



Universidade do Minho

Mestrado em Engenharia de Sistemas Logística

Caso MedyCare

Professor José Manuel Henriques Telhada

Realizado por:

Paulo Moreira – PG30908

Sérgio Duarte – PG30418

Tiago Cunha – A67707

Braga, abril de 2016

Relatório de trabalho de grupo submetido para avaliação no âmbito
da unidade curricular de Logística, referente ao 2º semestre do
1º ano do Mestrado em Engenharia de Sistemas na Universidade do Minho.

29/04/2016

Sumário

Neste trabalho continuou-se o estudo da empresa de materiais farmacêuticos *MedyCare*. Em trabalhos anteriores determinou-se a localização do armazém para que obedecesse a certos pressupostos e o *stock* do armazém através de duas políticas de gestão de stocks distintas: política de Ciclo de Encomenda e política de Nível de Encomenda.

Neste trabalho realizou-se uma Análise ABC de Pareto para três situações diferentes: vendas, faturação e taxas de rotação para uma política de Ciclo de Encomenda e de Nível de Encomenda. Organizou-se também a disposição do armazém de forma a minimizar os movimentos de saída (*picking*). Após a disposição dos artigos no armazém testaram-se duas estratégias distintas de *picking*, *S-Shaped* e *Return*, de forma a avaliar qual destas estratégias seriam mais apropriadas a adotar no armazém. Por fim determinaram-se os custos totais anuais de operação do armazém através da soma do custo de três variáveis distintas: custos de construção, custos anuais de operação e custos fixos anuais.

A análise de Pareto efetuada permitiu concluir que os produtos da classe A de Pareto têm um peso, nas várias situações testadas, muito inferior aos valores teóricos esperados para esta classe.

Efetuuou-se também a disposição do armazém de forma a minimizar o *picking*. Para que isso ocorresse começou-se a preencher o armazém do sítio mais perto para o mais longe de onde se inicia o *picking* com as famílias de artigo com uma maior procura (vendas anuais). Para esta disposição do armazém, estratégia de *picking* mais eficiente foi a estratégia *S-Shaped* pois para os mesmos parâmetros de operação, demorou um menor tempo para executar as tarefas de *picking* pedidas. Os custos de operação anuais, somados custos de construção, custos anuais de operação e custos fixos anuais cifraram-se nos 115070 UM.

Palavras-Chave: Gestão de *Stocks*, Gestão de Armazéns; Análise ABC de Pareto.

Abstract

This work was continued the study of pharmaceutical materials company MedyCare. In previous work it was determined the location of the warehouse to obey certain assumptions and the warehouse stock through two separate inventory management policies: Demand Cycle policy and Level Order policy.

In this work it was executed an ABC analysis Pareto for three different situations: sales, billing and turnover rates for demand cycle policy and level order policy. It is also organized layout of the store in order to minimize the output movement (pick). After the arrangement of the articles in the warehouse were tested two different strategies picking, S-shaped and Return, in order to evaluate which of these strategies would be more appropriate to adopt the warehouse. Finally it was determined that the total annual costs of the warehouse operation by adding the cost of three distinct variables: construction costs, annual operating costs and annual fixed costs.

Pareto analysis have concluded that the Pareto Class products have a weight in the various situations tested, much lower than the expected values expected for this class.

It was also made the arrangement from storage in order to minimize picking. For that to happen it began to fill the warehouse closest to the site further away from where it starts picking with families' article with greater demand (annual sales). For this provision of warehouse, more efficient picking strategy was the S-Shaped strategy because for the same operating parameters, it took less time to perform the requested picking tasks.

The annual operating costs, plus construction costs, annual operating costs and annual fixed costs amounted to us 115070 A.

Keywords: Stocks Management, Warehouse Management, ABC Analysis.

Índice

Sumário	ii
Abstract	iii
Índice	iv
Índice de figuras	iv
Índice de tabelas	v
Glossário	v
1. Introdução	1
2. Metodologia	2
3. Caso de estudo	2
4. Gestão de armazéns	3
5. Análise de Pareto	4
5.1. Análise de Pareto para as vendas	4
5.2. Análise de Pareto da Faturação	5
5.3. Análise de Pareto da Taxa de rotação (Política Nível de Encomenda)	6
5.4. Análise de Pareto (Política Ciclo de Encomenda)	7
6. Dimensionamento do armazém	9
6.1. Definição de <i>layout</i>	9
6.1.1. Famílias de artigos	9
6.1.2. Tipos de artigos	10
6.2. Simulação de <i>picking</i>	11
6.2.1. Estratégia <i>S-Shape</i>	11
6.2.2. Estratégia <i>Return</i>	12
6.3. Custos anuais de operação	13
7. Notas Finais	15
8. Referências	16

Índice de figuras

Figura 1 - Análise ABC - volume de vendas	5
Figura 2 - Análise de Pareto da Faturação	6
Figura 3 - Análise de Pareto para a taxa de rotação (PNE)	7
Figura 4 - Análise de Pareto para a taxa de rotação (PCE)	8
Figura 5 - Disposição do armazém: famílias de artigos	9

Figura 6 - Disposição do armazém: tipos de artigos de cada família	10
Figura 7 - Picking S-Shape	11
Figura 8 - Resultados da estratégia de Picking S-Shape	12
Figura 9 - Picking Return	12
Figura 10 - Resultados da estratégia de Picking Return	13

Índice de tabelas

Tabela 1 - Pesos relativos de cada classe	4
Tabela 2 - Percentagem de vendas em cada classe	5
Tabela 3 - Percentagem de faturação de cada classe	6
Tabela 4 - Percentagem de cada classe: política de Nível de Encomenda	7
Tabela 5 - Percentagem de cada classe: política de Ciclo de Encomenda	8

Glossário

S – Nível de inventário;

SS – Nível de *stock* de segurança;

QEE – Quantidade Económica de Encomenda;

PNE – Política de Nível de Encomenda;

PCE – Política de Ciclo de Encomenda.

1. Introdução

Os armazéns são um dos constituintes mais valiosos e mais importantes das organizações, permitindo uma gestão dos seus bens valiosos, muitas vezes elemento chave no modelo de negócio da organização, além de permitir um fluxo de materiais vital para o seu sucesso. A imprevisibilidade da procura, a dificuldade em manter níveis de serviço desejáveis, e a evolução tecnológica permanente, são alguns dos pontos que a gestão de armazéns se foca e procura gerir o melhor possível de modo a conseguir uma melhor rentabilização dos seus meios.

A gestão de um armazém é algo complexo. É algo que se inicia desde o primeiro momento em que é formulada a ideia de construir um armazém para dar suporte a um negócio, acompanhando-o durante todo o desenvolvimento e durante todo o ciclo de vida deste, através das operações diárias de gestão e de manutenção do armazém e de todas as suas funcionalidades, sendo que os armazéns são uma componente essencial de qualquer cadeia de abastecimento e desempenham um papel vital no sucesso, ou falência, de todos os intervenientes do negócio.

Este trabalho passa pela análise das vendas dos produtos da MedyCare, partindo para uma sugestão de disposição de um armazém, e simulando o desempenho que este poderia oferecer. O *layout* de um armazém tem muita influência na sua eficiência (Emmett, 2005), daí que se possa epilogar que o processo de conceção de um armazém é muito crítico e é necessário criar condições iniciais que permitam uma disposição que permita dar uma melhor resposta às necessidades da organização.

Como não poderia deixar de ser importante, qualquer processo de gestão e manutenção envolve custos diversos, não sendo possível obviamente estimar a eficiência de um armazém sem esta variável. Este estudo passa também pela estimativa de custos associados à proposta de construção de armazém, tendo em conta todas as suas condições, dimensões e custos administrativos e de crédito.

2. Metodologia

Para a realização deste estudo, relativo a uma análise logística da MedyCare, este foi organizado em duas fases de trabalho de análise. Num ponto inicial é evidenciado o caso de estudo, com as principais características, realizando um ponto de situação do estudo do caso MedyCare, e é abordada de uma forma genérica o tema da gestão de armazéns.

Posteriormente, numa primeira fase é realizada uma análise das dez categorias de produtos, realizando para isso uma análise ABC, ou de Pareto, segundo o critério de vendas, a utilização dos produtos e a rotação destes por categoria.

Numa segunda fase, é proposta uma solução relativa à disposição e organização do armazém. Após anteriormente ter sido determinada a localização mais adequada para este é agora importante decidir como é que este será organizado e qual a disposição que este terá. Para isso, existe já um *layout* genérico pré-definido, bem como as dimensões e espaços necessários, e proceder-se-á à definição da disposição dos diferentes artigos e diferentes tipos, tendo em conta alguns critérios, tais como a sua taxa de rotação. São também realizadas simulações através de um *Warehouse Simulator* disponibilizado pelo docente, de modo a que seja possível obter informação aproximada acerca da “performance” das disposições sugeridas para o armazém.

A utilização de fontes e recursos bibliográficos para a realização deste relatório são baseados nos meios disponíveis no departamento de ensino da Universidade do Minho, destacando os elementos fornecidos pelo docente da unidade curricular de Logística e elementos disponibilizados no Departamento de Produção e Sistemas da mesma instituição de ensino. São também utilizados alguns recursos externos, bem como referências disponíveis na *Internet*.

Em anexo a este relatório encontra-se as folhas de cálculo *Excel* utilizadas como apoio e suporte à realização deste estudo e à elaboração deste relatório de análise.

3. Caso de estudo

A operadora logística de produtos medicinais MedyCare foi recentemente adquirida por uma multinacional que está a analisar uma revisão do seu processo de armazenagem e distribuição. Com vários tipos de produtos, vários clientes e distribuidores por toda a Península Ibérica, além de fornecedores em diferentes pontos da Europa, a MedyCare procura dar resposta e melhorar alguns processos do seu dia a dia no que diz respeito ao armazenamento dos seus produtos, ao seu processo de *picking* e à sua gestão de inventário.

Assim sendo, um objetivo da MedyCare passa pela construção de um armazém onde os produtos serão armazenados e posteriormente transportados e entregues aos distribuidores, através da reestruturação dos seus processos de logística.

Um dos primeiros desafios passa então pela determinação do local para a construção do futuro armazém, definindo uma metodologia que se adeque às necessidades da MedyCare.

Um segundo desafio passa pela definição da política de gestão de inventário a aplicar, permitindo também constatar qual a dimensão que o armazém deverá possuir, de modo a que consiga garantir um nível de serviço de 95% para os seus clientes.

Uma vez realizados estes passos anteriormente, e ter sido dado resposta a isso, é agora neste estudo realizada uma análise aos dados das vendas anuais de todos os produtos das dez categorias que a MedyCare comercializa. Assim, são realizadas análises ABC, tendo em conta o volume de vendas dos artigos, o valor monetário das vendas e agregadas por categoria. Numa última fase é dimensionado e organizado o novo armazém, sendo considerados espaços adicionais de gestão, bem como as dimensões das paletes a ter em conta e a armazenar, estimando também os custos anuais de operação do armazém.

4. Gestão de armazéns

A existência de armazéns permite a armazenagem de artigos e produtos que permitam dar resposta às necessidades de mercado e manter um fluxo constante de produtos ao longo da cadeia de abastecimento. No entanto, a gestão e manutenção de armazéns é um processo logístico complicado que é inicializado desde o *design* e conceção do armazém e que possui custos de investimento e manutenção elevados.

Apesar disso, as vantagens em possuir armazéns e zelar para uma boa gestão destes passa por permitir a redução dos tempos de resposta aos clientes, lidar com incertezas no mercado, conseguir tirar partido de descontos de quantidade, permitir conseguir economias de escala, entre outros benefícios. De modo a conseguir tirar partido de todas as funcionalidades disponibilizadas pelos armazéns, estes são normalmente “divididos” em diversas áreas de atividade que permitem um bom funcionamento dos mesmos, tais como a receção/expedição, armazenamento dos materiais recebidos (*inbound*), *picking*, *shipping* (*outbound*).

As decisões ao nível da gestão dos armazéns pode assumir três distinções: estratégica, tática e operacional. As decisões estratégicas relacionam-se com decisões de médio/longo prazo, como a configuração do armazém e a sua capacidade. As decisões táticas procuram solucionar a disposição do armazém e as suas políticas. As decisões operacionais estão relacionadas com o dia-a-dia do armazém relativamente às operações diárias a realizar.

A disposição dos produtos num armazém pode tomar diferentes critérios, tais como uma análise ABC, tipos de produtos, entre outros, mas é sempre necessário ter em atenção o espaço necessário de

armazenagem, os seus níveis, o espaço disponível para os *pickers*, etc.. Neste sentido, podem-se identificar dois tipos de armazéns: os que fazem armazenagem praticamente aleatória, onde os artigos são colocados onde existir espaço disponível; e o que possuem espaço reservado para cada tipo de produtos.

Políticas de disposição dos artigos num armazém podem ser adotadas no sentido de minimizar o uso do espaço total, facilidade de mobilidade dos equipamentos, acessibilidade aos materiais, tempo de acesso aos artigos mais acedidos, etc.. Neste trabalho são tidos em conta alguns critérios na disposição dos materiais, que são evidenciados durante os próximos capítulos.

5. Análise de Pareto

A **Curva ABC ou de Pareto** auxilia na classificação dos itens em *stock* de acordo com sua importância relativa. A classificação da curva é feita a partir de cada classe, sendo esta classificada a partir dos critérios abaixo apresentados:

- **Classe A:** artigos de maior importância, valor ou quantidade, correspondendo a 20% do total de artigos em *stock*;
- **Classe B:** com importância, quantidade ou valor intermédio, correspondendo a 30% do total do total de artigos em *stock*;
- **Classe C:** de menor importância, valor ou quantidade, correspondendo a 50% do total de artigos em *stock*.

De um modo geral cada classe tem o peso assinalado na Tabela 1, na quantidade de valor a analisar:

Tabela 1 - Pesos relativos de cada classe

Classe	A	B	C
Percentagem	80%	15%	5%

5.1. Análise de Pareto para as vendas

Elaborou-se uma análise de Pareto com vista à determinação de que produtos têm um maior número de vendas e assim proceder à sua classificação de Pareto, que será feita de acordo com a metodologia já explicada. Elaborando a análise de Pareto obteve-se o gráfico disponível na Figura, sendo que as cores diferentes representam as diferentes classes que compõem a análise ABC.

Os resultados obtidos através do gráfico da Figura 1, bem como os resultados visualizados a partir da folha de cálculo utilizada como auxiliar na resolução deste trabalho, podem ser resumidos na Tabela 2.

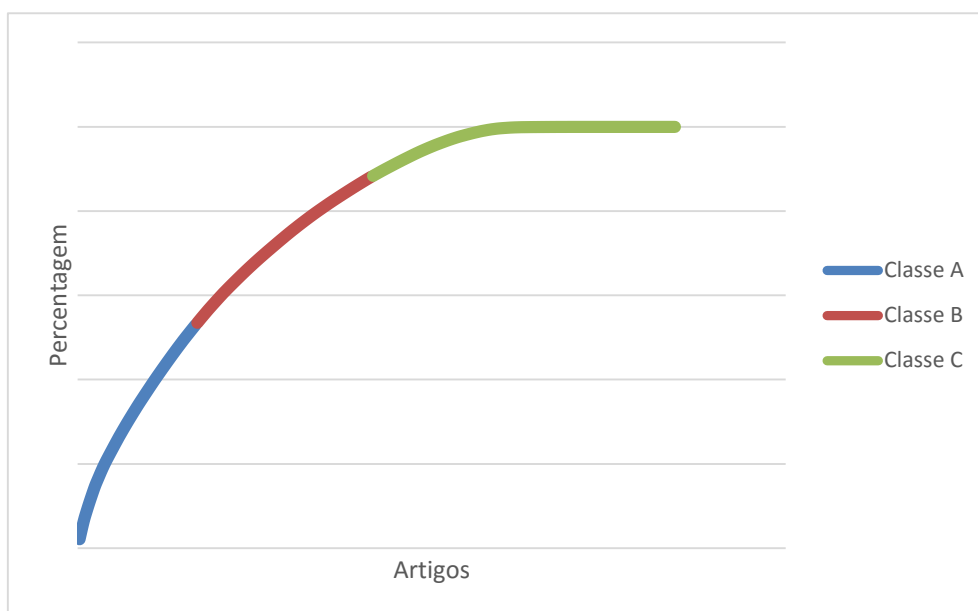


Figura 1 - Análise ABC - volume de vendas

Tabela 2 - Percentagem de vendas em cada classe

Classe	A	B	C
Percentagem	53%	35.1%	11.9%

Analisando a Tabela 2 pode-se referir que os artigos da classe A da análise de Pareto são responsáveis por 53% do volume total de vendas. Os artigos da classe B têm um peso de vendas de 35,1% de vendas, ao passo que os artigos C têm um peso relativo de 11,9%. Comparado com os valores teóricos, visualiza-se que a classe A tem um peso relativo muito inferior ao expectável (80%), tendo os valores das classes B e C sido muito superiores aos valores teóricos assinalados para estas duas classes.

5.2. Análise de Pareto da Faturação

A análise de Pareto para a faturação visa determinar a classificação dos produtos nas diferentes classes que compõem a análise de Pareto de acordo com a sua faturação, ou seja, vendas monetárias. Obteve-se o gráfico da Figura 2 que ilustra as diferentes classes da classificação de Pareto. Na Tabela 3 encontra-se um resumo dos resultados obtidos.

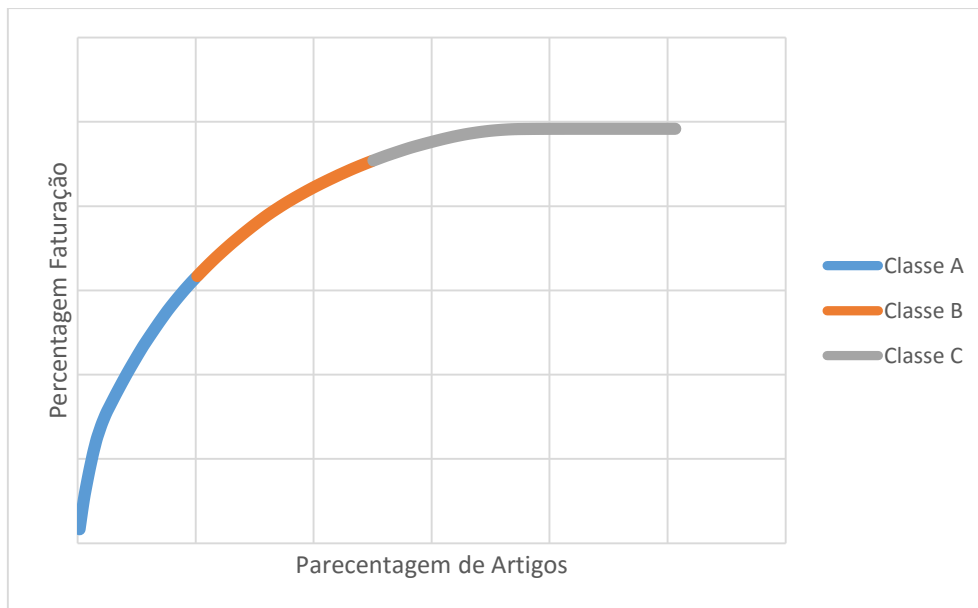


Figura 2 - Análise de Pareto da Faturação

Tabela 3 - Percentagem de faturação de cada classe

Classe	A	B	C
Percentagem	64%	28%	8%

A Tabela 3 demonstra que os artigos da classe A são responsáveis por 64% da Faturação, ao passo que os artigos da classe B e C têm um peso de 28% e 8%, respetivamente. Estes valores estão ainda relativamente longe dos valores teóricos para as diferentes classes, tendo a classe A um peso inferior ao seu valor teórico e as classes B e pesos superiores.

5.3. Análise de Pareto da Taxa de rotação (Política Nível de Encomenda)

Efetuuou-se a análise de Pareto para a taxa de rotação de *stock* dos produtos. Neste estudo, este indicador baseou-se na relação entre o quociente do movimento anual de cada artigo de e o *stock* médio de cada família de artigos, ou seja, o número de vezes que o stock médio rodou por ano. Inicialmente a análise de Pareto será feita para uma política de gestão de *stocks* de Nível de Encomenda.

Uma política de Nível de Encomenda procura lançar uma encomenda sempre que o nível de *stock* desce abaixo de um nível de inventário pré-especificado – *S*, encomendendo sempre uma quantidade pré-definida. De modo a que seja possível garantir um determinado nível de inventário, é necessário existir um nível de stock de segurança (*SS*) que assegure a disponibilidade de artigos aquando a ocorrência de eventuais situações de procura ou prazo de entrega superior ao normal. O *stock* médio para cada artigo será calculado através da média da soma da quantidade económica de encomenda (*QEE*) com o *stock* de segurança (*SS*). Teoricamente o *stock* médio seria calculado com a soma da *QEE* com o nível de stock (*S*) pré-definido. No

entanto, esta quantidade seria extrema devido ao fato de se considerar irrealista que não existisse procura de material durante o prazo de entrega. Após a determinação do *stock* médio do inventário médio de cada produto, procedeu-se então à análise de Pareto, tendo-se obtido o gráfico da Figura 3.

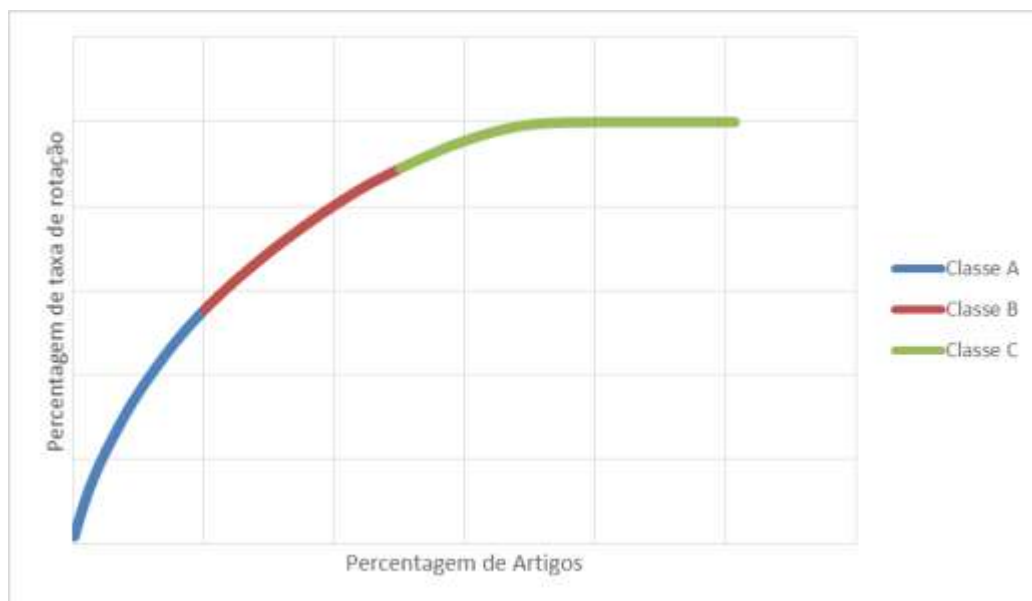


Figura 3 - Análise de Pareto para a taxa de rotação (PNE)

Os dados relatados na Figura 3 estão sintetizados na Tabela 4:

Tabela 4 - Percentagem de cada classe: política de Nível de Encomenda

Classe	A	B	C
Percentagem	55%	33%	12%

Através da informação da Tabela 4, pode-se visualizar que os materiais classe A são responsáveis por cerca de 55% de todas as taxas de rotação de *stock* existente, ao passo que os B e C são responsáveis por cerca de 33% e 12% respetivamente sendo que, mais uma vez, estes valores estão relativamente longe das percentagens esperadas para cada classe de uma Análise de Pareto.

5.4. Análise de Pareto (Política Ciclo de Encomenda)

Realizou-se uma análise de Pareto de forma a analisar as taxas de rotação de *stock* de artigos quando aplicada uma política de Ciclo de Encomenda.

A política de Ciclo de Encomenda distingue-se da anterior, na medida em que os lançamentos de ordens de encomenda ocorrem em intervalos de tempo regulares, conhecidos por períodos. A quantidade a encomendar pode variar, sendo igual à diferença entre a soma das existências físicas e a carteira de

encomendas, e um nível máximo de *stock* pré-definido (*S*). A quantidade de *stock* médio será, então, assumida como o nível máximo de *stock*.

Após se assumir os pressupostos que caracterizam uma política de Ciclo de Encomenda aplicou-se a análise de Pareto de forma a quantificar os pesos relativos das diversas classes nas taxas de rotação. Os resultados estão espelhados na Figura 4.

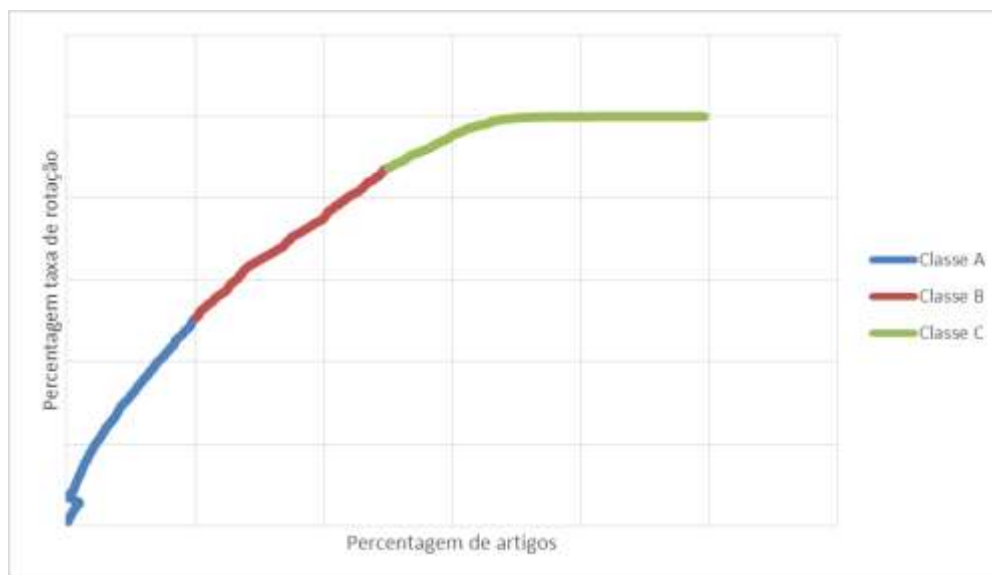


Figura 4 - Análise de Pareto para a taxa de rotação (PCE)

A Tabela 5 detalha o peso relativo de cada classe de Pareto nas taxas de rotação de uma política de gestão de *stocks* que seguem uma política de Ciclo de Encomenda.

Tabela 5 - Percentagem de cada classe: política de Ciclo de Encomenda

Classe	A	B	C
Percentagem	51%	36%	13%

Nesta análise detalhou-se os pesos relativos de cada classe na taxa de rotação de uma política de Ciclo de Encomenda. Pode-se concluir que os pesos da classe A apresentados são muito inferiores aos valores teóricos apontados para a classe A de uma análise de Pareto, sendo que os pesos das classes B e C muito superiores. Comparando estes valores com os relativos à análise de Pareto para uma política nível de encomenda, pode-se concluir que os produtos da classe A de Pareto têm um peso inferior (55% contra 51%) nas taxas de rotação, ou seja, são responsáveis por uma menor quantidade no número total nas rotações de *stock* que existem no sistema. Já as classes B e C como têm percentagens superiores comparadas com a política de Nível de Encomenda.

6. Dimensionamento do armazém

6.1. Definição de *layout*

O *layout* dos armazéns pode ser interpretado como a forma em como as áreas de armazenagem estão organizadas, procurando rentabilizar o espaço existente o máximo possível para a armazenagem e para as operações necessárias. No caso de estudo, são realizadas duas demonstrações de *layout*: por família de artigos e por tipo de artigos em cada família.

6.1.1. Famílias de artigos

Numa primeira disposição, os artigos são dispostos no *layout* já pré-definido do armazém, tendo em conta o volume de vendas de cada um, agrupados pela família de artigos a que pertencem.

6.1.1.1. Multiplicadores

De forma a determinar diferentes probabilidades do *picker* ir aos diferentes *slots* do armazém recorreu-se a um conjunto de multiplicadores para que fosse espelhado a probabilidade de *picker* ir a um *slot* recorreu-se a um multiplicador. Esse multiplicador é relativo ao peso que as vendas de cada família de artigos tem no total das vendas das famílias de artigos em *stock*.

Através da Figura 5 é possível visualizar a disposição das famílias de artigos no armazém. Para preencher o armazém com os vários produtos usou-se a metodologia de Within-aisle. Nos ficheiros *Excel* em anexo é possível ver mais detalhadamente a quantidade exata de paletes de cada produto que foi alocada a cada *slot*, sendo que os produtos foram colocados de acordo com o seu volume de vendas, dado que os que possuem um maior volume são colocados mais próximos da saída do armazém.

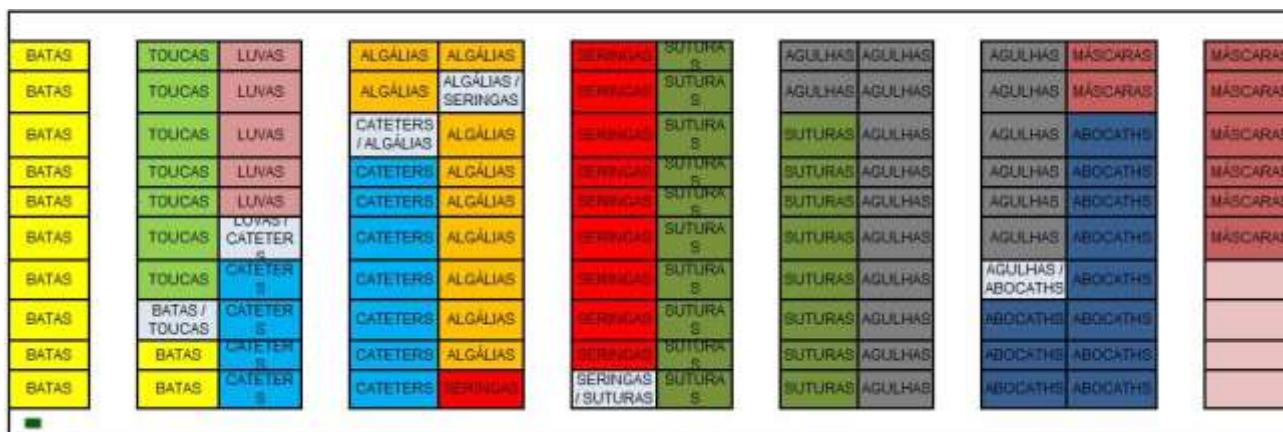


Figura 5 - Disposição do armazém: famílias de artigos

6.1.2. Tipos de artigos

BATA - 125/116	BATA - 116/118/111	BATA - 112/120/115	CATETERS - 149/155/138/161/133	ALGÁLIAS - 105/77/83/85	ALGÁLIAS - 97/79/103/82/78	SERINGAS - 260/271/251	SUTURAS - 288/315/321/313	SUTURAS - 281/317/311	AGULHAS - 60/40/38/45/36	AGULHAS - 36/35/47/57/62	ABOCATHS - 17/31/29
BATA - 114/125	BATA - 111/117/112	CATETERS - 141/164/134/172/142/154	CATETERS - 154/143/136/158/183/159/167/169/160/149	ALGÁLIAS - 110/100/106/105	ALGÁLIAS - 85/99/86/96/97	SERINGAS - 270/273/267/265/250	SUTURAS - 291/294/320/289	SUTURAS - 313/316/318/314/281	AGULHAS - 53/74/70/62/60	ABOCATHS - 12/5/17	ABOCATHS - 30/13/19/4/22/6
BATA - 128/114	TOUCAS - 340/330/331	CATETERS - 144/157/140/175/141	CATETERS - 130/174/145/173/144	ALGÁLIAS - 102/90/110	SERINGAS - 252/261/250	SERINGAS - 250/275/270	SUTURAS - 306/308/291	AGULHAS - 37/33/55	AGULHAS - 55/67/64/53	ABOCATHS - 27/3/12	ABOCATHS - 29/26/30 MÁSCARAS - 236/234/243
BATA - 122/128	TOUCAS - 336/326/340	CATETERS - 137/180/186/130	CATETERS - 132/178/181/173	ALGÁLIAS - 80/102	SERINGAS - 258/252	SUTURAS - 285/323/288/307	SUTURAS - 307/305/306	AGULHAS - 66/43/51	AGULHAS - 51/73/37	ABOCATHS - 8/27	MÁSCARAS - 228/245/242/233/236
BATA - 119/122	TOUCAS - 328/339/336	LUVAS - 189/215/222/203/218	CATETERS - 147/156/176/170	ALGÁLIAS - 89/88/80	SERINGAS - 258/256	SUTURAS - 325/301/279	SUTURAS - 279/285	AGULHAS - 34/39	AGULHAS - 39/44/66	ABOCATHS - 15/21/8	MÁSCARAS - 238/225/228
BATA - 121/119	TOUCAS - 333/337/328	LUVAS - 216/194/197/211/189/207/189	CATETERS - 152/139/147	ALGÁLIAS - 84/89	SERINGAS - 277/263/258	SUTURAS - 299/322	SUTURAS - 322/312/325	AGULHAS - 50/61	AGULHAS - 61/56/34	ABOCATHS - 25/15	MÁSCARAS - 226/241/238
BATA - 121	TOUCAS - 341/333	LUVAS - 196/201/223/213/204/216	CATETERS - 170/184/135/152	ALGÁLIAS - 91/109/84	SERINGAS - 255/277	SUTURAS - 295/287	SUTURAS - 287/278/299	AGULHAS - 46/65	AGULHAS - 65/68/50	ABOCATHS - 19/25	MÁSCARAS - 232/237/226
BATA - 113/121	TOUCAS - 342/341	LUVAS - 195/224/192/206/196	CATETERS - 171/177/170	ALGÁLIAS - 94/91	SERINGAS - 264/255	SUTURAS - 280/319/324	SUTURAS - 324/295	AGULHAS - 71/49	AGULHAS - 49/46	ABOCATHS - 15/21/8	MÁSCARAS - 239/232
BATA - 129/113	TOUCAS - 343/334/342	LUVAS - 187/193/202/185	CATETERS - 182/146/171	ALGÁLIAS - 92/94	SERINGAS - 262/264	SUTURAS - 282/284	SUTURAS - 284/280	AGULHAS - 63/76	AGULHAS - 76/71	ABOCATHS - 18/23	MÁSCARAS - 235/239
BATA - 129	TOUCAS - 343	LUVAS - 217/190/187	CATETERS - 179/151/182	ALGÁLIAS - 87/82	SERINGAS - 262	SUTURAS - 309	SUTURAS - 309/282	AGULHAS - 48/59	AGULHAS - 59/63	ABOCATHS - 24	MÁSCARAS - 229/235

Figura 6 - Disposição do armazém: tipos de artigos de cada família



Células sem preenchimento completo, isto é, com menos de 6 paletes por *slot*, e/ou células sem preenchimento completo, em que a soma das paletes entre produtos não perfazem 6 paletes.

Para preencher o armazém com os vários produtos utilizou-se uma vez mais a metodologia de Within-aisle. Para explicar como se usou este método, vai-se esclarecer a disposição das várias categorias de produtos por *slot* – fila e algumas células que se podem considerar exceções, isto é, são células que se colocou de forma a serem a melhor opção.

A primeira opção era colocar cada dos nossos produtos no início de cada fila, sendo que isso não foi possível num único caso, nas Suturas, teve-se que usar 2 filas, pois a quantidade era bastante superior aos outros produtos.

Começou-se por colocar as batas, como tem um maior volume de vendas, em que se preencheu a primeira fila esgotando os 10 *slots*, passando-se assim para a segunda fila em que iríamos preencher os últimos 3 *slots*, mas seguindo a opção definida começou-se por colocar na segunda fila as Toucas em que no fim dessa fila sobravam 2 *slots*, mas como das batas ainda faltava colocar uma quantidade que ocuparia 3 *slots*, optou-se por colocar a menos relevante no fim da terceira fila.

Depois de ter colocado no armazém dois produtos, começou-se com a colocação das Luvas numa terceira fila, preenchendo 6 *slots*. De seguida colocou-se os Cateters com início da sua disposição na quarta fila, mas uma vez que existiam dois *slots* disponíveis na terceira fila, em vez de preencher toda essa fila e depois culminar o que faltava na terceira fila, optou-se que quando se chegasse à mesma linha em que as duas filas estivessem livres, se colocaria na quarta fila e depois na terceira fila e assim sucessivamente até

colocar todas as categorias de Cateters. Na colocação das Algálias, precisando estas de 12 slots, colocou-se na quinta fila toda e ainda nos dois últimos slots da sexta fila.

Para as Seringas, utilizou-se a mesma forma de colocação que nas Algálias, para as várias categorias do produto.

Agora, para as Suturas e para as Agulhas usou-se a mesma forma de colocação, pois são produtos que ocupam vários slots, para explicar esta forma de preenchimento do armazém, vai-se começar pelas Suturas. Como nos produtos anteriores, iniciou-se com a colocação no início de uma fila, mas como se irá preencher vários slots, iniciou-se a colocação em duas filas em que primeiro coloca-se na oitava fila e depois na nona fila, na mesma linha, só depois de estas duas células estarem preenchidas, passa-se para a próxima linha, nas mesmas colunas, e como foi preciso ainda mais slots preencheu-se os últimos slots da décima fila. Para as Agulhas usou-se o mesmo processo.

Faltando só 2 produtos, Abocaths e Máscaras, alocou-se os Abocaths da mesma forma que outros produtos anteriormente, sobrando assim sete slots para as Máscaras, mas como as Máscaras precisavam de oito slots, então fez-se no mesmo slot a junção dos dois produtos, isto é, no mesmo slot juntam-se Máscaras e Abocaths.

Neste caso existe sobreposição de produtos no mesmo slot, podia-se ter feito isso anteriormente noutros produtos, visto que há slots que não ficaram totalmente preenchidos. Como foi mencionado em cima nas células de azul claro, são células em que o slot não ficou com 6 paletes mas sim com menos, conseguindo através de uma breve análise antes da alocação dos produtos e da dimensão do armazém, que só se iria verificar esta situação nos últimos produtos.

6.2. Simulação de *picking*

6.2.1. Estratégia *S-Shape*

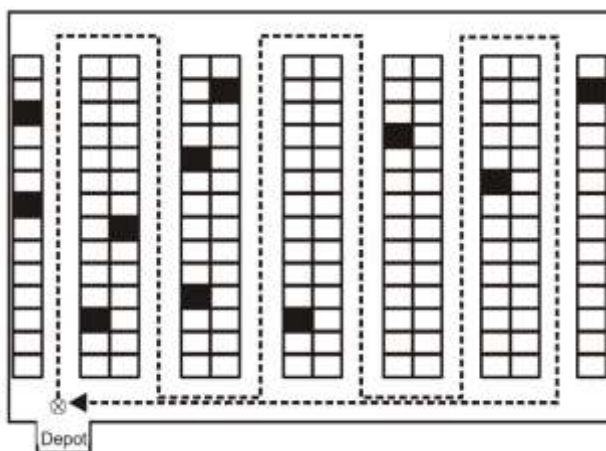


Figura 7 - *Picking S-Shape*

Uma das estratégias mais utilizadas para analisar a disposição realizada, de forma a testá-la e conseguir retirar indicadores de desempenho é a simulação. Recorrendo à simulação é possível definir probabilidades para os diferentes produtos, uma vez que os produtos mais vendidos “saem” mais do que os menos vendidos, através dos multiplicadores, bem como definir todos os componentes específicos constituintes do armazém.

Recorrendo ao simulador fornecido pelo docente, na primeira estratégia de *picking* (*S-Shape*) o *picker* percorre o armazém pelos diferentes corredores, em formato da letra S, recolhendo os artigos necessários. O comportamento dos *pickers* nesta estratégia é ilustrado pela Figura 7.

6.2.1.1. Análise de resultados: S-Shape

Simulou-se a estratégia de *picking S-Shape* e analisou-se os tempos de trabalho para um período de encomendas de compreendido do meio-dia ao meio-dia e trinta, tendo como tempo médio da chegada entre duas ordens dois minutos e meio e tentou-se determinar quanto tempo um *forklift* demoraria a cumprir as ordens de encomenda decorridas durante esse período de tempo. Durante o período de tempo analisado recebeu-se um total de doze encomendas sendo que, com a estratégia de *picking* já abordada, o *forklift* demorou um total de uma hora e cinquenta e três minutos de trabalho, tendo um tempo de inatividade de aproximadamente dois minutos sendo que, devido a termos em operação um *forklift*, o tempo de bloqueio foi nulo.

Day	Forklift number	Number of pick lists completed	Working time	Idle time	Blocking time	Number of fields a driven	Number of fields b driven	Number of fields c driven	Number of turns aside	Number of turns back	Routing method
Day 1	1	12	1:53:30	0:01:58	0:00:00	756	2100	378	126	10	S-shape

Figura 8 - Resultados da estratégia de *Picking S-Shape*

6.2.2. Estratégia *Return*

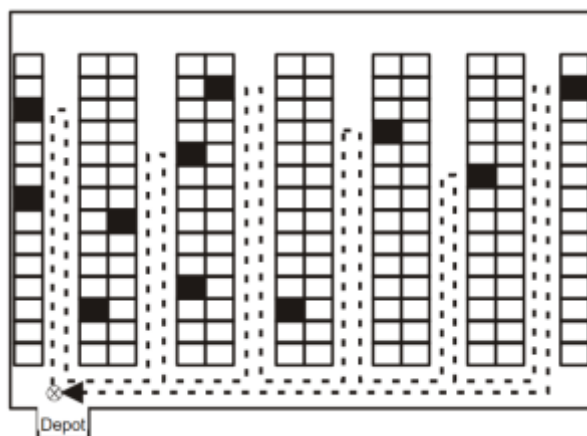



Figura 9 - *Picking Return*

Na Figura 8 encontra-se ilustrado o comportamento do *picker* seguindo uma estratégia *Return*. Nesta estratégia é percorrido cada corredor em profundidade, recolhendo os artigos necessários, voltando depois ao início do corredor. Este processo é repetido pelos corredores necessários de percorrer.

6.2.2.1. Análise de resultados: *Return*

Simulou-se a estratégia de *picking Return* para os mesmos períodos de encomendas, tempo médio de chegadas, números de encomendas recebidas e número de *forklift* iguais à estratégia de *picking S-Shaped*. Com esta estratégia de *picking* o tempo que o *forklift* demorou duas horas e 11 minutos para satisfazer as encomendas recebidas no período de encomendas determinado, tendo o *forklift* um tempo de inatividade de aproximadamente dois minutos. Com a estratégia de *picking S-Shape*, pode-se visualizar que esta é menos eficiente pois, com os mesmos parâmetros de operação, tem um período de execução das tarefas superior.



Day	Forklift number	Number of pick lists completed	Working time	Idle time	Blocking time	Number of fields a driven	Number of fields b driven	Number of fields c driven	Number of turns aside	Number of turns back	Routing method
Day 1	1	12	2:11:18	0:01:58	0:00:00	756	2676	378	126	64	Return

Figura 10 - Resultados da estratégia de *Picking Return*

6.3. Custos anuais de operação

Por último, elaborou-se uma estimativa dos custos totais de operação do armazém. Para se estimar os custos totais, estimou-se os custos de três variáveis: construção, operação e custos fixos anuais.

Para se determinar os custos de construção teve-se que primeiro dimensionar o armazém de acordo com os objetivos estipulados. Do espaço total para armazenar produtos, 50% deverá ser reservado para os corredores sendo que deverão ser ainda considerados espaços adicionais para a receção e expedição e preparação de encomendas, bem como uma área de apoio (escritórios, casas de banho, bar, etc.). Definiu-se também que 70% da área total do armazém seria ocupada pelo espaço total para armazenar produtos, sendo a restante área destinada para espaços adicionais e áreas de apoio. Cada m² terá um custo de construção de 25 UM, sendo os custos de construção do armazém serão amortizados em 15 anos.

Primeiro definiu-se a área ocupada para fins de armazenamento de produtos. O armazém será constituído por 12 *racks*, sendo que cada *rack* terá dimensões 1,5 × 20 m. Com estes dados determinou-se a área total ocupada pelos *racks*, sendo essa área de 360 m². Após o cálculo do espaço reservado para a deposição dos produtos, calculou-se a área destinada para os corredores do armazém, sendo essa área igual à destinada à ocupação dos diferentes artigos, 360 m². Através da soma da área ocupada pelo armazenamento de artigos com a área destinada aos corredores do armazém definiu-se a área total

destinada para fins de armazenamento, 720 m². Calculou-se também a área destinada para fins de apoio de acordo com as diretrizes pré-estabelecidas, tendo sido obtido uma área de 310 m². Somando esta área com a área destinada para fins de armazenamento, obteve-se a área do armazém, 1130 m². Após a determinação da área do armazém determinou-se então os custos anuais de construção através da seguinte fórmula: $\frac{1030 + 25}{15}$, tendo sido obtido um custo de construção anual de 1717 UM.

Os custos de operação são definidos pelo movimento custo do movimento dos produtos quando estes são vendidos, sendo a taxa de movimento de produto definida para o valor de 0,05 UM por caixa de produto. No ano de 2015 houve um total de vendas de 2205266 caixas de produto. Os custos de operação foram então calculados pela multiplicação da taxa de movimento de produto com o total de caixas vendidas, tendo os custos de operação sido cifrados nas 110263 UM.

Os custos fixos anuais são os custos de manutenção do armazém, sendo que estes custos rondam as 3 UM por m² do armazém. Assim, para a determinação dos custos fixos multiplicou-se a área do armazém pelos custos fixos, obtendo um valor de 3090 UM.

Calculados os custos de construção, de operação e os custos fixos, todos numa base anual, calculou-se então os custos totais anuais de operação do armazém, que foram obtidos pela soma dos custos das três variáveis já determinadas, obtendo-se então um custo de 115070 UM.

7. Notas Finais

Após a elaboração deste caso de estudo conseguiu-se determinar diversos parâmetros da MedyCare. A análise de Pareto permitiu constatar que os produtos da classe A de Pareto têm uma importância relativa substancialmente inferior ao que seria expectável em todas as situações em que esta foi aplicada.

Tentou-se dispor os diferentes artigos pelas suas famílias de artigos no armazém de forma a minimizar a distância do *picking*. Para esta situação, a melhor estratégia de *picking* utilizada foi a estratégia *S-Shaped*, pois foi a que obteve tempos de *picking* pedidas. Os custos totais de operação anuais do armazém da MeddyCare cifraram-se nas 115070 UM.

Em trabalhos futuros seria interessante testar outras estratégias de disposição de artigos no armazém e confrontá-la com a estratégia utilizada neste trabalho de forma a avaliar qual a melhor forma para dispor os diferentes artigos no armazém.

Em anexo encontram-se dois documentos em formato *Excel* que contém toda a informação de base para o trabalho desenvolvido. A disposição gráfica dos armazéns encontra-se no ficheiro *WRTS.xlsm*, bem como os multiplicadores atribuídos a cada artigo e os parâmetros das simulações realizadas. No documento *MedyCare.xlsx* encontram-se fundamentalmente informações relativas às análises realizadas, bem como à distribuição dos artigos pelos diferentes componentes do armazém.

8. Referências

- Telhada, José Manuel Henriques (2016) *Sistemas de procura contínua e estacionária*, Braga: Universidade do Minho.
- Telhada, José Manuel Henriques (2016) *Localização de armazéns*, Braga: Universidade do Minho.
- Carvalho, Maria do Sameiro (2016) *Distribution Management Warehousing*, Braga: Universidade do Minho.