

Gestão de Operações I

Gestão de Stocks

Aulas práticas

2009/2010

Objectivos do Módulo “Gestão de Stocks”:

- Conceitos
- Custos envolvidos em Gestão de Stocks
- Stock de Segurança
- Quantidade Económica de Encomenda
- Modelos Clássicos de Gestão de Stocks
- Críticas à Visão Tradicional de Gestão de Stocks

Ser Capaz de:

- Definir os custos envolvidos em gestão de stocks
- Saber calcular a Quantidade Económica de Encomenda e de Fabrico e perceber as suas limitações
- Saber utilizar os modelos clássicos de gestão de stocks

Exercícios resolvidos:**Exercício 1**

A VALENTINO é uma cadeia de lojas discográficas, tendo aberto até ao momento 5 lojas (Lisboa, Setúbal, Santarém, Évora e Leiria). A VALENTINO tem 1 armazém central no Carregado. 80% do seu volume de vendas corresponde à venda de CD's (principal área de negócio) e os restantes 20% à venda de livros.

Relativamente aos livros, estes são adquiridos centralmente pela VALENTINO, expedidos pelas editoras para o armazém central e depois distribuídos para as lojas. As encomendas são realizadas uma vez por mês (no dia 30 de cada mês) às várias editoras, tendo estas um prazo de entrega de 1 semana.

Relativamente aos CD's, estes são também adquiridos centralmente pela VALENTINO, com base na aplicação do modelo de revisão contínua. As discográficas têm um prazo de entrega de 3 dias. Toda a cadeia tem implementado um sistema de informação integrado, o que permite a qualquer um dos elementos saber, momento a momento, os níveis de stock que se encontram em cada ponto de venda e no armazém central.

O custo de encomenda foi estimado em 20€. A taxa de posse de stock, quer dos CD's quer dos Livros é de 15%/Ano. O nível de serviço que a VALENTINO quer prestar aos seus clientes é de 99% ($z=3$).

Apresentam-se de seguida os dados relativos a 3 produtos comercializados pelas 5 lojas da VALENTINO:

Identificação do Produto	L001	L002	C005
Categoria	Livros	Livros	CD's
Fornecedor	Braga Editora	Braga Editora	BetaSom
Custo Aquisição	7€	9€	8€
Procura Diária por ponto de Venda	15	25	40
Desvio Padrão Diário por ponto de Venda	2	3	5
Stock Actual (na cadeia)	1.050	3.000	1.065

Tanto o armazém central como as lojas estão abertas 7 dias por semana, 52 semanas por ano. Considere 1 mês=30 dias.

- a) Sendo hoje dia 30 de Maio, indique as quantidades a encomendar pelo armazém Central da VALENTINO aos fornecedores Braga Editora e BetaSom.**

Resolução:

a)

Para determinar a quantidade a encomendar é necessário identificar quais os modelos de gestão de stocks que estão a ser utilizados:

- Livros: Modelo P (Modelo de Revisão Periódica)
- CD 's: Modelo Q (Modelo de Revisão Contínua)

Livros:**L001**

Para saber a quantidade a encomendar no modelo de revisão periódica é necessário calcular o stock alvo (T).

Assim sendo,

$$T = m' + s'$$

Onde:

- m' - Procura média no período $P + L$ (sendo P a periodicidade entre encomendas e L o prazo de entrega)
- s' - Stock de Segurança = $Z\sigma\sqrt{P+L}$ (sendo Z o nível de serviço e σ o desvio padrão)

Assim, o stock alvo para o livro L001 na Valentino é de:

$$T = (15 \cdot 5 \cdot 37) + 3 \cdot \sqrt{37} \cdot \sqrt{5} \cdot 2 = 2.857$$

Obtêm-se um stock alvo de 2.857 unidades, com um nível de serviço de 99% ($Z=3$), um prazo de entrega de 7 dias ($L=7$), uma periodicidade entre encomendas de 30 dias ($P=30$), desvio padrão diário de 2 em cada uma das 5 lojas e uma procura média diária de 15 unidades por loja. Uma vez que existe em stock 1.050, a quantidade a encomendar será dada pela diferença entre o stock alvo e o stock existente.

$$\text{Quantidade a encomendar}_{L001} = 2.857 - 1.050 = 1.807 \text{ unidades}$$

L002

$$T = (25 \cdot 5 \cdot 37) + 3 \cdot \sqrt{37} \cdot \sqrt{5} \cdot 3 = 4.748$$

$$\text{Stock existente} = 3.000$$

$$\text{Quantidade a encomendar}_{L002} = 4.748 - 3.000 = 1.748 \text{ unidades}$$

CD's:

No modelo de revisão contínua, só se realiza uma encomenda quando se atinge o ponto de encomenda/reorder point (R). Quando a quantidade em stock atinge o ponto de encomenda, a quantidade a encomendar será igual à quantidade económica de encomenda (Qee).

Ponto de encomenda:

$$R = m + s$$

Onde:

- m – Procura média durante o prazo de entrega
- s - Stock de Segurança = $Z\sigma\sqrt{L}$

Assim, o ponto de encomenda do CD C005 é de:

$$R = 40 \cdot 5 \cdot 3 + 3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{5} \cdot 5 = 659$$

O ponto de encomenda é de 659 unidades, com um prazo de entrega de 3 dias, um nível de serviço de 99% ($z=3$), um desvio padrão de 5 unidades em cada uma das 5 lojas e uma procura média diária em cada loja de 40 unidades.

Como o stock existente é de 1.065 unidades e o ponto de encomenda é de 659 unidades, significa que o stock em armazém ainda não atingiu o ponto de encomenda, logo não se coloca nenhuma encomenda ao fornecedor BetaSom.

Exercícios por Resolver:**Exercício 2**

A procura de um dado produto é uniforme ao longo do tempo, com uma taxa de 1200 unidades/ano. O custo unitário é de 20€, a taxa de posse de stock é de 25%/ano e o custo de encomenda é de 15€.

- ⇒ Política de Gestão de Stocks 1:
1 encomenda de 1200 unidades
Q= 1200 unidades
TBO/t = 1 ano
- ⇒ Política de Gestão de Stocks 2:
2 encomendas de 600 unidades
Q= 600 unidades
TBO/t = 6 meses
- ⇒ Política de Gestão de Stocks 3:
12 encomendas de 100 unidades
Q= 100 unidades
TBO/t = 1 mês

a) Qual a política de gestão de stocks escolher?

Exercício 3

O hospital S. Januário utiliza 1000 dispositivos DIAL por dia.

O distribuidor deste produto pratica a seguinte tarifa:

Quantidade	Preço por unidade (€)
0 a 999	100€
1000 a 2499	90€
2500 a 4999	80€
5000 a 7499	70€
7500 ou mais	60€

O custo de posse de stock unitário é de 15% por unidade e por ano. O custo de colocação de uma encomenda é de 60€.

a) Qual a quantidade que o hospital S. Januário deve encomendar? Calcule o respectivo custo total de aprovisionamento.

Exercício 4

Apresenta-se de seguida uma amostra de artigos em stock:

Refª do Artigo	Consumo Anual (Unidades)	Custo Unitário (Unid Monetárias)
A1630	2200	150
N3184	400	85
D2541	510	617
L8910	1000	158
A1687	425	345
L5540	600	38
N1111	100	180
A5322	1400	212
B2173	4500	265
A0521	750	38
D8211	60	130
L5186	14000	55
N0042	6210	378
A4518	90	53
F3087	50	1020
B8925	240	200
C9000	120	485
B6134	900	615
A4815	1200	90
L2664	660	70
D5592	8400	159
A3333	700	485
F6991	80	100
G1414	70	35
C2663	150	45

- a) Efectue uma análise de Pareto com esta amostra e represente graficamente o resultado (é suficiente uma representação grosseira).
Determine as classes A, B e C, estabelecendo e comentando as correspondentes separações.
- b) Dê um exemplo mostrando como se poderá usar esta classificação. (Note que apenas se procura uma resposta lógica, ou, por outras palavras, a sua resposta não terá forçosamente que concordar com o que outros fariam).
- c) Que classificações usaria para os seguintes artigos em stock? Explique as suas razões.

Refª do Artigo	Consumo Anual (Unidades)	Custo unitário (Unid. Monetárias)	Comentários
F9333	21000	75	Parafuso 80 mm
A4444	10	9784	Arame em Ouro Puro
D8760	720	22	Prazo de validade de 4 semanas
N4166	1050	300	Placa de Cobertura para uma encomenda específica de um cliente

Exercício 5

A Pingus é uma loja de produtos alimentares on-line. Recebe encomendas 7 dias por semana, 24 horas por dia, mas só faz entregas aos dias úteis e aos Sábados. A procura vista pelo armazém é a que decorre da programação de entregas feita aos clientes.

Assim considere 1 ano = 52 semanas e 1 semana = 6 dias.

A Pingus, recebendo as encomendas, via Internet, conhecendo a programação das entregas via Internet, e conhecendo os registos e as bases de dados das entregas dos fornecedores e das entregas aos clientes conhece, momento a momento, a situação dos stocks. Assim pratica, para todos os produtos, um método de aprovisionamento de revisão contínua, "Q".

Para o azeite BIO 0.3 decidiu-se uma política de aprovisionamento com base nos seguintes dados previstos, em média, para este ano.

Procura média diária	200 garrafas
Desvio padrão médio diário	180 garrafas
Prazo de entrega	2 dias
Nível de serviço	99.9 % ; $z = 3$.
Custo de qualquer encomenda	20 euros
Custo de posse de stock	40 % ao ano
Custo de Aquisição	5 euros / garrafa
Preço de venda	6 euros / garrafa
Acondicionamento do produto	6 garrafas por caixa

As garrafas são encomendadas e fornecidas em caixas de 6 garrafas cada

- a) **Com base nestes dados calcule o Ponto de encomenda (reorder point), a Quantidade de encomenda, e o TBO médio (tempo entre encomendas médio), relativos ao aprovisionamento do azeite BIO 0.3.**

Ocorre, no Pingus a 2ª feira do azeite de 23 de Maio a 12 de Junho. Fazem-se nesta feira grandes promoções. Registaram-se no quadro seguinte as seguintes vendas verificadas e a situação inicial de stocks e encomendas em curso.

b) Considerando que vai utilizar os parâmetros R e Q, que calculou para os valores médios do ano, acabe de preencher o quadro, relativo ao produto azeite BIO 0.3

Período	Procura	Início do Período			Encomendas no Período		Stock no Fim do Período ***
		Stock Disponível *	Encomendas em Carteira	Stock Potencial **	Lançamento	Recepção	
4ª : 23 Maio	284	346	1122				
5ª: 24 Maio	374					1122	
6ª: 25 Maio	384						
Sáb: 26 Maio	684						
2ª: 28 Maio	464						
3ª: 29 Maio	386						
4ª: 30 Maio	342						
5ª: 31 Maio	329						
6ª: 1 Junho	346						
Sáb: 2 Junho	628						
2ª: 4 Junho	454						
3ª: 5 Junho	336						
4ª: 6 Junho	346						
5ª: 7 Junho	487						
Média	417.43						
Desvio padrão	116.32						

* Stock Disponível = Stock em Posse - Reservas

** Stock Potencial = Stock Disponível + Encomendas em Carteira

*** Stock no Fim do Período = Stock Potencial - Procura

c) Qual foi o TBO médio verificado no quadro? Qual o TBO médio que esperava para este ano? Explique o porquê da diferença. Justifique detalhadamente. Comente.

Exercício 6

A TRINIT é uma "cash and carry". Um dos produtos que comercializa é o produto BLANKIT, que vende em caixas de 100 unidades cada. O fornecedor de BLANKIT entrega o produto em 24 h.

A procura média registada é de 2500 caixas por dia, com um desvio padrão de 10 % ao dia. O custo de lançamento de uma encomenda é de 5 €. O custo unitário de posse de stock é de 10 cêntimos por caixa e por dia.

A TRINIT faz encomendas diárias, às 08 horas, para ter entregas dentro de 24 horas, ou seja às 08 horas do dia seguinte.

Pretende-se um nível de serviço de 95% ($z = 1.65$)

- a) **Dentro da política e parâmetros estabelecidos, acabe de preencher o quadro seguinte, descrevendo o que sucedeu nestes dias. (nota: quando lança a encomenda não sabe o que vai suceder nesse dia e muito menos nos dias seguintes).**

Período	Procura	Início do Período			Encomendas no Período		Stock no Fim do Período ***
		Stock Disponível *	Encomendas em Carteira	Stock Potencial **	Lançamento	Recepção	
1	2600		2500			2500	
2	2700						
3	2400						

* Stock Disponível = Stock em Posse - Reservas

** Stock Potencial = Stock Disponível + Encomendas em Carteira

*** Stock no Fim do Período = Stock Potencial - Procura

Exercício 7

A COLOMBINA é uma grande superfície especializada em mobiliário. O sofá "CONFORTO", tem uma procura diária média está estimada em 10 unidades/ dia e um desvio padrão de 2 unidades por dia. A empresa está a negociar novas condições de abastecimento com o fornecedor:

	Situação anterior	Situação actual
Método de aprovisionamento	Método P	Método Q
P, período fixo entre encomendas	30 dias	
Q, quantidade fixa de encomenda		70 unidades
Prazo de entrega	8 dias	2 dias
Nível de serviço	99.9% ($z=3.0$)	95% ($z=1.64$)
custo de aquisição	300 €	284 €
custo de posse de stock	25% ao ano	20% ao ano
custo de encomenda	40 €	20 €

Considere 1 ano = 360 dias

- a) **Calcule a economia resultante das alterações havidas.**

Exercício 8

A Russel, Lda. (RSS) é uma empresa que importa e comercializa produtos de confeitaria. Os drops são fornecidos pela BARCINO, empresa sediada em Barcelona. A RSS e a BARCINO laboram 52 semanas por ano.

A RSS tem o seu armazém no Carregado. A partir do armazém a RSS abastece os seus 4 pontos de venda (PVs).

A RSS recebe encomendas diárias, se 2ª a Sábado, dos PV's. As lojas RSS estão abertas de 2ª a Sábado das 10:00 às 22:00. O armazém central abastece diariamente nos 6 dias úteis, com um prazo de entrega de 1 dia.

A BARCINO faz entregas de drops todas as 3ª feiras até às 10:00, no armazém central, respondendo a encomendas da RSS que são colocadas na 6ª feira até às 10:00.

Note que o armazém central labora 6 dias por semana, de 2ª feira a Sábado.

As procuras diárias por PV e o desvio padrão dos drops, em caixas, são as seguintes: procura(desvio padrão)

	Drops
Lisboa	25 (2)
Porto	35 (4)
Braga	25 (3)
Setúbal	20 (2)

Nota: a RSS coloca as encomendas de drops em caixas, recebendo em caixas e entregando em caixas aos PVs. 1 Caixa = 4 embalagens

Dados:

	BARCINO (drops)
Custo de encomenda	20€ / encomenda
Preço de Venda (embalagem)	125€ / embalagem
Custo de Aquisição (embalagem)	50€ / embalagem
Custo de Posse (ano)	56% / ano
Nível de serviço (99,9%)	$Z = 3,09$
Stock actual, em armazém	330 cxs drops
Quantidade encomendada mas ainda não entregue	0 cxs drops
1 semana	6 dias

a) Considere que hoje é sexta-feira e são 9:00. O Director de Logística da RSS pede-lhe que diga qual a quantidade a encomendar à BARCINO.

b) Atendendo a que a BARCINO está disposta a considerar a alteração da frequência das encomendas, mantendo o prazo de entrega, o Directo Geral da RSS está insatisfeito com o stock médio de Drops. Considera-os excessivos. Assim propõe:

“Sem alterar o modelo de aprovisionamento penso que deveríamos adequar o tempo entre encomendas (TBO) ao período económico (TBO*). Eu penso que isso iria redundar numa diminuição do stock médio dos Drops.”

Comente, justificadamente, a afirmação do Director Geral.

Exercício 9

A Natura é uma loja de produtos naturais aberta de 2ª a Domingo, 52 semanas por ano. De entre os vários produtos vendidos na loja, contam-se o Cálcio e o Suplemento de Ferro.

O Cálcio, devido a restrições do fornecedor, só pode ser encomendado uma vez por semana, ao sábado. A contagem do stock é feita depois do fecho da loja, e procede-se ou não ao lançamento de uma encomenda. O fornecedor garante a entrega da encomenda na 2ª feira seguinte antes da abertura da loja.

Em relação ao Suplemento de Ferro segue-se outro modelo de gestão de stocks, o modelo Q. Este produto é adquirido a outro fornecedor, o qual pratica um prazo de entrega de 2 dias.

Estamos a um sábado e a loja acabou de fechar. Existem em stock 98 unidades de Cálcio e 109 unidades de Suplemento de Ferro. Não existem quaisquer encomendas de Suplemento de Ferro em trânsito.

Sabem-se os seguintes dados para as próximas semanas em relação a estes dois produtos:

Produtos	Procura Semanal (unidades)	Desvio padrão da procura semanal	Custo de Aquisição (unidade)	Preço de Venda (unidade)	Tx. Posse stock (ao ano)
Cálcio	300	15%	6€	9€	25%
Suplemento de Ferro	180	20%	4,5€	7€	17%

O lançamento de uma encomenda envolve um custo de 2€, seja qual for o fornecedor. Pretende-se um nível de serviço de 99% ($z=3$).

- a) **Determine se neste momento tem de efectuar encomenda de algum produto, indicando a quantidade respectiva. Justifique a sua resposta.**
- b) **O Director de Logística anda preocupado pois afirma que " a politica de gestão de stocks do produto Cálcio está a gerar stocks médios excessivos". Após negociações com o fornecedor em causa, este fez a seguinte proposta ao Director de Logística:
"Alterar a política de gestão de stocks para um modelo de revisão contínua, aumentando o prazo de entrega para 3 dias, e aumentando o custo de aquisição em 5%."
Qual a decisão que o Director de Logística deve tomar? Justifique a sua resposta.**

Exercício 10 (*Frequência 1º Semestre 2007/2008*)

A MarckShark (MS) é uma empresa de origem alemã, internacionalmente reconhecida na indústria farmacêutica. A MarckShark encontra-se em vários países, incluindo Portugal. A produção dos produtos farmacêuticos da MS é realizada exclusivamente na Alemanha e os produtos são expedidos para cada país consoante as encomendas recebidas. A MS alemã impõe encomendas quinzenais (de duas em duas semanas) para os vários países da Europa e mensais para países fora do continente europeu. O prazo de entrega é de 5 dias para a Europa e de 10 dias para fora da Europa.

Em Portugal, a MS conta com 30 pessoas afectas ao departamento de marketing, 6 pessoas afectas ao departamento de logística e 4 pessoas afectas ao departamento administrativo-financeiro.

A MS Portugal vende a 10 Armazenistas, que por sua vez, vendem às Farmácias e aos Hospitais. Os armazenistas colocam as suas encomendas via fax à MS Portugal, sempre que os seus níveis de stocks atinjam o *Reorder Point*. A MS Portugal demora 2 dias a satisfazer as encomendas dos Armazenistas.

Um dos produtos comercializados pela MS é a aspirina "Relax". A procura deste produto apresenta uma média de 3 paletes por dia, por armazenista, com um desvio padrão de 20%.

A MS Portugal pretende prestar um nível de serviço ao cliente de 99% ($z=3$). Todos os elementos desta cadeia de abastecimento trabalham 5 dias por semana, 52 semanas por ano. O custo de colocar uma encomenda é de 10€ e a taxa de posse de stock, dadas as características do produto, é de 30%/ano. A MS Portugal adquire a aspirina Relax a 50€/palete e vende a 60€/palete.

- a) **Suponha que hoje é dia de lançar uma encomenda à MS alemã. Qual a quantidade a encomendar, sabendo que a MS Portugal tem em stock 200 paletes de aspirina "Relax"?**
- b) **Determine o custo total de aprovisionamento do produto aspirina "Relax" para a empresa MS Portugal.**

Soluções:**Exercício 2****a)**

Política de Gestão de Stocks 1:

CT = 27.015€

Política de Gestão de Stocks 2:

CT = 25.530€

Política de Gestão de Stocks 3:

CT = **24.430€**

R: Escolher política 3.

Exercício 3**a)**

Se c = 100€ obter CT = 36.529.414€

Se c = 90€ obter CT = 32.874.317€

Se c = 80€ obter CT = 29.223.760€

Se c = 70€ obter CT = 25.580.630€

Se c = 60€ obter CT = **21.936.670€**

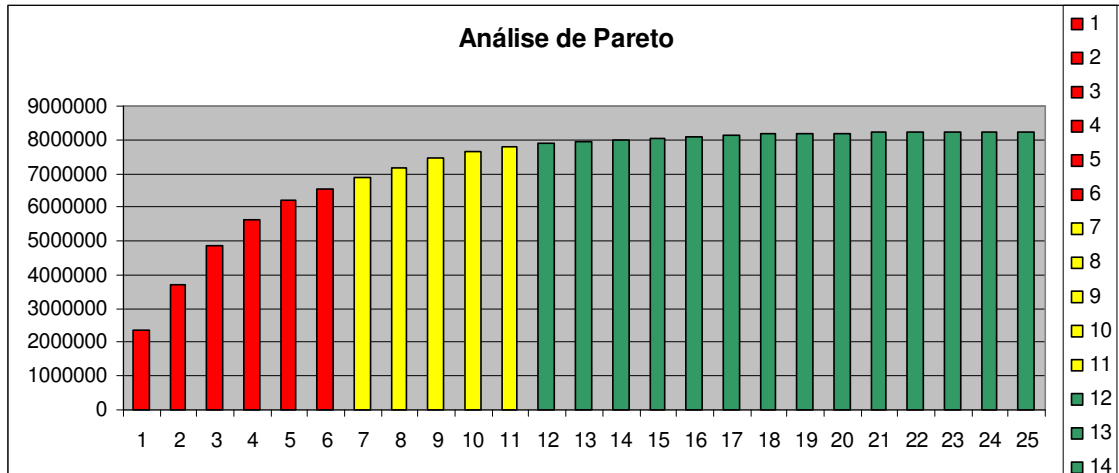
R: Encomendar 7500 unidades com CT = 21.936.670€

Exercício 4**a) e b)**

Referência do Artigo	Consumo Anual (Unid Monetárias)	Consumo Anual Acumulado	% do consumo acum.	Artigos	% dos artigos acum.	Categoria
N0042	2347380	2347380	28,53%	1	4%	A
D5592	1335600	3682980	44,76%	2	8%	A
B2173	1192500	4875480	59,25%	3	12%	A
L5186	770000	5645480	68,60%	4	16%	A
B6134	553500	6198980	75,33%	5	20%	A
A3333	339500	6538480	79,46%	6	24%	A
A1630	330000	6868480	83,47%	7	28%	B
D2541	314670	7183150	87,29%	8	32%	B
A5322	296800	7479950	90,90%	9	36%	B
L8910	158000	7637950	92,82%	10	40%	B
A1687	146625	7784575	94,60%	11	44%	B
A4815	108000	7892575	95,91%	12	48%	C
C9000	58200	7950775	96,62%	13	52%	C
F3087	51000	8001775	97,24%	14	56%	C
B8925	48000	8049775	97,82%	15	60%	C
L2664	46200	8095975	98,38%	16	64%	C
N3184	34000	8129975	98,80%	17	68%	C
A0521	28500	8158475	99,14%	18	72%	C
L5540	22800	8181275	99,42%	19	76%	C
N1111	18000	8199275	99,64%	20	80%	C
F6991	8000	8207275	99,74%	21	84%	C
D8211	7800	8215075	99,83%	22	88%	C
C2663	6750	8221825	99,91%	23	92%	C
A4518	4770	8226595	99,97%	24	96%	C
G1414	2450	8229045	100,00%	25	100%	C

Modelo Q

Modelo P



Exercício 5

a)

$Q_e = 187$ caixas = 1122 Garrafas

$R = 1164$

TBO médio = 5,61 dias

c)

TBO médio = 2,8 dias

TBO esperado = 5,61 dias

Exercício 6

a) Stock alvo = 5.584

Exercício 7

a)

Modelo Q: Custo Total = 1.025.700,57€

Modelo P: Custo Total = 1.094.505€

Poupança = 68.804,43€/Ano

Exercício 8

a)

$T = 999$ caixas

$Q = 669$ caixas

b)

$t^* = 1$ dia

Stock médio ($P=6$ dias) = 368,25 caixas

Stock médio ($P=1$ dia) = 88 caixas

Exercício 9**a)**

Cálcio:

T = 488 unidades

Encomenda = 390 unidades

Ferro:

R = 110 unidades

Uma vez que o stock é inferior ao R, é necessário lançar uma encomenda:

Q = 222 unidades

b)

Custo Total (situação actual) = 94.145,48€

Custo Total (situação proposta) = 98.732,7€

R: Manter a situação actual

Exercício 10**a)**

Modelo P

T = 472

R: Encomendar 272 paletes

b)

Modelo P

CT = 392.841€

Anexos:• **Formulário****Simbologia**

Variáveis	Símbolo	Unidades
<i>Custo de aquisição</i>	<i>c</i>	<i>Unidade monetária por unidade</i>
<i>Custo de encomenda</i>	<i>S</i>	<i>Unidade monetária por encomenda</i>
<i>Custo total anual</i>	<i>CTA; CT</i>	<i>Unidade monetária</i>
<i>Taxa do custo de posse de stock</i>	<i>i</i>	<i>% do custo unitário</i>
<i>Período entre encomendas</i>	<i>t ;P; TBO</i>	<i>Unidade de tempo</i>
<i>Horizonte temporal</i>	<i>H</i>	<i>Unidade de tempo</i>
<i>Nível de serviço %; equivalente z</i>	<i>z</i>	<i>Número de desvios padrão</i>
<i>Desvio padrão unitário</i>	σ_u	<i>Número de unidades</i>
<i>Desvio padrão no período L</i>	σ_L	<i>Número de unidades</i>
<i>Número de encomendas</i>	<i>n</i>	<i>Número de encomendas</i>
<i>Ponto de encomenda (reorder point)</i>	<i>R</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Prazo de entrega (Lead time)</i>	<i>L</i>	<i>Unidade de tempo</i>
<i>Procura no horizonte</i>	<i>D</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Procura</i>	<i>d</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Procura média no período L</i>	<i>m</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Procura média no período P+L</i>	<i>m'</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Quantidade Económica</i>	<i>Q_e; Q* ; QEE</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Quantidade Encomendada</i>	<i>Q</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Stock alvo (Target stock)</i>	<i>T</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Stock de segurança no período L</i>	<i>s</i>	<i>Número de unidades</i>
<i>Stock de segurança no período P+L</i>	<i>s'</i>	<i>Número de unidades</i>

Quantidade Económica de Encomenda

$$CTA = D * c + \frac{D}{Q} * S + \frac{Q}{2} * i * c$$

$$Q^* = QEE = \sqrt{\frac{2 * S * D}{i * c}}$$

$$t^* = TBO^* = \sqrt{\frac{2 * S}{i * c * D}}$$

$$Q = d * TBO$$

$$R = m = d * L$$

$$n = D/Q$$

Modelo Q

$$Q^* = QEE = \sqrt{\frac{2 * S * \bar{D}}{i * c}}$$

$$R = m + s$$

$$s = z^* \sigma_L$$

$$s = z^* \sqrt{L} * \sigma_u$$

$$\bar{n} = \frac{\bar{D}}{Q}$$

$$\overline{TBO} = \frac{H}{\bar{n}} = \frac{Q}{d}$$

$$\text{Stock médio} = \frac{Q}{2} + s$$

$$CTA = \bar{D} * c + \frac{\bar{D}}{Q} * S + \left(\frac{Q}{2} + s \right) * i * c$$

Modelo P

$$P \approx t^*$$

$$T = m' + s'$$

$$s' = z * \sigma_{(P+L)}$$

$$s' = z * \sqrt{(P+L)} * \sigma_u$$

$$\text{Stock médio} = \frac{\bar{d} * P}{2} + s'$$

$$CTA = \bar{D} * c + n * S + \left(\frac{\bar{d} * P}{2} + s' \right) * i * c$$

