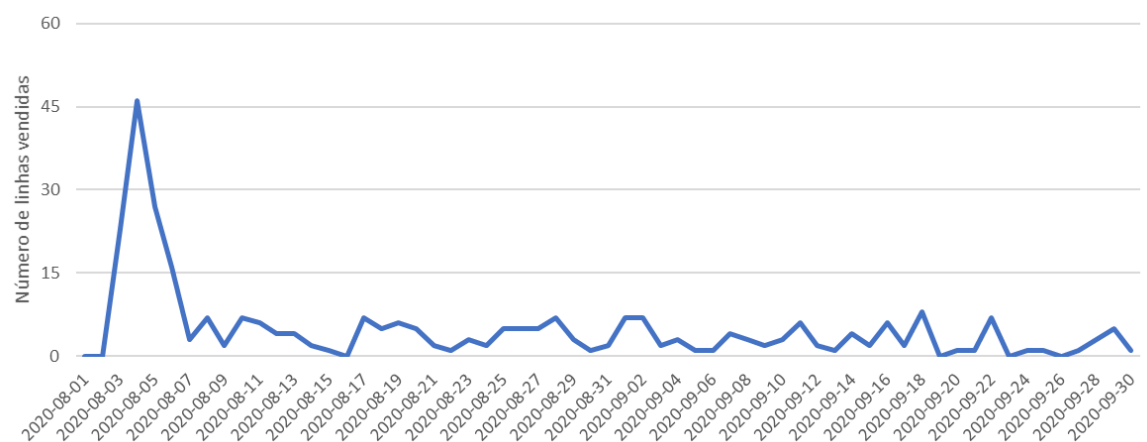


Figura 15: Comportamento do produto *Topiramato*

A sazonalidade é também um fator que influencia o comportamento das vendas do produto durante determinado período de tempo. Na Figura 16 são exemplificados seis SKUs, que têm tendências diferentes de venda. O produto *Advantix* Cães é mais vendido na altura primaveril, por ser uma altura propícia ao aparecimento de parasitas nos animais. Os produtos *Ben-u-ron* e *Cegripe* são produtos com princípios ativos diretamente relacionados com os tempos mais frios e, por isso, nesta altura existe um aumento das vendas. Por sua vez, o *Fenistil* e o *Biafine* são produtos mais vendidos no Verão por serem usados nas queimaduras provocadas pela exposição solar. O *Zyrtec* por ser um medicamento anti-alérgico aumenta as vendas na primavera.

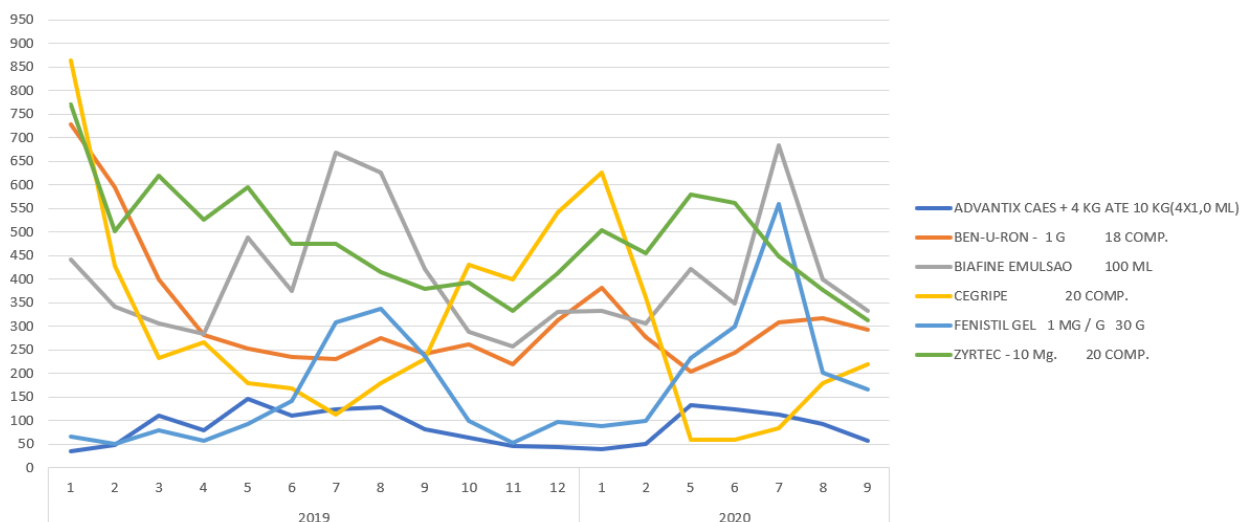


Figura 16: Sazonalidade dos SKUs

Por existirem estas dificuldades na análise comportamental dos produtos, é necessário a aplicação de um método simples e eficaz que reduza os tempos de análise e que otimize a produtividade do SDA tendo em conta as diferentes rotações dos produtos.

No que toca à variável “Linhas saída com quantidade superior a 30 unidades”, esta, apesar de não ser considerada fundamental para a afetação de um produto ao SDA, é importante na medida em que pode incrementar a produtividade do mesmo. Aquando lançamento de um documento para o sistema Knapp, o mesmo tem uma quantidade de linhas por SKU. No entanto essas linhas são divididas tendo em conta as capacidades parametrizadas no sistema, tanto a nível da capacidade dos tabuleiros, como local de aviamento se o produto for do SDA. De uma forma mais prática, se uma linha do documento tiver mais do que 30 unidades e esse produto for do SDA, essa linha é direcionada para o M02 e partida de acordo com a capacidade dos tabuleiros. O critério a partir do qual as linhas são redirecionadas para aviamento manual pode ser ajustado, sendo este um fator que se revisto poderá otimizar o SDA.

De uma forma geral, os problemas encontrados baseiam-se no seguinte:

- Diferentes comportamentos de saída de alguns produtos, que através da média, não permite defini-los;
- Produtos que não saiam uma única vez nos últimos 90 dias, não constam deste *report*;
- Se um produto já esteve localizado no SDA e foi retirado por algum motivo, não se tem essa indicação no *report*;

- Não é efetuada uma análise pormenorizada ao nº de linhas com mais do que 30 unidades que desviam no M02 para *picking* por *voice*.
- Não há definição de prioridades no abastecimento dos canais pelos operadores.

### 3.4. Produtividade atual

Atualmente a eficiência do SDA é medida através de um indicador das linhas por zona. É realizado o levantamento das linhas preparadas mensalmente por zona e calculado o peso que cada uma tem na preparação de linhas, tal como se pode observar na Figura 17.

Data	Zona	Nº de Linhas	% obtida
2020-05	MPS	108799	31%
2020-05	M01	11194	3%
2020-05	M02	2039	1%
2020-05	M03	8951	3%
2020-05	M04	8945	3%
2020-05	M05	10165	3%
2020-05	M06	12649	4%
2020-05	SDA	114435	53,28%
2020-05	SDA2	71179	
		<b>348356</b>	

Figura 17: Nº de Linhas por zona de aviamento

Através dessa percentagem, é realizada a análise, tendo em conta o histórico de eficiência, demonstrado na Figura 18.

Indicador % Linhas/SDA			
Data	Linhas	% Obtida	Objectivo
jan/19	514029	<b>51,85%</b>	60%
fev/19	442881	<b>52,23%</b>	60%
mar/19	464016	<b>52,61%</b>	60%
abr/19	439299	<b>52,63%</b>	60%
mai/19	468477	<b>52,18%</b>	60%
jun/19	423655	<b>52,71%</b>	60%
jul/19	481581	<b>53,03%</b>	60%
ago/19	450884	<b>52,60%</b>	60%
set/19	431492	<b>52,23%</b>	60%
out/19	471481	<b>52,74%</b>	60%
nov/19	444200	<b>51,52%</b>	60%
dez/19	458281	<b>54,52%</b>	60%
jan/20	492351	<b>52,75%</b>	60%
fev/20	439751	<b>53,15%</b>	60%
mar/20	514516	<b>53,63%</b>	60%
abr/20	342693	<b>53,28%</b>	60%
mai/20	185614	<b>53,28%</b>	60%

Figura 18: Indicador de eficiência do SDA

### 3.4.1. Tempos não produtivos

Existem alguns tempos não produtivos na gestão do SDA, tanto a nível operacional, como a nível administrativo.

No que toca à operação podemos enumerar os seguintes pontos:

- Reabastecimento do SDA não guiado: os operadores, no seu quotidiano, reabastecem o SDA, na maior parte dos dias, de forma aleatória, apenas baseados numa gestão visual dos canais mais vazios. Não existe prioridade para os produtos mais necessários no momento;
- Troca de produtos entre zonas/ localização de novos produtos: a troca de produtos ou a localização de novos produtos carece de uma atualização, que só pode ser realizada com uma paragem no sistema. Essa paragem implica a não existência de encomendas no mesmo, pelo que só é realizada regularmente uma vez por dia. Essa troca implica a movimentação física de produtos e stock de reserva a maior parte das vezes.
- Ajuste dos canais do SDA: A colocação de novos produtos no SDA, implica o ajuste dos canais onde vão ser colocados, mediante as suas dimensões (altura, largura e peso).

No que toca à questão administrativa, constata-se os seguintes tempos não produtivos:

- Informação não disponível de forma explícita, sendo necessário a realização de análises que implicam algum tempo e que não permitem perceber de forma mais intuitiva e periódica se existem produtos que devem ser mudados de localização e, conseqüentemente, a eficiência do automatismo.

## 4. Desenvolvimento da Solução

Neste capítulo é apresentado o processo de recolha e tratamento dos dados, é formulado o modelo matemático de otimização e descrita a sua implementação computacional e, por último, é realizada uma análise aos resultados obtidos.

### 4.1. Recolha e tratamento dos dados

Neste estudo, foram os utilizados os mesmos dados disponíveis mensalmente aos colaboradores da empresa para gestão do SDA. Os dados indicam os movimentos dos produtos nos últimos 90 dias e contêm a informação apresentada no capítulo 3.3.2.

Num universo de aproximadamente 17000 SKUS existentes na empresa e cujos movimentos estão refletidos no *report* extraído, existiu inicialmente uma seleção de SKUs para a aplicação do modelo (Figura 19). Foram selecionados produtos com características potencialmente favoráveis à sua colocação no SDA, tendo em conta:

- Número de dias com saída: orienta a decisão mediante número de dias com vendas. Um produto no SDA deve preferencialmente ter vendas todos os dias;
- Média do número de linhas vendidas por dia de pedido: é considerada a variável chave a nível de indicadores de *picking* na empresa. De uma forma geral representa o *picking* de um SKU por encomenda. Fora do SDA, à execução de uma linha de picking está inerente o tempo de deslocação do operador ao local de armazenamento. No automatismo, quanto maior o número de linhas preparado, maior a produtividade do mesmo. É considerado pela empresa que um produto para estar no SDA tem de ter, em média, mais do que 5 linhas vendidas por dia pedido;
- Média das unidades vendidas por dia de saída: apesar de não ser a variável mais predominante, é tida em consideração logo após as duas variáveis anteriores.

Preferencialmente quer afetar-se ao SDA um produto com saída a maior parte dos dias, com um grande número de linhas a satisfazer e um grande número de unidades vendidas. Os números de unidades, a par da sua dimensão, são essenciais para a alocação do SKU. Tendo em conta estas variáveis e ordenando as variáveis “número de dias com saída”, “média do número de linhas vendidas por dia de pedido” e “média das unidades vendidas por dia de saída” de forma decrescente, foram selecionados 2187 SKUs para o estudo. Destes

2187 SKUs, 1588 já se encontravam localizados no SDA e os restantes 599 SKUs localizados noutras áreas do armazém. Foram tidos em conta como critérios de seleção da amostra: abranger todos os produtos que já se encontravam localizados no SDA e selecionar outro conjunto de produtos potencialmente favoráveis à alocação em SDA, seguindo a regra da produção de pelo menos 5 linhas por dia.

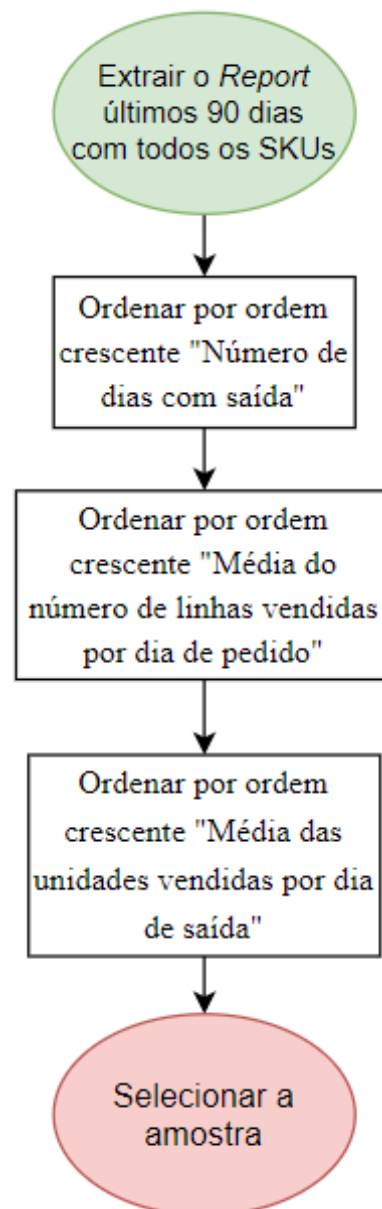


Figura 19: Fluxograma da seleção da amostra para aplicação do modelo

Realizando uma breve análise aos dados dos produtos, verifica-se que os mesmos têm em média 81 dias com saída, o que num período de 90 dias analisado, significa que os

mesmos são produtos de alta rotação com vendas em 90% dos dias. Em média, cada SKU satisfaz aproximadamente 10 linhas por dia pedido, garantindo a condição da empresa de um produto para ser afetado ao SDA ter de ter no mínimo 5 linhas por dia pedido. Num dia a média de linhas de saída satisfeita pelos 2187 SKUs é 23005. Na medida em que, em média, o centro de distribuição produz 40000 linhas por dia, a amostra de produtos encontrada diz respeito a aproximadamente 58% das linhas totais produzidas no armazém.

Na medida em que se considera que a variável “Linhas saída 30 por dia pedido” pode ser estudada a fim de otimizar a produtividade do SDA, foram analisadas todas as referências de produtos com linhas maior do que 30 unidades e foi calculada, através das variáveis “Linhas saída com quantidade superior a 30 unidades” e “Quantidade saída com quantidade superior a 30 unidades”, a média de quantidade por linha, em linhas que a quantidade é maior do que 30 (Figura 20).

Codigo		Linhas Saída	Qtd Saída Maior	Qtd/Linha
Nacion	Designacao	Maior 30 QTD	30 QTD	Maior 30
8710210	AKNE-MYCIN 2% CREME 25 G	1	30	30
2667780	ALOPURINOL CICLUM 300 MG 60 COMP.	1	30	30
5914494	ANANASE 100 - 40 MG 40 COMP.	1	30	30
5260542	ATORVASTATINA AZEVEDOS 10 MG 56 COMP REV	1	30	30
5678800	ATORVASTATINA CICLUM 40 MG 28 COMP	2	60	30
5069273	ATORVASTATINA OCRAM 40 MG 28 COMP.	1	30	30
5257357	ATORVASTATINA PHARMAKERN 20 MG 56 COMP.	1	30	30
5069976	AZITROMICINA RATIOPHARM 500MG 3 COMP REV	1	30	30
5503487	BELARA 21 COMP.	1	30	30
8168500	BEN-U-RON - 125 MG. 10 SUPS.	1	30	30
8168518	BEN-U-RON - 250 MG. 10 SUPS.	1	30	30
5201819	BISOPROLOL CICLUM 5 MG 56 COMP.	1	30	30
5113881	BISOPROLOL SANDOZ 10 MG 56 COMP.	6	180	30
5591680	BONVIVA 150 MG 1 COMP. REVEST.	1	30	30
7388736	CENTRUM MULHER 50 + 30 COMPRIMIDOS	1	30	30

Figura 20: Estudo da variável “Linhas saída com quantidade superior a 30 unidades”

Efetuando uma distribuição do nº de referências e respectivas linhas de saída por várias escalas, como demonstrado na Tabela 7, verifica-se que se for aumentado o critério de 30 para 40 por exemplo, existem 979 linhas respeitantes a 199 referências que eventualmente poderiam passar a ser executadas pelo SDA.

Tabela 7: Distribuição do nº de referências por quantidade em linhas com quantidade maior que 30

Média Qtd/Linha Maior 30	Linhas Saída Maior 30 QTD	Qtd Saída Maior 30 QTD	Nº de referências
31-40	979	36489	199
41-50	2533	115429	171
51-60	1381	76249	90
61-70	735	47403	60
≥71	2350	342626	202

Verifica-se que este critério deve ser revisto, na medida em que, se o fator a partir do qual as linhas são preparadas manualmente for ajustado, existe margem para otimização. O SDA passará a executar mais linhas para algumas referências e o operador efetuará menos *pickings* de forma manual. Certo é que associado ao incremento de linhas do SDA está sempre associado um custo.

No sistema atual, relativamente à dimensão dos canais, existem duas variáveis diferentes:

- Altura unid 2500: que representa o nº de unidades de determinada referência que cabem num canal grande;
- Altura unid 1350: que representa o nº de unidades de determinada referência que cabem num canal pequeno.

Primariamente, para se verificar a relação entre as variáveis, foi calculado o rácio entre o nº de unidades que cabem num canal grande e o nº de unidades que cabem num canal pequeno, tal como demonstrado na Figura 21.

$$\text{rácio} = \left( \frac{\text{Altura Unid 2500}}{\text{Altura Unid 1350}} \right) \quad (5)$$

Em média, o rácio é 1,850, com um desvio padrão de 0,016, o que permite concluir que os valores estão condensados próximos da média e, de uma forma global as unidades que cabem num canal grande são quase o dobro das unidades que cabem num canal pequeno.

		Avg=		1,850
		0,000 Std=		0,016
Codigo Nacion	Designacao	Altura Unid 2500	Altura Unid 1350	Ratio
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	95	51	1,862745
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	58	31	1,870968
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	59	32	1,84375
6191684	ACCU-CHEK FASTCLIX 204 LANCETAS - SNS	48	26	1,846154
5899281	ACETILCISTEINA SANDOZ 600 MG 20 COMP EF	72	39	1,846154
3072089	ACFOL 5 MG 50 COMPRIMIDOS	72	39	1,846154
3368289	ACICLOVIR GENERIS 200 MG 25 COMP.	58	31	1,870968
5006820	ACICLOVIR GENERIS 800 MG 35 COMP.	36	19	1,894737
4446688	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 10 G	88	48	1,833333
4446589	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 2 G	91	49	1,857143
5721865	ACIDO ACET PENTAFARMA 100 MG 60 COMP	59	32	1,84375
5392519	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 100 MG 30 COMP	132	71	1,859155
5392543	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 150MG 30CP GAS	91	49	1,857143
5602453	ACIDO ACETILSAL PHARMAKERN 100 MG 30COMP	132	71	1,859155
3232782	ACIDO ACETILSALIC RATIOPHARM 100MG 50CP	74	40	1,85
5721832	ACIDO ACETILSALICILICO FARMOZ 100MG 60CP	59	32	1,84375
5650510	ACIDO ACETILSALICILICO TOLIFE 100MG 60CP	79	43	1,837209

Figura 21: Cálculo do rácio entre canais grandes e pequenos

Com vista à perfeita utilização do modelo, foi criada a nova variável canais grandes equivalentes (Figura 22) que determina o número de canais grandes de determinado SKU.

Assim sendo, para canais pequenos a determinação do nº de localizações em canais grandes segue a seguinte fórmula:

$$N^{\circ} \text{ localizações em canal grande equivalente} = \frac{\text{Total de localizações em SDA}}{\text{Média do rácio}} \quad (6)$$

		Avg=	1,850			
		Std=	0,016		2059	1768,6
Codigo	Designacao	Altura Unid	Ratio	Lado	Total Locs em SDA	Grande Equiv
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	51	1,862745	LADO GRANDE	1	1,0
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	31	1,870968	LADO GRANDE	1	1,0
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	32	1,84375	LADO PEQUENO	1	0,5
6191684	ACCU-CHEK FASTCLIX 204 LANCETAS - SNS	26	1,846154			0,0
5899281	ACETILCISTEINA SANDOZ 600 MG 20 COMP EF	39	1,846154	LADO GRANDE	1	1,0
3072089	ACFOL 5 MG 50 COMPRIMIDOS	39	1,846154	LADO GRANDE	1	1,0
3368289	ACICLOVIR GENERIS 200 MG 25 COMP.	31	1,870968			0,0
5006820	ACICLOVIR GENERIS 800 MG 35 COMP.	19	1,894737			0,0
4446688	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 10 G	48	1,833333	LADO GRANDE	1	1,0
4446589	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 2 G	49	1,857143	LADO PEQUENO	1	0,5
5721865	ACIDO ACET PENTAFARMA 100 MG 60 COMP	32	1,84375			0,0
5392519	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 100 MG 30 COMP	71	1,859155			0,0
5392543	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 150MG 30CP GAS	49	1,857143	LADO PEQUENO	1	0,5
5602453	ACIDO ACETILSAL PHARMAKERN 100 MG 30COMP	71	1,859155	LADO GRANDE	1	1,0
3232782	ACIDO ACETILSALIC RATIOPHARM 100MG 50CP	40	1,85	LADO GRANDE	1	1,0
5721832	ACIDO ACETILSALICILICO FARMOZ 100MG 60CP	32	1,84375			0,0
5650510	ACIDO ACETILSALICILICO TOLIFE 100MG 60CP	43	1,837209	LADO PEQUENO	1	0,5
5688726	ACIDO ALEND+COLECAL FARMOZ 70MG+5600 4CP	64	1,859375			0,0

Figura 22: Criação da nova variável Grande Equivalente

Analisando os dados da coluna “Total Locs em SDA” verifica-se a existência de 2059 canais ocupados no SDA, o que representa 1768,6 canais grandes equivalentes.

Relativamente à variável “Linhas Saída”, que representa o número de linhas produzidas, estão incluídas neste conjunto as linhas com mais do que 30 unidades. Tal como foi referido na descrição do problema, as linhas com mais do que 30 unidades são preparadas numa área específica, através de *picking* por *voice*. Desta forma, para considerar a eficiência do SDA, foram criadas novas variáveis (Figura 23), onde foram subtraídas as linhas com quantidade maior do que 30, refletindo desta forma apenas as linhas executadas pelo SDA e não as preparadas manualmente pelos operadores. As novas variáveis são as seguintes:

- Média de linhas saída menor ou igual a 30 por dia de saída;

$$Avg \text{ Linhas Saída} \leq 30 \text{ por Dia saída} = \frac{\text{Linhas Saída} - \text{Linhas Saída} > 30}{\text{Dias com saída}} \quad (7)$$

- Média de quantidade saída menor ou igual a 30 por dia de saída;

$$Avg \text{ Qtd Linha Saída} \leq 30 \text{ por Dia saída} = \frac{\text{Qtd Saída} - \text{Qtd Saída} > 30}{\text{Dias com saída}} \quad (8)$$

- Média de quantidade saída menor ou igual a 30 por dia;

$$Avg\ Qtd\ Linha\ Saída\ \leq\ 30\ por\ Dia\ saída = \frac{Qtd\ Saída - Qtd\ Saída > 30}{90\ dias} \quad (9)$$

- Média de linhas saída menor ou igual a 30 por dia.

$$Avg\ Linhas\ Saída\ \leq\ 30\ por\ Dia\ saída = \frac{Linhas\ Saída - Linhas\ Saída > 30}{90\ dias} \quad (10)$$

		Max=	7	188,3		
		Sum=	2377	22259,9		
Codigo	Designacao	Avg Linhas Saída <= 30 por Dia saída	Avg Qtd linha saída <= 30 por dia saída	Avg Qtd linha saída <= 30 por dia	#canais para t dias de stock	Avg Linhas Saída <= 30 por Dia
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	11,6	36,7	35,8	1	11,3
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	5,6	13,2	12,0	1	5,1
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	5,1	12,9	11,3	1	4,5
6191684	ACCU-CHEK FASTCLIX 204 LANCETAS - SNS	4,2	5,8	5,7	1	4,2
5899281	ACETILCISTEINA SANDOZ 600 MG 20 COMP EF	2,0	9,0	6,8	1	1,5
3072089	ACFOL 5 MG 50 COMPRIMIDOS	8,8	14,5	14,3	1	8,7
3368289	ACICLOVIR GENERIS 200 MG 25 COMP.	3,1	5,2	4,5	1	2,7
5006820	ACICLOVIR GENERIS 800 MG 35 COMP.	3,3	5,2	4,7	1	3,0
4446688	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 10 G	7,3	13,2	12,9	1	7,2
4446589	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 2 G	9,5	18,2	18,2	1	9,5
5721865	ACIDO ACET PENTAFARMA 100 MG 60 COMP	3,2	4,9	4,2	1	2,8
5392519	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 100 MG 30 COMP	2,9	7,9	7,2	1	2,6
5392543	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 150MG 30CP GAS	3,0	5,1	3,9	1	2,3
5602453	ACIDO ACETILSAL PHARMAKERN 100 MG 30COMP	5,4	13,9	12,0	1	4,7
3232782	ACIDO ACETILSALIC RATIOPHARM 100MG 50CP	18,9	50,2	50,2	2	18,9
5721832	ACIDO ACETILSALICILICO FARMOZ 100MG 60CP	5,6	10,9	10,3	1	5,3
5650510	ACIDO ACETILSALICILICO TOLIFE 100MG 60CP	11,0	22,9	22,2	1	10,7
5688726	ACIDO ALEND+COLECAL FARMOZ 70MG+5600 4CP	3,3	6,2	5,6	1	3,0
5601109	ACIDO ALENDR+COL RATIOPH 70MG+5600U, 4 CP	23,9	4,6	1,3	1	6,9
5717210	ACIDO ALENDR+COL ZENTIVA 70+5600U, 4CP	4,9	16,7	16,2	1	4,8
5563382	ACIDO ALENDRONICO CICLUM 70 MG 4 COMP	1,5	3,0	1,8	1	0,9

Figura 23: Criação de novas variáveis, considerando apenas linhas executadas no SDA

No que respeita ao número de canais, foi necessário ajustar a variável total de localizações em SDA, apenas considerando os canais grandes. Foi efetuada a seguinte formulação:

$$n^{\circ}\ canais\ para\ t\ dias\ de\ stock = \frac{Qtd\ saída\ \leq\ 30\ por\ dia \times t\ dias\ de\ stock}{n^{\circ}\ unidades\ que\ cabem\ num\ canal\ grande} \quad (11)$$

Na medida em que a empresa estipulou como valor adequado 1,5 dias de stock, esse foi o valor utilizado nos cálculos. No entanto, este valor pode ser ajustável mediante as necessidades.

De uma forma sucinta, o método de alocação segue o processo indicado na Figura 24.

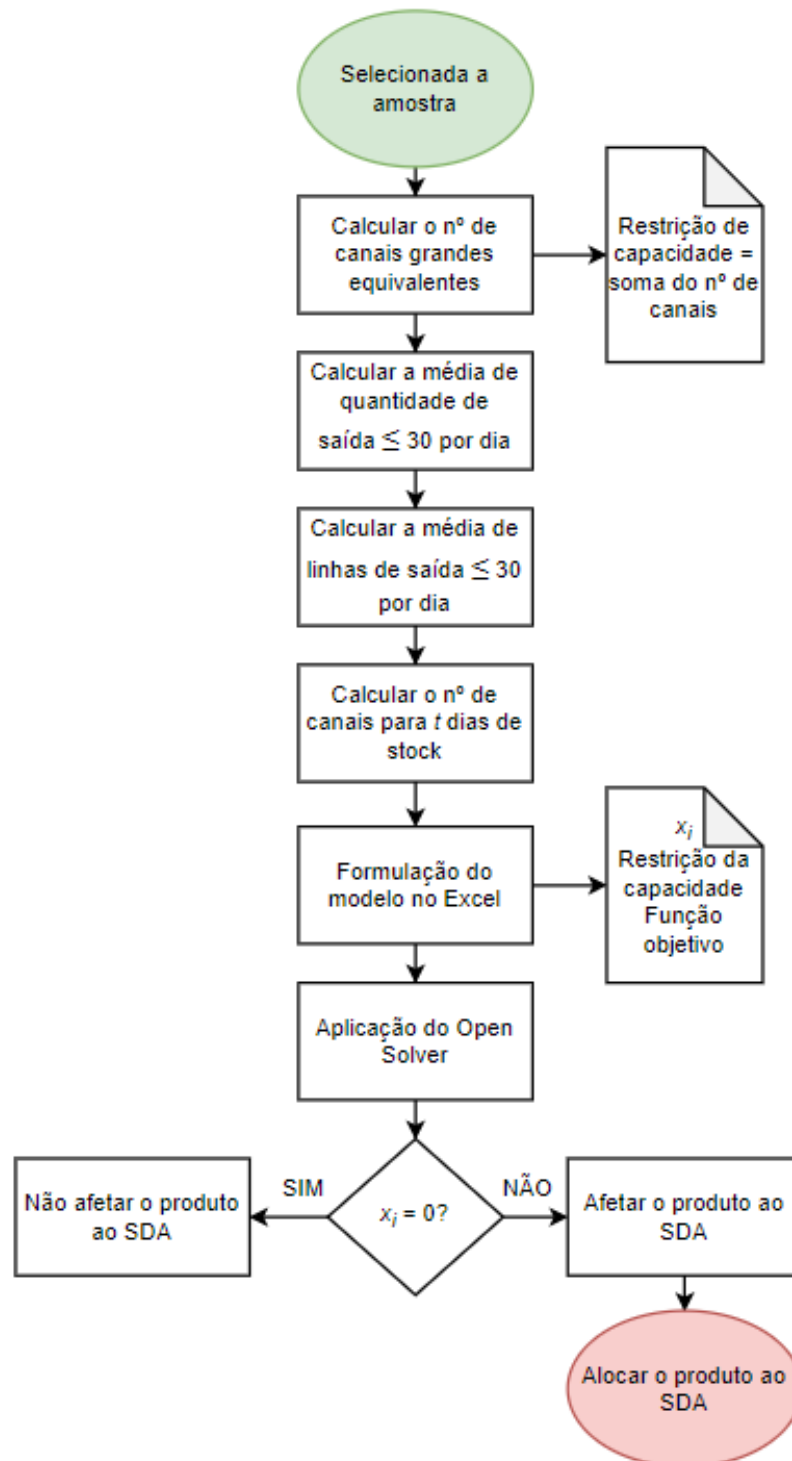


Figura 24: Fluxograma de afetação de SKUs ao SDA

## 4.2. Formulação do Problema

Na medida em que o problema principal da empresa é determinar quais os produtos a serem alocados no SDA, encontrando um método simples e intuitivo para o efeito, otimizando a produtividade do SDA, foi aplicado, ao conjunto de dados existentes, um modelo de programação matemática denominado problema Saco-mochila (*Knapsack*), baseado na seguinte formulação:

$$\max \sum_{j=1}^n l_j x_j \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \leq Cap\_SDA \quad (13)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad (14)$$

Os parâmetros usados são os seguintes:

$l_j$  – Média diária de linhas saída  $\leq 30$  unidades do SKU  $j$

$c_j$  – Número de canais grandes para  $t$  dias de média de procura do SKU  $j$

$Cap\_SDA$  – Capacidade máxima do SDA em número equivalente de canais grandes

$t$  – Número de dias de média de procura no SDA

O parâmetro  $t$  pode ser ajustado mediante o número de recursos disponíveis para reabastecimento do SDA. Atualmente o valor de  $t = 1.5$  dias, na medida em que a empresa determina que um canal apenas deve ser abastecido uma vez por dia. No entanto, este valor poderá ser ajustado futuramente sempre que necessário.

Foram determinadas as seguintes variáveis de decisão:

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{caso o SKU seja selecionado para o SDA} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (15)$$

### 4.3. Implementação computacional

O modelo foi implementado na plataforma Ms-Excel. Para cada  $j$  (SKU) existe uma variável  $x_j$ , que é uma variável binária e indica se um produto é alocado ou não ao SDA. Cada linha desta coluna será preenchida com o valor 1 ou 0, caso o produto seja colocado ou não no SDA, respetivamente, tal como visível na Figura 25.

		1768		
		$x_j$	Restrição Capacidade	Função Objetivo
Codigo				
Nacion	Designacao	1578	1768	20425,6
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	1	1	11,31111111
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	1	1	5,12222222
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	1	1	4,46666667
5899281	ACETILCISTEINA SANDOZ 600 MG 20 COMP EF	0	0	0

Figura 25: Variáveis de decisão no Excel

A segunda coluna representa a restrição da capacidade do SDA. Cada item  $j$ , se alocado ao SDA, necessita de determinado nº de canais para  $t$  dias de *stock*. A capacidade máxima é calculada através da soma do nº de canais de cada item  $j$  para  $t$  dias de stock (restrição de 1768 canais), tal como demonstrado na Figura 26.

		7	1768		
		2377	$x_j$	Restrição Capacidade	Função Objetivo
Codigo		#canais para t dias de stock			
Nacion	Designacao		1578	1768	20418,42222
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	1	1	=AN4*AF4	11,31111111
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	1	1	1	5,12222222
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	1	1	1	4,46666667
6191684	ACCU-CHEK FASTCLIX 204 LANCETAS - SNS	1	1	1	4,16666667
5899281	ACETILCISTEINA SANDOZ 600 MG 20 COMP EF	1	1	1	1,51111111
3072089	ACFOL 5 MG 50 COMPRIMIDOS	1	0	0	0
3368289	ACICLOVIR GENERIS 200 MG 25 COMP.	1	0	0	0
5006820	ACICLOVIR GENERIS 800 MG 35 COMP.	1	0	0	0
4446688	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 10 G	1	1	1	7,15555556
4446589	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 2 G	1	1	1	9,46666667
5721865	ACIDO ACET PENTAFARMA 100 MG 60 COMP	1	0	0	0
5392519	ACIDO ACETISAL AUROVITAS 100 MG 30 COMP	1	0	0	0
5392543	ACIDO ACETISAL AUROVITAS 150MG 30CP GAS	1	0	0	0
5602453	ACIDO ACETISAL PHARMAKERN 100 MG 30COMP	1	1	1	4,7
3232782	ACIDO ACETISALIC RATIOPHARM 100MG 50CP	2	1	2	18,92222222
5721832	ACIDO ACETISALICILICO FARMOZ 100MG 60CP	1	1	1	5,32222222

Figura 26: Restrição da capacidade do SDA

A função objetivo tem o objetivo de maximizar o número de linhas efetuadas pelo SDA. A função objetivo é a soma, para cada item  $j$  alocado no SDA, da média de linhas de saída  $\leq 30$  unidades por dia, ou seja, a média de linhas executadas pelo SDA nos 90 dias de análise. Observe-se a Figura 27.

		188,3		1768	
		22259,9	$x_j$	Restrição Capacidade	Função Objetivo
Codigo Nacior	Designacao	Avg Linhas Saida <=30 por Dia	1578	1768	20418,42222
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	11,3	1	1	=AN4*AG4
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	5,1	1	1	5,122222222
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	4,5	1	1	4,466666667
6191684	ACCU-CHEK FASTCLIX 204 LANCETAS - SNS	4,2	1	1	4,166666667
5899281	ACETILCISTEINA SANDOZ 600 MG 20 COMP EF	1,5	1	1	1,511111111
3072089	ACFOL 5 MG 50 COMPRIMIDOS	8,7	0	0	0
3368289	ACICLOVIR GENERIS 200 MG 25 COMP.	2,7	0	0	0
5006820	ACICLOVIR GENERIS 800 MG 35 COMP.	3,0	0	0	0
4446688	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 10 G	7,2	1	1	7,155555556
4446589	ACICLOVIR 5% RATIOPHARM CREME 2 G	9,5	1	1	9,466666667
5721865	ACIDO ACET PENTAFARMA 100 MG 60 COMP	2,8	0	0	0
5392519	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 100 MG 30 COMP	2,6	0	0	0
5392543	ACIDO ACETILSAL AUROVITAS 150MG 30CP GAS	2,3	0	0	0
5602453	ACIDO ACETILSAL PHARMAKERN 100 MG 30COMP	4,7	1	1	4,7
3232782	ACIDO ACETILSALIC RATIOPHARM 100MG 50CP	18,9	1	2	18,922222222
5721832	ACIDO ACETILSALICILICO FARMOZ 100MG 60CP	5,3	1	1	5,322222222

Figura 27: Função objetivo no Excel

Por forma a encontrar a solução ótima, foi utilizada a ferramenta *Open Solver* do Excel (Figura 28).

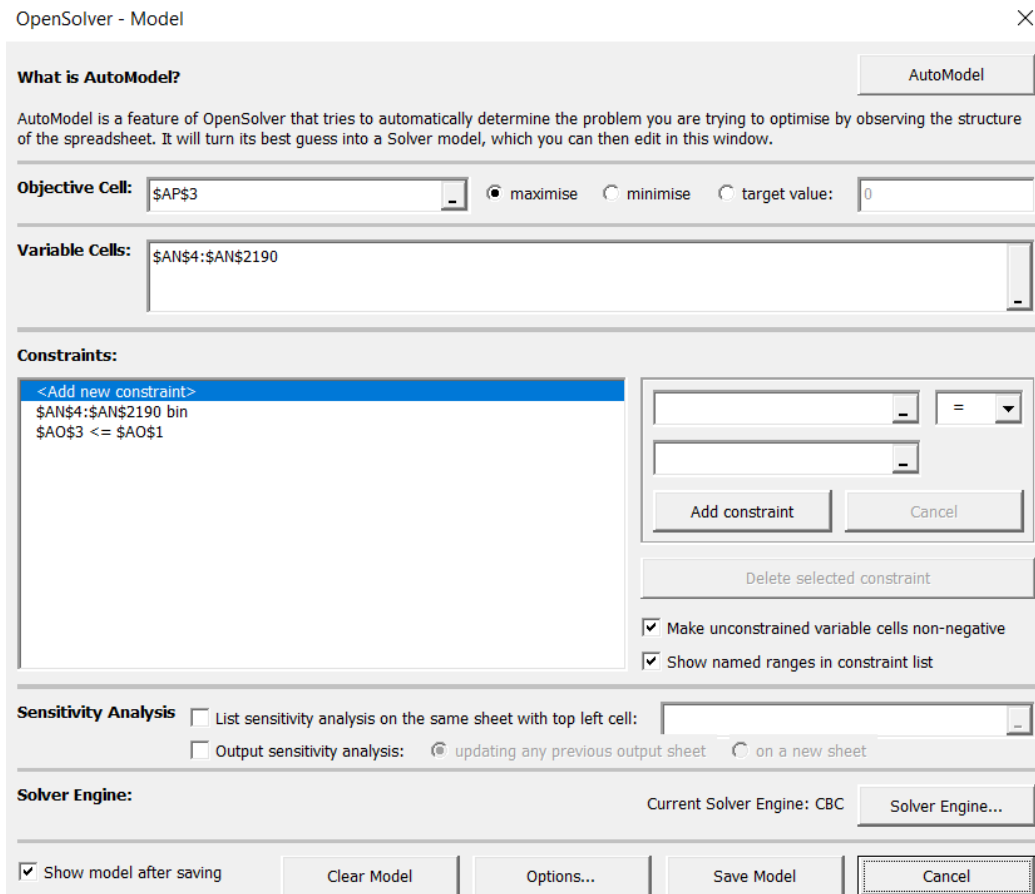


Figura 28: Utilização do Open Solver na resolução do problema

A célula objetivo, marcada na Figura 29, para maximização do resultado, representa o somatório da média de linhas de saída por dia de cada SKU  $j$ .

		1768		
		$x_j$	Restrição Capacidade	Função Objetivo
Codigo	Nacional	1578	1768	20425,6
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	1	1	1,311111111
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	1	1	5,122222222
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	1	1	4,466666667
5899281	ACETILCISTEINA SANDOZ 600 MG 20 COMP EF	0	0	0

Figura 29: Célula objetivo no Excel

As células das variáveis de decisão das 1588 SKUs, estão representadas na coluna  $x_j$ . As restrições aplicadas são  $x_j$  ser uma variável binária e a restrição da capacidade que tem de ser menor ou igual à soma de canais grandes equivalentes do SDA (Figura 30).

		1768,6		1768,0	
			$x_j$	Restrição Capacidade	Função Objetivo
<b>Codigo</b>	<b>Designacao</b>	<b>Grande Equiv</b>			
5323951	AAS 150 MG 30 COMP.	1,0	1	1	11,31111111
5111513	ACARBOSE GENERIS 100 MG 50 COMPRIMIDOS	1,0	1	1	5,12222222
5111505	ACARBOSE GENERIS 50 MG 50 COMPRIMIDOS	0,5	1	1	4,46666667

Figura 30: Restrição de capacidade no Excel

Após preenchimento dos campos do modelo no *Open Solver*, resolve-se o modelo, encontrando a solução ótima.

#### 4.4. Resultados computacionais

Os resultados computacionais mostram um aumento na produtividade do SDA, tal como demonstra a Tabela 8. Apesar de terem diminuído o número de referências no SDA, o número de linhas produzido pelo mesmo aumentou 2.1021%, com um acréscimo de aproximadamente 421 linhas por dia. Estas linhas refletem menos 421 viagens de operadores para aviamento por *voice*.

Tabela 8: Resultados computacionais

	Indicador de produtividade do SDA	
	Real	Otimizado
Nº de referências no SDA	1588	1578
Linhas executadas pelo SDA	20005,1	20425,6

<b>% Improvement</b>	<b>2,1021%</b>
----------------------	----------------

Relativamente às potencialidades criadas através deste sistema de apoio á decisão, torna-se possível analisar de uma forma rápida e intuitiva diversos movimentos de um determinado conjunto de referências, não sendo estático e permitindo a análise em qualquer momento. Eliminam-se os tempos não produtivos dos colaboradores responsáveis pela gestão do SDA, eliminando o facto da informação não estar disponível de forma explícita, ser necessário a realização de análises que implicam algum tempo e que não permitem perceber de forma intuitiva e periódica se existem produtos que devem ser mudados de localização e, conseqüentemente, a eficiência do automatismo.

Podem ser criados rapidamente diferentes cenários de apoio à decisão, alterando por exemplo diferentes valores de parâmetros, como é o caso do valor de  $t$ , e comparando os resultados. Sabe-se que a experiência de um colaborador que efetua o mesmo tipo de trabalho há algum tempo sobrepõe-se por vezes às soluções obtidas de formas mais automáticas. Dá-se o caso de por vezes quem faz a gestão do SDA ter conhecimento de que um determinado SKU “A” vai ter vendas consideráveis e querer dar-lhe preferência em detrimento de outro. Através deste modelo, é possível serem colocadas restrições (neste caso, por exemplo, SKU “A” =1) e obter a solução ótima em função das condições exigidas.

Eliminam-se algumas questões dúbias, algumas que careciam de análises morosas como:

- O facto de os produtos terem diferentes comportamentos de saída, que através da média, não permitia defini-los corretamente;
- Não ser efetuada uma análise pormenorizada ao nº de linhas com mais do que 30 unidades que desviam no M02 para *picking* por *voice*, considerando-as para análise da produtividade do SDA.

Um dos objetivos primordiais da logística é garantir a qualidade do serviço e conseqüentemente a satisfação do cliente. Nesta área específica de distribuição de produtos farmacêuticos, esse sentimento por parte do cliente tem em conta essencialmente dois fatores: rapidez na execução do serviço e a boa qualidade do serviço (sem erros na preparação das encomendas). Sendo o SDA um sistema robusto e com alta precisão, a probabilidade de existirem erros é reduzida. Assim, aumentando os *pickings* executados pelo SDA, diminuem os erros na preparação de encomendas. Por outro lado, um *picking* efetuado pelo SDA é um *picking* mais rápido do que um *picking* manual. Desta forma, quanto mais *pickings* executados pelo SDA, maior a probabilidade de a encomenda estar mais rapidamente preparada.

Aliado aos objetivos referidos mencionados anteriormente, um vetor também importante é a redução de custos. O aumento de linhas efetuadas pelo SDA, diminui as linhas efetuadas pelo operador. Apesar de ser necessária mão-de-obra para o abastecimento do SDA, o custo destes reabastecimentos é menor, na medida em que não existe tanto movimento dos operadores para abastecer os canais e esses abastecimentos são feitos essencialmente em horas menos produtivas a nível de *picking*. Estimando a redução de custos associada à otimização, assumindo que para a empresa uma linha custa 0,07€, o incremento de 420 linhas por dia, significa uma redução de custos de 882€ por mês (Tabela 9).

Tabela 9: Estimativa de redução de custos após otimização

Estimativa de redução de custos	
Otimização	420 Linhas/Dia
Custo de uma linha efetuada manualmente	0,07 €
Poupança Dia	29,4 €/Dia
<b>Poupança Mês</b>	<b>882 €/mês</b>

Apesar de serem obtidos resultados satisfatórios, existe ainda uma grande margem para melhorar a eficiência do SDA. Esses pontos serão referidos no próximo capítulo.

## 5. Conclusões e Perspetivas

Com o objetivo de melhorar o seu posicionamento na economia nacional, o setor farmacêutico necessita de trabalhar diariamente no sentido de dar resposta aos requisitos do mercado. Num mundo cada vez mais exigente no que diz respeito à organização de processos e desperdício de recursos, a otimização do negócio assume-se como a grande prioridade. Como em qualquer área de negócio, a tecnologia é vista como incentivo à criação de valor acrescentado, na medida em que é um meio para potenciar o crescimento, promover o desenvolvimento, e aumentar a eficiência.

Um dos principais fatores de sucesso das decisões no seio de uma empresa é a capacidade de recolha de dados em tempo real e a transformação dos mesmos em informação. O conhecimento da realidade da empresa permite o controlo e as ferramentas digitais neste campo assumem grande importância na otimização dos processos de recolha, análise, integração, acesso e interpretação de dados de alta qualidade em tempo real.

Através da aplicação de um modelo de programação matemática, de fácil e rápida utilização, conseguiu dar-se a resposta a um problema que persistia na empresa há algum tempo e, desta forma diminuir-se os custos de recursos humanos que existiam na análise e interpretação dos dados de uma forma mais manual. Além da diminuição de custos em termos de recursos humanos, diminuíram-se os custos de movimentação de operadores, na medida em que se conseguiu aumentar a produtividade diária do automatismo.

Apesar do principal objetivo ter sido alcançado, existem ainda perspetivas futuras para melhoria do processo de gestão do SDA. A primeira questão prende-se com a abordagem efetuada tendo em conta canais grandes. Esta abordagem garante um possível desenvolvimento futuro para além de determinar se um produto é alocado ao SDA, determinar a sua alocação em canal grande ou canal pequeno. Outro ponto a abordar será o reabastecimento dos canais SDA. Este é efetuado de uma forma manual, sem qualquer indicação ou critério de reposição. Na medida em que é um processo que acarreta custos operacionais, deverá ser rentabilizado e otimizado estando já em desenvolvimento o processo junto do fornecedor de *software*.

Apesar de todas as melhorias que sejam efetuadas, existirão sempre obstáculos que terão de ser considerados, na medida em que a troca de produtos ou a localização de novos produtos carece de uma atualização, que só pode ser realizada com uma paragem no sistema. Essa paragem implica a não existência de encomendas no mesmo, pelo que só é realizada

regularmente uma vez por dia. Essa troca implica a movimentação física de produtos e stock de reserva a maior parte das vezes. Por outro lado, a colocação de novos produtos no SDA, implica o ajuste dos canais onde vão ser colocados, mediante as suas dimensões (altura, largura e peso), pelo que as alterações a efetuar terão de ter este fator em conta.

Em suma, com a aplicação dos conhecimentos logísticos apresentados, foi possível intervir de forma vantajosa na realidade da empresa de distribuição farmacêutica em questão, aumentando a produtividade do seu sistema de dispensação automático e reduzindo custos inerentes na operação de *picking* manual.

## Referências Bibliográficas

Ai-Min, D., & Jia, C. (2011). Research on slotting optimization in automated warehouse of pharmaceutical logistics center. *International Conference on Management Science and Engineering - Annual Conference Proceedings*, 135–139. <https://doi.org/10.1109/ICMSE.2011.6069955>

Battista, C., Fumi, a, Giordano, F., & Schiraldi, M. M. (2011). Storage Location Assignment Problem: implementation in a warehouse design optimization tool. *Proceedings of the Conference “Breaking down the Barriers between Research and Industry,” September*, 14–16.

Canha, H. M. (2007). *O método ABC como factor de competitividade da empresa*.

Carvalho, J. C. de, Guedes, A. P., Arantes, A. J., Martins, A. L., Póvoa, A. P., Luís, C., Dias, E., Dias, J. C., Menezes, J., Ferreira, L., Carvalho, M., Oliveira, R., Azevedo, S., & Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da cadeia de abastecimento* (E. Sílabo (ed.); 2<sup>a</sup>).

Gonçalves, J. (2010). *Gestão de Aprovisionamento - stocks, previsão, compras* (Publindúst).

Hausman, W. H., Schwarz, L. B., & Graves, S. C. (1976). Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. *Management Science*, 22(6), 629–638.

John J BARTHOLDI, I. I. I. and S. T. H. (2011). *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE Release 0.94. January*, 1–321. [papers3://publication/uuid/7F731EF1-7AB3-46A4-BC4A-514E4B78D73B](https://papers3://publication/uuid/7F731EF1-7AB3-46A4-BC4A-514E4B78D73B)

Júnior, J. I. V., Souki, G. Q., & Filho, C. G. (2008). *Logistic service quality evaluation: an empirical case study from the pharmaceutical sector*.

Kofler, M., Beham, A., Wagner, S., Affenzeller, M., & Achleitner, W. (2011). *Re-Warehousing vs . Healing : Strategies for Warehouse Storage Location Assignment*. 77–82.

Kofler, M., Beham, A., Wagner, S., Affenzeller, M., & Reitingner, C. (2010). Reassigning storage locations in a warehouse to optimize the order picking process. *22th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2010, October*, 77–82.

Koster, D., Le-duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). *Design and control of warehouse order picking : A literature review*. 182, 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>

Meller, R. D., & Pazour, J. A. (2008). A heuristic for SKU assignment and allocation in an A-Frame system. *IIE Annual Conference and Expo 2008*, 770–775.

Muppani (Muppant), V. R., & Adil, G. K. (2008). A branch and bound algorithm for class based storage location assignment. *European Journal of Operational Research*, 189(2), 492–507. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.05.050>

Parmata, U. M. D., Rao, S., & Rajashekhar. (2016). *Measuring service quality in pharmaceutical supply chain – distributor’s perspective*. 10(3).

Savannah, I. P., Velez-gallego, M. C., Smith, A. E., Mario, C. V., & Smith, A. E. (2018). *Optimization of a Fast-Pick Area in a Cosmetics Distribution Center*.