



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Mestrado em Engenharia de Sistemas |
Departamento de Produção e Sistemas

Caso de Estudo: MedyCare

UC: Logística

Docentes:

Ana Cecília Ferreira

José Telhada

Constituição do grupo:

Ana Gonzaga (PG35380)

Rita Ferreira (PG35382)

Sofia Martins (PG35381)

janeiro de 2018

Índice

1.	Introdução.....	1
2.	Parte I: Localização do armazém único.....	2
2.1.	Alínea a.....	2
2.2.	Alínea b.....	3
2.3.	Alínea c.....	4
3.	Parte II.....	5
3.1.	Alínea a.....	6
3.2.	Alínea b.....	6
4.	Parte III.....	8
4.1.	Alínea a.....	8
4.2.	Alínea b.....	9
4.3.	Alínea c.....	10
5.	Parte IV.....	11
5.1.	Definição do Layout do Armazém.....	11
6.	Conclusões.....	13
	Anexos.....	14
	Anexo I.....	14
	Anexo II.....	14
	Anexo III.....	15
	Anexo IV.....	19

Índice de figuras

Figura 1-Mapa da península ibérica.....	2
Figura 2-Mapa da península ibérica (c/localizações)	3
Figura 3 - Layout do Armazém	11
Figura 4 - Layout do Armazém com distâncias percorridas	12
Figura 5-Evolução Típica do Nível de Inventário	16
Figura 6-Evolução do Nível de Inventário na Política Nível de Encomenda	16
Figura 7-Evolução Típica do Nível de Inventário na Política Ciclo de Encomenda	18
Figura 8-Evolução Típica do Nível de Inventário	19

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Stock máximo (em paletes) com as duas políticas	7
Gráfico 2 - Análise ABC (Volume de vendas)	8
Gráfico 3 - Análise ABC (Valor monetário de vendas)	9
Gráfico 4 - Análise ABC (Critério da rotação).....	10

Índice de tabelas

Tabela 1 - Tabela dos resultados obtidos (MCG).....	2
Tabela 2 – Tabela dos resultados obtidos (C/ Substituição - MCG)	3
Tabela 3 - Stock Máximo (em paletes).....	6
Tabela 4 - Stock Máximo (em paletes) com alteração	7
Tabela 5 - Análise ABC (Volume de vendas)	8
Tabela 6 - Análise ABC (Valor monetário de vendas).....	9
Tabela 7 - Análise ABC (Critério da rotação).....	10
Tabela 8 - Procura anual e rotação para cada um dos produtos	11
Tabela 9 - Dados utilizados para a definição do layout.....	11



1. Introdução

O presente relatório, realizado no âmbito da unidade curricular de Logística do mestrado de Engenharia de Sistemas, tem como objetivo solucionar alguns problemas que a empresa MedyCare apresenta. A MedyCare é um operador logístico de produtos da indústria de equipamentos médicos e cirúrgicos que abastece armazenistas/distribuidores de unidades de saúde regionais, como por exemplo, hospitais, centros de saúde, entre outros, localizados na Península Ibérica. No anexo I é feita uma apresentação mais pormenorizada da empresa em questão. Nos anexos II, III e IV está disponível uma breve introdução teórica das três primeiras partes deste caso de estudo.

O primeiro problema, que corresponde à Parte I do relatório, é descobrir qual a localização ideal para o seu novo Centro de Operações Logísticas (COL), tendo em conta a informação relativa à localização dos seus fornecedores e clientes, fatores que se considerem relevantes para a sua localização e políticas de gestão de armazém, para que os custos com operações logísticas da empresa sejam mínimos. A Parte II é relativa à política de gestão de stocks, a Parte III diz respeito a elaboração de uma análise ABC tendo em consideração três critérios distintos (classe A, B e C), a Parte IV consiste na organização e dimensionamento do armazém, e na última parte, através da Heurística das Poupanças, será criado um plano de entregas para os seus clientes. Por fim, serão apresentadas as conclusões, após solucionar os diferentes problemas da empresa MedyCare.

2. Parte I: Localização de um armazém único

Nesta primeira parte, o objetivo é determinar a localização do novo Centro de Operação Logística, considerando a localização dos fornecedores e dos clientes da MedyCare. Para a resolução dos seguintes exercícios, é importante ter em consideração o mapa da Península Ibérica (Fig.1).



Figura 1-Mapa da península ibérica

2.1. Alínea a

Determinar o local para a construção do novo armazém (COL)

N localizações	Coordenadas (X,Y)		Custos (€)
Localização Inicial	6,17	12,17	102808,56
1ª Localização	4,77	12,55	98282,08
2ª Localização	3,84	12,72	95989,22
3ª Localização	3,29	12,81	94925,81
4ª Localização	2,98	12,83	94554,52
5ª Localização	2,84	12,86	94459,32
6ª Localização	2,76	12,90	94415,86
7ª Localização	2,70	12,94	94388,33

Tabela 1 - Tabela dos resultados obtidos (MCG)

Através dos resultados obtidos pelo Método do Centro de Gravidade, a 7ª localização é a melhor, pois é nesta solução que se obtém o mínimo custo total de transporte. Tem de se ter também em consideração a procura por parte dos clientes e o peso dos fornecedores para a escolha da localização do novo armazém, é por isso previsível que a construção de um novo armazém fique próxima do conjunto de clientes/fornecedores com maior representatividade. De referir também que, terminou-se as iterações à 7ª, pois obteve-se uma taxa de redução que ronda os 0,03%, que pode ser considerado

como a margem de erro. Tendo em conta as coordenadas obtidas na tabela acima, a localização do novo centro de operações logísticas deverá ser no concelho Lamego, pertencente ao distrito de Viseu. No mapa da figura 2 está assinalada essa localização (a vermelho).



Figura 2-Mapa da península ibérica (c/localizações)

2.2.Alínea b

Substituição dos atuais fornecedores localizados fora da Península Ibérica

N localizações	Coordenadas (X,Y)		Custos (€)
Localização Inicial	10,45	12,27	135059,72
1ª Localização	10,23	12,13	134959,37
2ª Localização	10,10	12,12	134929,08
3ª Localização	10,00	12,13	134912,81
4ª Localização	9,93	12,15	134903,34
5ª Localização	9,88	12,17	134897,82
6ª Localização	9,83	12,18	134894,60

Tabela 2 – Tabela dos resultados obtidos (C/ Substituição - MCG)

Neste ponto, pretende-se descobrir uma nova localização do centro de operações logísticas (COL), tendo em conta uma mudança de fatores. Essa mudança deve-se ao facto de se agruparem todos os fornecedores localizados fora da Península Ibérica num único localizado na Turquia, sendo que os produtos que estão na posse desse fornecedor serão, posteriormente, enviados por via marítima para Barcelona e de lá para o COL. Assim, ter-se-á de recorrer novamente ao Método de Centro de Gravidade, para verificar se a alteração do COL muda com este novo fator. Como já referido, anteriormente, este método tem em conta o peso da procura (de clientes e fornecedores), pelo que, é expectável que a localização fique mais próxima da cidade de Barcelona, pois o fornecedor que possui maior procura está lá localizado. A margem de



erro é a mesma, pelo que neste ponto se fazem 6 iterações. Destas, a 6ª localização é a melhor tendo em conta os custos totais de transporte (mínimo), no entanto, este custo é cerca de 40000€ mais caro do que o custo mínimo obtido na alínea anterior. Através das coordenadas obtidas, o novo COL deverá ficar localizado na província de Ávila. No mapa da figura 2, está indicada esta localização (a verde).

Na figura 2, estão indicadas as duas localizações (**Lamego** e **Ávila**) obtidas pelas diferentes alíneas. É de realçar que estas localizações foram conseguidas marcando pontos de referencia no mapa, ou seja, usando coordenadas de fornecedores e clientes, de modo a obter a melhor aproximação possível da localidade onde se deverá construir o COL.

2.3. Alínea c

Fatores que se devem considerar na seleção do local para a construção do COL e metodologia que permite o melhor local

No que diz respeito a fatores que limitam a escolha da construção do COL, os que serão apresentados de seguida, são alguns exemplos que devem ser considerados.

- ✓ **Caraterísticas do local** – É importante que o local escolhido tenha condições e espaços de terreno, ou seja, caso o COL tenha de ser expandido será mais fácil, bem como acessos a parques de estacionamento. Convém também que este local seja na periferia de uma cidade e não no centro, dessa forma evita-se os transtornos de transporte, isto é, as confusões inerentes ao transito da cidade, pois o congestionamento de tráfego influencia os tempos de transporte, outros fatores que influenciam esse tempo é também a qualidade das estradas de acesso ao COL, bem como o acesso a autoestradas que permitam uma deslocação mais rápida para a distribuição do produto.
- ✓ **Custos de construção e legais** – Dependendo do local onde se vai construir o COL existem diferentes custos de construção e legais (burocráticos, impostos e fiscais), tendo em conta o conhecimento destes mesmos custos, a decisão será tomada de forma mais criteriosa. Existem também, em alguns municípios, incentivos a construção, pelo que é também uma solução que a empresa poderá recorrer.
- ✓ **Densidade demográfica** – Este é um fator que conta também na decisão, pois uma empresa para laborar necessita de mão-de-obra, pelo que este tem de ser um fator a considerar.
- ✓ **Mercado existente na área** – Deve fazer-se também um estudo de mercado, no sentido de averiguar a existência de concorrentes na área, que se estiverem instalados demasiado próximo serão considerados uma ameaça. Este estudo permitirá também que a empresa tenha conhecimento do comercio existente no local, podendo mesmo fazer parcerias e encontrar novos clientes.



As metodologias a serem consideradas além do método usado neste caso de estudo (**Método do Centro da Gravidade**) são as seguintes:

- ✓ **Método de Programação Inteira Misto ou de Solução** - Este método consiste na localização de vários pontos de rede, tendo como critério de escolha os custos. É uma extensão do método do centro de gravidade.

A **função objetivo** deste método é dada por:

$$\min C = \sum_i F_i Y_i + \sum_{ij} C_{ij} X_{ij}$$

E as restrições são:

- $\sum_i X_{ij} \geq D_j$
- $\sum_j X_{ij} \leq M_i Y_i$
- $Y_i \leq 1$ e inteiro
- $X_{ij}, Y_i \geq 0$

- ✓ **Método das Pontuações** – Este método assenta na localização de um ponto da rede co base em diferentes critérios, como por exemplo, acessibilidade, espaço de estacionamento, entre outros.

Modelo aditivo:

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i F_{ij}$$

Modelo multiplicativo:

$$S_j = \prod_{i=1}^m F_{ij}^{W_i}$$

onde:

S_j – ‘score’ total referente à localização j

W_i – peso total referente ao critério i (em %)

F_{ij} – ‘score’ referente ao critério i na localização j

n – número de localizações

m – número de critérios

3. Parte II – Política de Gestão de Stocks

Encontrada a nova localização do Centro de Operações Logísticas, a MedyCare pretende estipular qual a sua política de gestão de stocks. A administração da empresa definiu que a empresa terá uma política de revisão contínua, o que significa que existe um nível fixo de reposição de stock que, quando é atingido, é realizada uma nova encomenda. Adicionalmente, o principal objetivo passa por garantir um nível de serviço aos seus clientes de 95% (ou seja, no máximo só poderá haver 5% de quebra). Foram estimados os custos de encomenda em 20€ para o transporte Ibérico e 40€ para transporte internacional, e, por fim, a taxa de posse de inventário é de 15% ao ano para todos os



produtos da empresa. **Nota:** para a resolução das seguintes alíneas, foi importante ter em consideração que cada palete contém 60 caixas e que cada caixa tem 100 artigos.

3.1. Alínea a

Stock Máximo (em paletes) do COL

	Procura Média	C3	C1	q	SS	Stock máximo (caixa)	Stock máximo (paleta)
Toucas	184080	20	1,2	2477	202	2679,43	45
Luvas	111384	20	1,35	1817	59	1875,57	32
Agulhas	294528	20	0,3	6267	330	6597,03	110
Seringas	191256	20	0,6	3571	121	3692,14	62
Cateteres	255840	40	1,2	4130	244	4373,43	73
Algália	218088	40	1,2	3813	208	4020,63	68
Abocaths	183456	20	0,45	4038	137	4175,42	70
Batas	365040	40	1,8	4028	463	4491,22	75
Suturas	310440	20	0,3	6434	328	6762,01	113
Máscaras	91104	20	0,6	2464	83	2547,92	43
Número Total de Paletes							691

Tabela 3 - Stock Máximo (em paletes)

Tal como foi referido, é necessário calcular, primeiramente, o stock máximo correspondente a cada um dos produtos comercializados pela empresa, e só depois se conseguirá descobrir o stock máximo total. Para tal, foi necessário proceder a outros cálculos de modo a conseguir obter o stock máximo, nomeadamente a procura média, custo de posse de inventário (C1), quantidade de encomenda (q) e o stock de segurança (SS). Tal como é possível ver na tabela 3, o stock máximo de cada produto varia, perfazendo um stock total de 691 paletes.

3.2. Alínea b

Stock Máximo com alteração no abastecimento

		LT	t	Procura Diária	C3	C1	t*	Smáx	Smáx (caixa)	Smáx (paleta)
2ªfeira	F1	3	4	590	20	1,2	0,238	4131,71	4132	69
	F2	1	6	357	20	1,35	0,288	2501,08	2502	42
3ªfeira	F3	2	6	944	20	0,3	0,376	7554,89	7555	126
	F4	1	1	613	20	0,6	0,330	1227,27	1228	21
4ªfeira	F5	4	5	820	40	1,2	0,285	7382,33	7383	124
	F6	4	5	699	40	1,2	0,309	6293,52	6294	105

5ªfeira	F7	2	2	588	20	0,45	0,389	2354,12	2355	40
	F8	4	6	1170	40	1,8	0,195	11701,68	11702	196
6ªfeira	F9	1	4	995	20	0,3	0,366	4977,23	4978	83
	F10	3	1	292	20	0,6	0,478	1170,60	1171	20
Número total de paletes										826

Tabela 4 - Stock Máximo (em paletes) com alteração

Nesta alínea, o objetivo é calcular um novo stock máximo sabendo que existe uma nova alternativa de abastecimento do COL. Nesta nova forma, considera-se que a cada dia útil ocorre uma receção de encomendas agrupadas em conjuntos de dois fornecedores. Para tal, agrupou-se os dez fornecedores, dois a dois, e aplicou-se a política de ciclo de encomenda. Como é possível verificar na tabela 4, o nível de stock máximo aumentou para 826 paletes face à política anterior, onde o stock máximo era de 691 paletes. Este facto era já expectável, uma vez que na nesta política existe uma maior incerteza e consequentemente, um nível o stock de segurança superior. No caso de se optar pelo uso desta política, como o stock máximo é superior, o custo de posse também o será.

Assim, juntando os níveis de stock máximo de cada uma das políticas abordadas, obtém-se o gráfico abaixo apresentado.

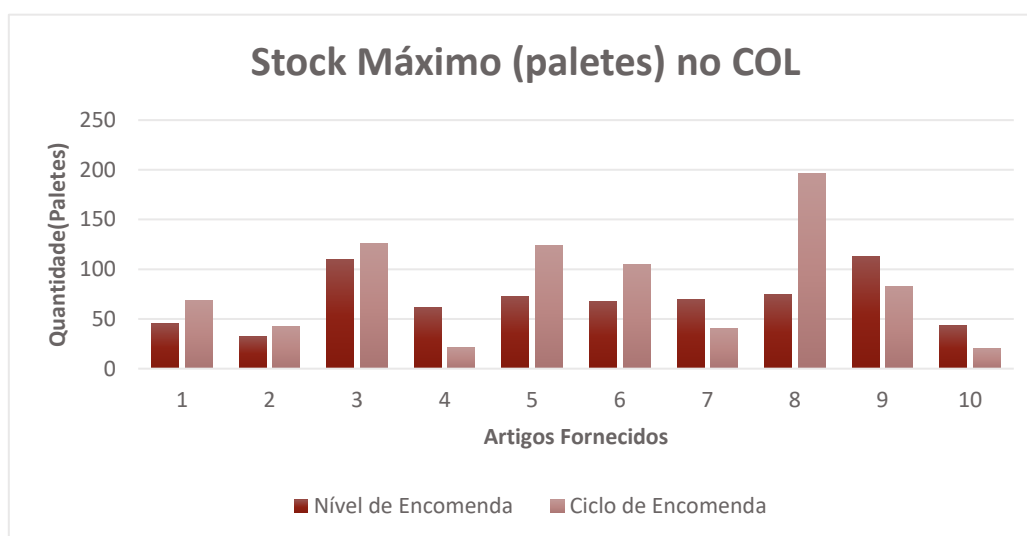


Gráfico 1 - Stock máximo (em paletes) com as duas políticas

Como é possível constatar, na política de nível de encomenda, o stock máximo dos artigos fornecidos é inferior, em 6 dos 10 artigos, em relação à política ciclo de encomenda. Este resultado era previsível, tendo em conta que o stock máximo obtido na primeira política utilizada é inferior ao que se obtém na segunda política.



4. Parte III – Análise ABC

Neste caso estudo, é preciso identificar os artigos quanto ao volume de vendas, valor de utilização e taxa de rotação, devido ao elevado numero de referências que a MedyCare possui, aplicando por isso a Lei de Pareto ou análise ABC. O principal objetivo é determinar quais os artigos de maior e menor importância para a empresa, reduzindo dessa forma os custos inerentes a esses artigos. Os artigos devem ser divididos por cada uma das classes A, B e C.

4.1. Alínea a

Elaborar uma análise ABC segundo o critério do volume de vendas

Para se elaborar a análise ABC, foi necessário ordenar os dados de vendas (caixas) por ordem decrescente. De seguida, atribui-se o valor 1 para todos os artigos e calculou-se a percentagem dividindo o valor atribuído a cada artigo pelo valor total (total de artigos existentes), calculando também a percentagem cumulativa. Para as vendas, calcula-se o total de vendas e calcula-se também a percentagem, esta obtém-se dividindo o valor de vendas de cada artigo pelo total e procede-se ao cálculo da percentagem cumulativa. É através das percentagens cumulativas que se obtém o gráfico 2. A percentagem de artigos correspondente a cada percentagem de vendas, bem como a quantidade de artigos por classe está referida na tabela 5.

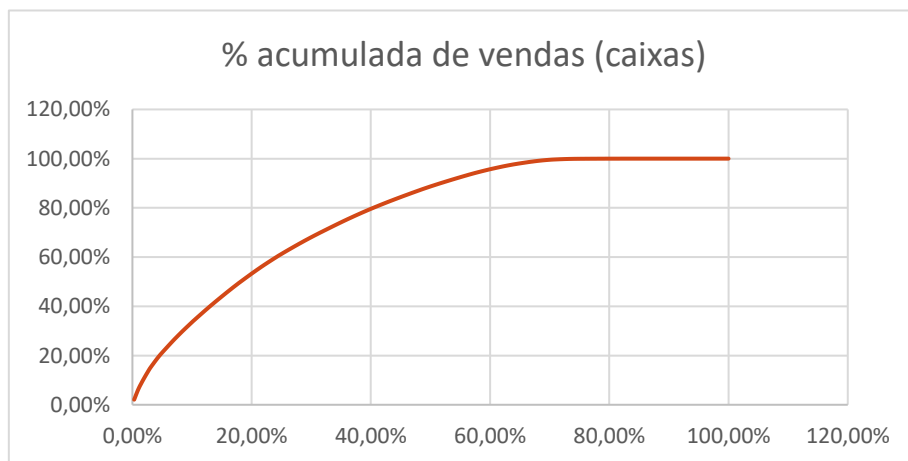


Gráfico 2 - Análise ABC (Volume de vendas)

Classe	A	B	C
Quantidade	68	86	189
Percentagem (artigos)	20%	25%	55%
Percentagem (valor monetário)	53%	31%	16%

Tabela 5 - Análise ABC (Volume de vendas)

4.2. Alínea b

Elaborar uma análise ABC segundo o critério da utilização (valor monetário das vendas)

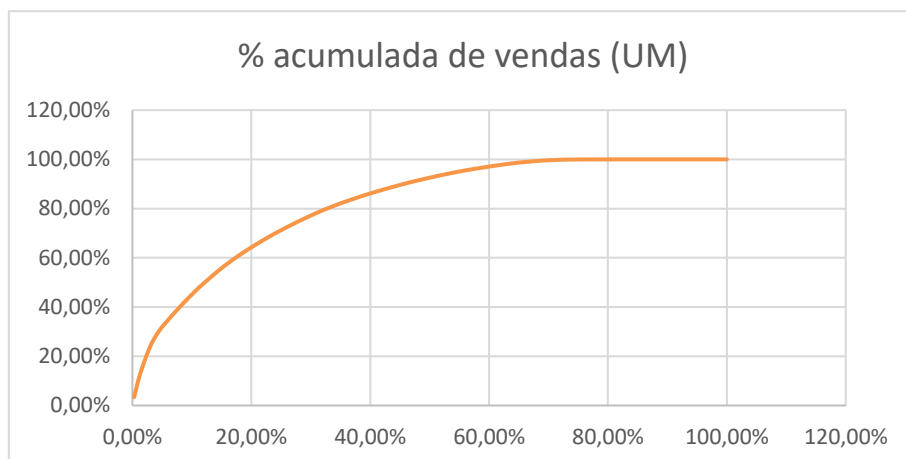


Gráfico 3 - Análise ABC (Valor monetário de vendas)

Classe	A	B	C
Quantidade	68	86	189
Percentagem (artigos)	20%	25%	55%
Percentagem (valor monetário)	64%	26%	10%

Tabela 6 - Análise ABC (Valor monetário de vendas)

Nesta segunda alínea, pretende-se fazer o mesmo que na alínea anterior, mas em vez do volume de vendas é pedido em função do valor monetário de vendas. Por isso, tem de se ordenar os dados de forma decrescente segundo o valor monetário. Para os artigos, mantêm-se os passos da alínea anterior. No que diz respeito ao valor monetário, calcula-se o total das vendas (UM) e divide-se o valor monetário de cada produto pelo total, e calcula-se dessa forma a percentagem e de seguida, a percentagem cumulativa. Obtém-se o gráfico 3, através das percentagens cumulativas dos artigos e do valor monetário. A quantidade, percentagem de artigos e percentagem de valor monetário, distribuídas pelas três classes, estão na tabela 6.

4.3. Alínea c

Elaborar uma análise ABC segundo o critério da rotação (agregada por categoria)

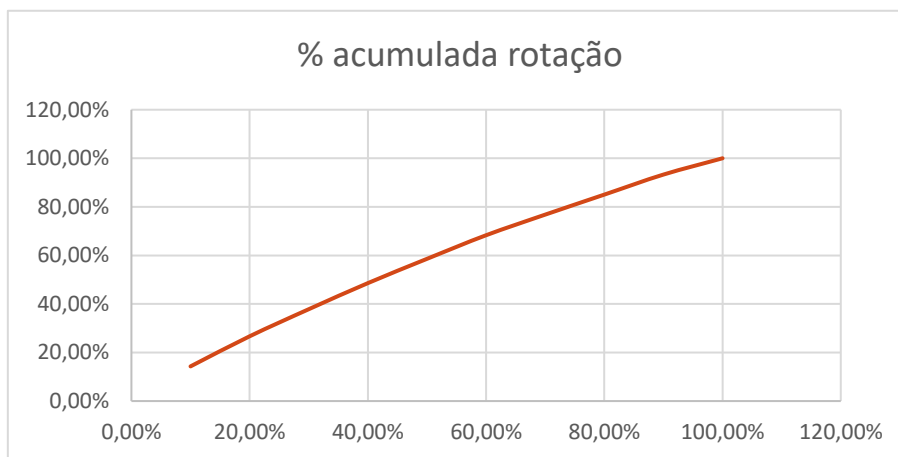


Gráfico 4 - Análise ABC (Critério da rotação)

Na última alínea deste capítulo, pretende-se a elaboração de uma análise ABC segundo o critério de rotação. É necessário calcular a rotação de cada produto. Esta obtém-se pela divisão da procura anual de cada produto pelo seu stock médio $((QEE/2)+SS)$. De seguida, ordenam-se os dados pela rotação do maior para o mais pequeno. Calcula-se o valor total da rotação e depois divide-se o valor de rotação de cada artigo pelo total e determina-se, assim, a percentagem de rotação de cada artigo. Para os artigos, atribui-se o valor 1 aos dez produtos, e divide-se o valor de cada artigo pelo total. Após este processo, é possível obter as percentagens cumulativas dos artigos e da rotação, e dessa forma desenha-se o gráfico 4. Na tabela 7, encontram-se as quantidades, percentagens de artigos e percentagem de rotação para cada uma das classes.

Classe	A	B	C
Quantidade	1	3	6
Percentagem (artigos)	10%	30%	60%
Percentagem (valor monetário)	14%	34%	52%

Tabela 7 - Análise ABC (Critério da rotação)



5. Parte IV – Dimensionamento e organização dos produtos

Após a escolha do local para o Centro de Operações Logísticas (COL), da definição da política de gestão adequada e da elaboração da análise ABC dos produtos, o objetivo passa por dimensionar e organizar os produtos dentro do armazém minimizando a distância a que se encontram os produtos e a Receção/Expedição considerando a taxa de rotação.

5.1. Definição do Layout do Armazém

Proposta de arrumação dos produtos, pelo critério da rotação

- **Determinar o número de slots**
- **Estabelecer a ordem de arrumação do armazém**
- **Para cada categoria, dizer quais os slots a usar e justificar**

A zona de armazém do COL apresenta uma configuração com 12 secções de armazenamento com 10 posições (slots) por secção, que se separam por 6 corredores de 20 metros de comprimento. Em cada posição podem ser armazenadas duas euro paletes (0,8 m x 1,2 m) por nível, e existem 3 níveis de armazenagem em altura (solo mais 2 níveis de racks), ou seja cada slot armazena 6 euro paletes. O layout da secção de armazenamento assim com a Receção/Expedição encontra-se representado na Figura 7.

Quando o objetivo é a minimização da distância, a variável considerada para a organização dos produtos é a rotação anual por ordem decrescente. Desta forma, os dados considerados são os seguintes:

	Batas	Touca	Luvas	Cateters	Algália	Seringas	Suturas	Agulhas	Abocaths	Máscaras	
Rotação	147	128	115	111	103	100	88	85	85	69	
Stock Médio (nºCaixas)	2484	1439	969	2305	2118	1913	3528	3466	2159	1321	
Nº Paletes	42	24	17	39	36	32	59	58	36	23	Total de Slots
Nº Slots a ocupar	7	4	3	7	6	6	10	10	6	4	63

Tabela 9 - Dados utilizados para a definição do layout

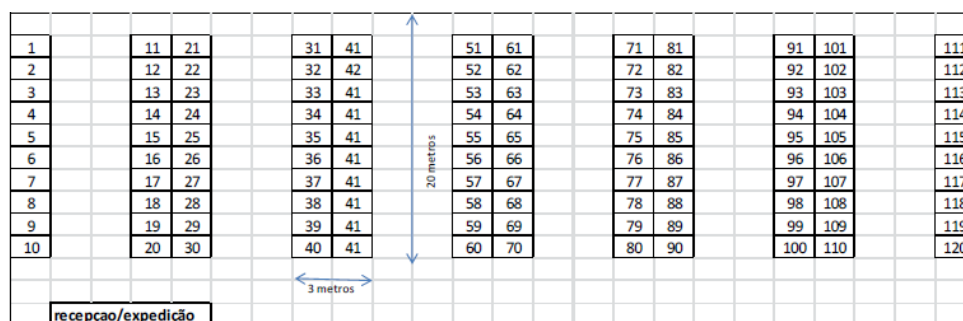


Figura 3 - Layout do Armazém

Produtos	toucas	luvas	agulhas	seringas	cateteres	algália	abocaths	batas	suturas	máscaras
Procura Anual (caixas)	184080	111384	294528	191256	255840	218088	183456	365040	310440	91104
Stock Máximo (paletes)	45	32	110	62	73	68	70	75	113	43
Rotação Anual	128	115	85	100	111	103	85	147	88	69

Tabela 8 - Procura anual e rotação para cada um dos produtos



Considerando a rotação anual de cada produto e a respetiva ocupação dos *slots* ou seja, produtos que saem mais vezes têm de estar mais próximos da Receção/Expedição. Desta forma construiu-se o *layout* que se encontra representado na figura 8.

1	24	24	11	21	24	29	31	41	30	33		51	61	36	39	71	81	42	45	91	101	48	50	111
2	22	22	12	22	22	27	32	42	28	31		52	62	34	37	72	82	40	43	92	102	46	48	112
3	20	20	13	23	20	25	33	43	26	29		53	63	32	35	73	83	38	41	93	103	44	46	113
4	18	18	14	24	18	23	34	44	24	27		54	64	30	33	74	84	36	39	94	104	42	44	114
5	16	16	15	25	16	21	35	45	22	25		55	65	28	31	75	85	34	37	95	105	40	42	115
6	14	14	16	26	14	19	36	46	20	23		56	66	26	29	76	86	32	35	96	106	38	40	116
7	12	12	17	27	12	17	37	47	18	21		57	67	24	27	77	87	30	33	97	107	36	38	117
8	10	10	18	28	10	15	38	48	16	19		58	68	22	25	78	88	28	31	98	108	34	36	118
9	8	8	19	29	8	11	39	49	14	17		59	69	20	23	79	89	26	29	99	109	32	34	119
10	6	6	20	30	6	9	40	50	12	15		60	70	18	21	80	90	24	27	100	110	30	32	120
	4	4			4	7			10	13				16	19			22	25			28	30	
	Receção/Expedição																							

Figura 4 - Layout do Armazém com distâncias percorridas

Tal como é possível observar na figura 3, produtos como as batas, as toucas, as luvas, os cateteres e as algíalias são os que se encontram mais próximos da Receção/Expedição por serem aqueles que apresentam uma maior taxa de rotação anual (maior volume de vendas/stock médio por ano).

Para a determinação do *layout*, foi necessário calcular como objetivo a minimização da distância a que se encontram os *slots* de um produto da Receção/Expedição, ou seja, os produtos com maior rotação anual têm de estar mais próximos da Receção/Expedição. Deste modo, as distâncias percorridas que se tomaram em consideração encontram-se representadas na figura 8.

Como seria de esperar, os artigos que possuem maior rotação, são aqueles que se encontram mais perto da receção/expedição assim, o artigo que possui maior rotação é o que tem uma menor distância à origem, aumentando essa distância progressivamente consoante a diminuição da taxa de rotação dos artigos.



6. Conclusões

Ao longo deste trabalho, foram dadas respostas a todos os problemas da MedyCare.

Inicialmente, o objetivo foi determinar a localização do novo Centro de Operações Logísticas (COL) a construir pela MedyCare. Para determinar a localização, foi usado o Método de Centro de Gravidade (problema de armazém único) para se obter a melhor localização, considerando as distâncias e procuras por parte dos clientes e fornecedores. Foi ainda importante fixar uma redução (0,03%) e através da redução de custo, saber onde se encontra a localização ideal. A melhor localização tem as seguintes coordenadas (2,70;12,94) que corresponde ao município de Lamego (Portugal) e acarreta um custo de construção de 94388,33€. No caso de se substituir os atuais fornecedores que se encontram fora da Península Ibérica, por um único armazém localizado na Turquia, a localização do COL passaria a ser no município de Ávila (Espanha) e tem um custo de construção de 134894,60€, custo este superior ao custo da localização anterior. No que diz respeito aos fatores a ter em conta para a construção do COL devem ser consideradas as características do local, custos de construção e legais, densidade demográfica e mercado existente na área.

Após ser encontrada a localização para a construção do COL, é necessário determinar a sua política de gestão de stocks. O resultado obtido para a política de nível de encomenda é de 691 paletes e para a política de ciclo de encomenda de 826 paletes. Distribuindo este stock máximo pelos 10 produtos, verifica-se que em 6 dos 10 produtos, o stock da política ciclo de encomenda é superior à política de nível de encomenda.

Foi também necessário fazer-se uma análise ABC para três diferentes critérios: volume de vendas, utilização, ou seja, valor monetário das vendas, e ainda a rotação agregada por categoria. Conclui-se que, nos três critérios, os artigos de maior importância e que devem ter um maior controlo dos stocks, são os que pertencem à classe A.

Na última fase, foi proposta uma arrumação dos produtos segundo o critério da rotação, determinando o número de *slots*, estabelecendo a ordem de arrumação do armazém, e dizer, para cada categoria os *slots* que devem ser usadas e justificar. Deve ter-se em conta, que os produtos com maior taxa de rotação, ou seja, que possuem um maior volume de vendas/stock médio por devem estar mais próximos da Receção/Expedição. Obedecendo a esta regra produtos como batas, toucas, luvas, cateteres e algalias deverão estar mais perto da Receção/Expedição.

Considerando esta regra, que foi crucial para determinar o layout do armazém calculando as distâncias a que se encontram os *slots* de Receção/Expedição. Será por isso fácil concluir que, um produto que apresente maior taxa anual de rotação é também o produto que mais perto estará da Receção/Expedição.



Anexos

Anexo I

Explicação do caso de estudo

Como foi referido anteriormente, a MedyCare está localizada na Península Ibérica. O seu principal objeto de atividade é fazer o encontro entre os seus fornecedores europeus e os distribuidores que estão localizados em 15 cidades ibéricas, estes são também designados de origens e destinos, respetivamente.

Após a MedyCare ter sido comprada por uma empresa multinacional do mesmo ramo, iniciou-se um processo de revisão acerca da operação de distribuição praticada até então. De forma a obter-se economias de escala, foi necessário recorrer à centralização, criando um armazém único, de forma a que fossem partilhados os custos de infraestrutura, de gestão de stocks, do picking, de encomendas, entre outros.

Os produtos comercializados pela MedyCare são cerca de 250, distribuídos por 10 diferentes categorias. Cada categoria pertence a um diferente fornecedor e inclui largas dezenas de produtos diferentes.

No que diz respeito as encomendas, estas eram transportadas desde os fornecedores até aos distribuidores clientes. Após a construção do novo armazém e reestruturação do sistema de distribuição, as encomendas passarão a ser transportadas até ao COL onde serão armazenadas e posteriormente serão transportadas e entregues aos seus distribuidores. As entregas devem ser realizadas diariamente, e a encomenda deverá ser feita até às 17h00 do dia anterior.

Assim, o principal objetivo deste caso de estudo será indicar qual a localização do novo armazém da MedyCare e definir quais as políticas de gestão e organização que a empresa deverá adotar, de modo a que seja possível reduzir os custos com operações logísticas e melhorar o nível de serviço prestado aos seus clientes.

Anexo II

Método do Centro de Gravidade (MCG) - Localização do armazém único

Para se obter a localização a primeira parte de problemas propostos deste caso de estudo, recorrer-se-á ao **Método do Centro de Gravidade (MCG)**, pois trata-se de um problema de localização de um único armazém, sendo baseado nas distâncias e procuras, tanto dos clientes como dos fornecedores. Este método é estático e contínuo, e o seu principal objetivo é minimizar os custos de transporte. Para se obter a melhor localização do COL é essencial seguir os seguintes passos:



1º Identificar todas as coordenadas

2º Encontrar uma localização inicial

$$X^0 = \frac{\sum w_i X_i}{\sum w_i} \text{ e } Y^0 = \frac{\sum w_i Y_i}{\sum w_i}$$

3º Calcular a distância em linha reta

$$d_i^0 = \sqrt{(X^0 - X_i)^2 + (Y^0 - Y_i)^2}$$

4º Calcular a função objetivo

$$\min C = \sum w_i \times d_i$$

5º Encontrar novas localizações

$$X^n = \frac{\sum \frac{w_i X_i}{d_i^{n-1}}}{\sum \frac{w_i}{d_i^{n-1}}} \text{ e } Y^n = \frac{\sum \frac{w_i Y_i}{d_i^{n-1}}}{\sum \frac{w_i}{d_i^{n-1}}}$$

Após a realização dos quatro primeiros passos, é necessário fixar uma taxa de redução, isto é, calcular a diferença entre o custo obtido inicialmente e o custo calculado na função objetivo. No caso deste estudo, fixou-se essa taxa em 0,03%, ou seja, quando se atinge esse valor quer dizer que o valor obtido, é o custo mínimo encontrado para a resolução do problema. Esta redução é calculada da seguinte forma:

$$\frac{CustoInicial - CustoFinal}{CustoInicial}$$

Anexo III

Política Nível de Encomenda

Considerando o facto de que a empresa terá uma política de revisão contínua, para a determinação do stock máximo em paletes do novo armazém utiliza-se a Política Nível de Encomenda. Esta política consiste no lançamento de uma nova ordem de encomenda sempre que o nível de inventário atinge um nível pré-estabelecido, S, e considera-se que se encomenda sempre a mesma quantidade, q.

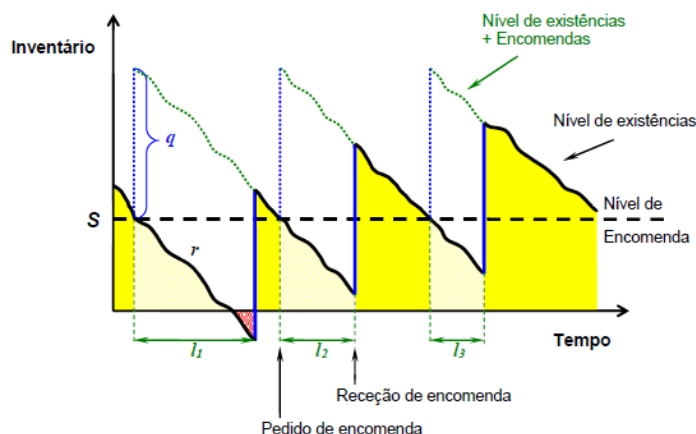


Figura 5-Evolução Típica do Nível de Inventário

Esta política pressupõe que quando os pedidos de encomenda (reaprovisionamento) são lançados, o nível de inventário é conhecido (S), o que exige que sistema seja de revisão contínua; o reaprovisionamento ocorre l unidades de tempo após o pedido de encomenda, sendo o prazo de entrega l variável ou não; há incerteza no volume da procura verificada durante esse período de prazo de entrega, sendo esta incerteza representada pela variável Esperança da Procura Durante o Prazo de Entrega, que se representa por $E[DDLT]$.

Lidando com valores médios, temos a evolução típica do nível de inventário desta política observado na Figura 5.

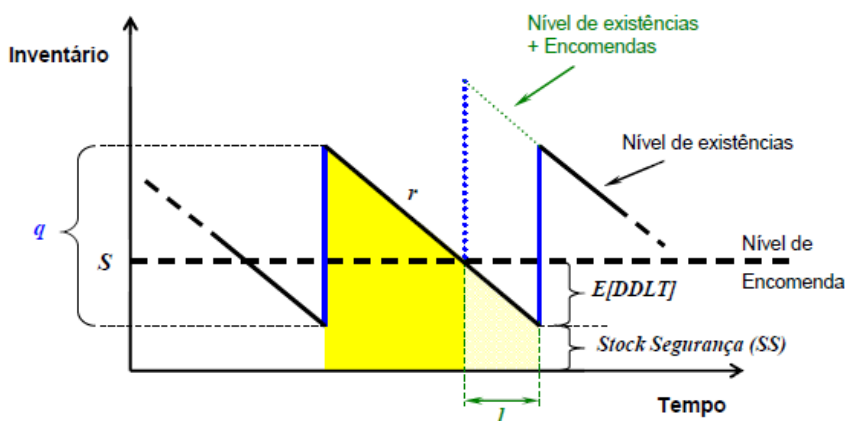


Figura 6-Evolução do Nível de Inventário na Política Nível de Encomenda

Nesta política, a variável aleatória é a Procura Durante o Prazo de Entrega (DDLT), pelo que se torna fundamental conhecer a natureza estatística desta variável para a determinação do Stock de Segurança (SS) ótimo (que minimiza os custos, ou ajustado a um determinado nível de serviço).



Através da observação das Figuras 4 e 5, constata-se que o stock máximo que o armazém poderá ter é dado por:

$$\text{Stock Máximo} = S + q$$

Esta expressão indica que o stock máximo é obtido através da soma entre o nível de referência de reaprovisionamento(S) e a quantidade encomendada(q), que é fixa.

A quantidade de encomenda é obtida da seguinte forma:

$$q = \sqrt{\frac{2 r C_3}{C_1}}$$

onde:

- r é a procura média
- C3 é o custo de encomenda (fixo)
- C1 é o custo de posse de inventário, que se obtém através da multiplicação entre a taxa de posse de inventário (i) e o respetivo custo de aquisição (b)

Para o cálculo do stock máximo total de todo o armazém, é necessário calcular, separadamente, o stock máximo referente a cada um dos produtos comercializados pela MedyCare, procedendo, posteriormente, ao somatório do stock máximo de todos esses produtos.

Relativamente ao nível de reaprovisionamento, assumindo que DDLT segue uma Distribuição Normal ($\mu_{DDL T}, \sigma_{DDL T}$), este pode ser obtido através da redução deste parâmetro à correspondente variável Z da Distribuição Normal (0,1):

$$\frac{S - \mu_{DDL T}}{\sigma_{DDL T}} = Z$$

Onde:

$$\mu_{DDL T} = rl \text{ e } \sigma_{DDL T}^2 = l\sigma_r^2 + r^2\sigma_l^2$$

NOTA: o lead time (l) é fixo, logo $\sigma_l^2 = 0$

Resolvendo em ordem a S, obtém-se:

$$S = \mu_{DDL T} + \sigma_{DDL T}Z$$

Sendo Z considerado como o fator de segurança ou de proteção contra a possibilidade de ocorrência de quebra, tem-se que:

$$SS = \sigma_{DDL T}Z$$

Como o objetivo da empresa é manter um nível de serviço de 95% aos seus clientes, isto implica que a probabilidade de quebra $P[DDLT > S]$ seja menor ou igual a 5% (notando-se que existe quebra sempre que a procura durante o prazo de entrega é superior ao nível de reaprovisionamento). Procurando o valor de Z para uma probabilidade inferior a 5% (devido ao facto de que, se ultrapassar este valor, nunca será garantido o nível de serviço pretendido) na Tabela da Distribuição Normal $\sim (0,1)$, o valor de Z é 1,65.

A MedyCare pretende agora analisar uma alternativa de abastecimento que consiste em estabelecer períodos certos de abastecimento para cada um dos seus fornecedores, ou seja, recebe encomendas em períodos de tempo bem definidos. Neste sentido, o objetivo agora passa por analisar o impacto que esta alteração no abastecimento da empresa acarreta para a mesma.

Política Ciclo de Encomenda

Como o período de encomendas é fixo, ou seja, as encomendas são realizadas em intervalos de tempos regulares, a política de revisão da empresa passa de uma revisão contínua para uma revisão periódica. Neste caso, a política mais adequada é a Política Ciclo de Encomenda, onde as encomendas passam, tal como já referido, a ser realizadas num intervalo de tempo pré-definido, e a quantidade a encomendar é variável, dada pela diferença entre o stock em mão (existências físicas mais a carteira de encomendas) e um nível de referência máximo (S) igualmente pré-definido.

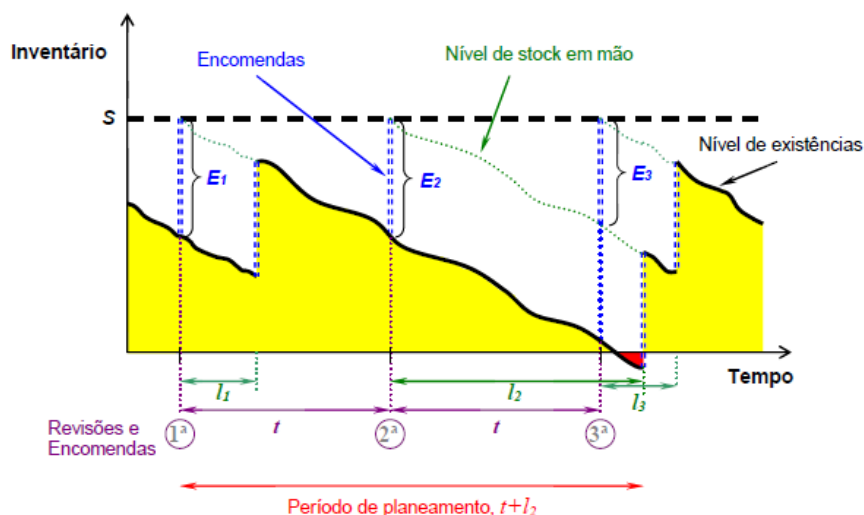


Figura 7-Evolução Típica do Nível de Inventário na Política Ciclo de Encomenda

Nesta Política Ciclo de Encomenda, a incerteza refere-se ao período de tempo que engloba o período de revisão (t) e o prazo de entrega (l) que não é fixo, sendo a variável aleatória deste período a Procura Durante o Período de Planeamento (DDPP).

Utilizando valores médios, a Figura 7 indica o nível de inventário nesta política.

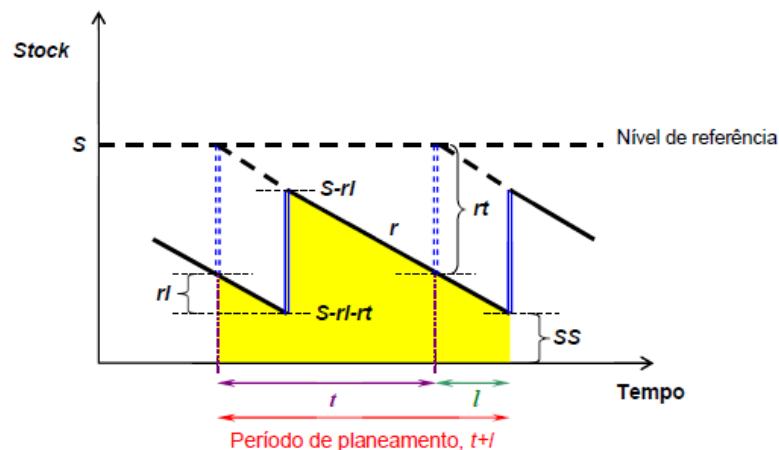


Figura 8-Evolução Típica do Nível de Inventário

Através da análise desta Figura, é possível verificar que o nível de referência S é obtido através da seguinte expressão:

$$S = SS + rl + rt$$

Assumindo que a variável aleatória segue uma Distribuição Normal ($\mu_{DDPP}, \sigma_{DDPP}^2$), então:

$$\mu_{DDPP} = r(t + l) = rt + rl$$

$$\sigma_{DDPP}^2 = (t + l)\sigma_r^2 + r^2\sigma_l^2$$

Tal como na política anterior, o stock de segurança pode ser obtido da seguinte forma:

$$SS = \sigma_{DDPP}Z$$

Anexo IV

Análise ABC

Os artigos que pertencem a classe A são os artigos de maior importância e que necessitam de um maior stock de segurança, pois a quebra destes artigos é a que mais impacto provoca nos custos dos restantes artigos, devendo por isso existir uma maior sofisticação nas previsões, de forma a que sejam detetadas atempadamente as mudanças na procura. São os artigos mais utilizados, ou mais caros. Estes artigos são por isso responsáveis por 80% do investimento em inventário e representam 20% do nível de inventário.



Os artigos que pertencem a classe B são os segundos mais importantes, exigindo um menor rigor no controlo dos stocks e um menor gasto com previsões de procura. Representam cerca de 30% do nível de inventario e 15% do investimento no inventário.

Por último, aparecem os artigos da classe C. Devido a sua pouca relevância na estrutura (5% do investimento de inventário), pode admitir-se a inexistência de stock de segurança, uma vez que o risco de quebra não acarreta grandes consequências na estrutura, e mesmo que aconteçam são produtos fáceis de obter por parte dos fornecedores. É por isso desnecessário o gasto com registo de existências e com sistemas de previsões de procura. Implementar uma politica com um nível mais ou menos arbitrário (*“política dos dois cestos”*) e um sistema de verificação de existências aleatório é o suficiente. Com o valor de nível de inventário desta classe, perfaz os 100%.

Neste caso estudo, admite-se que 20% de nível de artigos pertencem à classe A, 25% à classe B e 55% à classe C.