**INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO**

**MAEG – Investigação Operacional II – Modelos Determinísticos de Stocks**

**EXERCÍCIOS**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

1. Uma empresa de moagem compra trigo e vende farinha para diversos fins. As necessidades mensais de trigo são relativamente constantes e atingem as 1 000 toneladas. O trigo é comprado no exterior ao preço *FOB* (*Free On Board*) de 100 u.m./ton (preço à saída, no porto, do fornecedor) e a empresa paga um frete, por barco, de 10 000 u.m., mais 5 u.m. por ton, havendo ainda o seguro que é de 5% sobre o preço a pagar ao fornecedor. Para além destes custos, existem ainda custos administrativos e portuários (à chegada) de 5 000 u.m. por operação (encomenda). O trigo é armazenado, pagando a moagem uma renda de 20 u.m. por ton e por ano em armazém. Os custos financeiros de capital são 10% ao ano. As encomendas demoram 15 dias a chegar. *Pretende determinar-se a política de aprovisionamento.*
2. A Empresa Equipamentos Star, S.A., compra anualmente 54 000 rolamentos ao preço de 40 € cada. O custo de posse é de 9 € por unidade e por ano e o custo de cada encomenda é de 1 500 €.O prazo de reaprovisionamento é de uma semana (7dias).

*a) Determine:*

*(i) A quantidade económica da encomenda;*

*(ii) O nº de encomendas passadas anualmente em média;*

*(iii) O ponto de encomenda;*

*(iv) A periodicidade das encomendas;*

*(v) O custo total médio anual com a política óptima.*

*b) Sabendo que é possível diferir a procura com um custo de ruptura de 3 € por unidade e por ano, responda às questões da alínea anterior.*

**3.** O Hospital Boa Saúde encomenda semestralmente gaze em lotes de 1 500 caixas. Cada caixa custa 10 €. O custo de cada encomenda é de 35 € e a taxa de posse é de 25%.

*a) Determine o custo total anual médio associado a esta política de stocks;*

*a) Quais as economias conseguidas se fosse adoptada a política óptima de stocks?*

**4.** Sendo ***A*** o custo de lançamento de uma ordem de produção, ***D*** a procura anual do produto, ***P*** a capacidade de produção anual, ***I*** a taxa de posse de stock (anual) e ***C*** o custo unitário do produto, prove que a quantidade económica a produzir (lote económico), ***Q\****, para o modelo de taxa de produção finita é

 ***Q\****= 

**5.** Uma empresa pode produzir mensalmente 2 000 tons de uma resina sintética cuja procura anual é de 15 000 tons. O custo de produção é de 200 € por ton. O custo associado à preparação e lançamento de um lote é de 1 000 €. O custo de posse é de 60 €/ton/ano. O tempo de preparação do equipamento para iniciar a produção de um novo lote (limpeza das máquinas, afinação, etc.) é de uma semana. Logo que se inicia a campanha, à medida que a resina vai sendo produzida vai sendo armazenada até ser completamente escoada para os clientes. Determine:

*a) Lote económico;*

*b) Stock máximo;*

*c) Momento em que deve ser passada nova ordem de produção;*

*d) Representação gráfica com dois ciclos completos.*

**6. (\*)**No exemplo anterior considere-se a possibilidade de deferimento com os seguintes custos: $p\_{f}=3$ € e $p\_{v}=50 €.$

*a) Qual deverá ser a política?;*

*b) E se* $p\_{f}=0$*?;*

*c) E se* $p\_{f}=$*3 e* $p\_{v}=0?$*;*

**7.** Considere-se o exemplo 5, mas em que as vendas são perdidas, sendo o produto vendido por 230€/ton, não havendo qualquer penalização pela falta do produto. Que conclusões se podem tirar? Justifique.

**8.** Uma fábrica necessita anualmente de 600 embalagens que pode adquirir no mercado ou produzir internamente. Se a fábrica decidir pela produção, para o que tem uma capacidade de 2 500 unidades/ano, suporta um custo unitário de 100 € e um encargo fixo por lote produzido de 1 200 €. Se optar pela compra das embalagens, existe uma empresa que lhe oferece as seguintes condições: lotes de 200 embalagens ao preço de 105 € cada embalagem. Terá ainda um custo fixo de encomenda de 100 € por lote. Considera-se que os custos de posse são determinados em função de um custo de posse de 0,35 € por unidade monetária e por ano.

1. *Supondo que se quer minimizar o custo total médio de satisfação das necessidades das embalagens, diga, justificando, por que política optaria;*
2. *Considera que a empresa tem vantagem em negociar com o vendedor de embalagens o fornecimento de lotes de outra dimensão? Justifique;*
3. *Suponha que na hipótese de compra o fornecedor oferece um preço de 105€ por unidade, havendo um desconto de 10% caso o lote seja não inferior a 100 unidades e um desconto de 15 % caso o lote mínimo seja de 200 unidades. Tome uma decisão fundamentada;*
4. *No caso da alínea c), supondo que o prazo de reaprovisionamento é de uma semana, determine o ponto de encomenda.*

**9.** Uma companhia de televisores produz os altifalantes para incorporar nos aparelhos. Estes são montados numa linha de produção contínua à razão de 8 000 por mês. Os altifalantes são produzidos em lotes, pois em pouco tempo podem ser produzidas grandes quantidades, não se justificando que a produção flua continuamente para o armazém, indo em bloco. A companhia quer determinar **quando** devem ser produzidos os lotes e **que quantidade** deve produzir em cada lote, tendo em conta os seguintes custos estimados:

* Custo fixo de produção de um lote: 6 000 €
* Custo de armazenagem de cada altifalante: 15 cêntimos por mês.

Resolva o problema para cada um dos seguintes casos:

1. *Não admitindo ruptura de stock e considerando que o custo de produção de cada altifalante é 5 €;*
2. *Quanto custaria a produção anual de 10 000 altifalantes por lote?*
3. *Não admitindo ruptura de stock e considerando que o custo de produção de cada altifalante é de 5 € se forem produzidos entre 10 000 e 80 000 altifalantes. Caso sejam produzidos menos de 10 000 altifalantes, o custo de produção é agravado em 50 cêntimos, enquanto se forem produzidos 80 000 ou mais esse custo reduz-se para 4,5 €;*
4. *Considerando que o custo de produção de cada altifalante é de 5 € e admitindo ruptura de stock, sendo o custo por cada altifalante em falta de 55 cêntimos por mês;*
5. *Uma pesquisa de mercado indicou que a procura de televisores não é constante, mas sim sazonal. Em particular, na época de Natal (de Outubro a Dezembro) as vendas são de 30 000 televisores, no início do Inverno (de Janeiro a Março) vendem-se 20 000, na época em que se apresentam novos modelos (de Abril a Junho) vendem-se 30 000; no verão (de Julho a Setembro) as vendas são de 20 000. Como o objectivo de satisfazer todas as procuras, incluindo as das épocas em que estas são mais elevadas, a produção foi revista. Esta revisão permite à companhia a introdução de novo equipamento, bem como a alteração de algumas das componentes dos televisores, incluindo os altifalantes. Assim, o custo de iniciar o processo de produção de altifalantes é agora de 10 000 €, mas o custo unitário de produção de cada altifalante foi reduzido para 50 cêntimos. O custo de posse de cada altifalante passou a ser 10 cêntimos por cada período de três meses. Finalmente, os custos de trabalho e de equipamento são tais que a produção deve ser feita em múltiplos 10 000 altifalantes. Assume-se que os altifalantes necessários para um período ficam disponíveis no período anterior (assim, os 30 000 televisores necessários na época de Natal serão produzidos durante os meses de Julho a Setembro). O altifalante é a última componente a ser montada, sendo de fácil instalação. Além disso, é possível num curto espaço de tempo fabricar um elevado número de altifalantes, podendo assim considerar-se a sua produção e instalação no televisor como instantâneas. Pretende-se determinar as quantidades a produzir em cada período de forma a satisfazer as procuras minimizando o custo total.*

**10.** Considere uma empresa de televisores que encomenda os altifalantes a uma outra, e cuja procura é de 8 000 por mês. O custo fixo de cada lote encomendado é de 6 000 €. Cada altifalante custa 10 €. A taxa de posse é de 20% ao ano. Caso os altifalantes sejam necessários e não estejam disponíveis, estes poderão ser recebido mais tarde, mas com um custo fixo de 0,1€ e um custo variável de 12€/unidade/ano. O prazo de reaprovisionamento é de 1 mês.

1. *(\*)Determine a política de aprovisionamento e compare-a com a política respectiva sem ruptura;*
2. *Determine a política supondo que não existem custos fixos de ruptura;*
3. *(\*)Considere agora que não existem custos variáveis de rutura, mas apenas o custo fixo por unidade em falta. Que conclusões pode tirar? Justifique.*

**11. (\*)**Considere-se o exemplo anterior, mas em que em caso de ruptura a empresa vai comprar o altifalante a outro fornecedor por 11€, não havendo, no entanto, qualquer outra penalização.

*a) Que conclusões pode tirar quanto à política de aprovisionamento? Justifique;*

*b) suponha que o preço na concorrência era de 10,4€ por altifalante, que conclusões tirava? E se fosse 10,5€?*

**12.** Uma companhia de táxis necessita de 8 500 litros de gasóleo por mês. A companhia compra e guarda o gasóleo para abastecimento próprio. O gasóleo custa à companhia 1 € por litro. De cada vez que encomenda gasóleo incorre num custo de 1 000 €, tendo que aguardar uma semana para que o stock seja reposto. O custo associado ao armazenamento é de 1 cêntimo por litro e por mês. Diga justificadamente como se deve proceder se:

* 1. *Não se admitir que possa haver falta de combustível;*
	2. *Para encomendas de pelo menos 5 000 litros houver um desconto de 5%;*
	3. *Uma possível falta de gasóleo originar um custo estimado em 50 cêntimos por litro e por mês, assumindo-se que todo o abastecimento em falta é diferido (ao preço original).*

**13.** Um subempreiteiro fabricante de material aeronáutico comprometeu-se a entregar no início de cada um dos meses indicados abaixo, uma determinada componente para aviões. Esta componente é fabricada por lotes e o custo de lançamento da produção é de 300€. O valor unitário de cada componente é de 120 €. O subempreiteiro utiliza uma taxa de posse, I=0,20. As componentes necessárias (procura) em cada mês são entregues no fim do mês anterior e devem ser produzidas no(s) mês(es) anterior(es). Quando um produto fica em stock de um mês para o seguinte tem o respectivo custo de posse. O plano de entregas é o seguinte:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Meses | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro |
| Procura | 80 | 100 | 125 | 100 | 50 |

*Determine o plano de produção, indicado o custo total envolvido.*

**14.** A procura de determinado produto é de 1 000 unidades/mês. O custo unitário é de 1,5 € e o custo de cada encomenda é de 600 €. O custo de posse é de 2 €/unidade/ano e o custo de ruptura (por diferimento)é de 10 €/unidade/ano. Determine:

1. *Quantidade económica da encomenda; o nº máximo de unidades diferidas; custo total médio anual com a política óptima; o nº de encomendas passadas anualmente, a periodicidade das encomendas; a duração da ruptura; o stock máximo; o ponto de encomenda supondo um prazo de reaprovisionamento de um mês;*
2. *Represente graficamente o funcionamento do sistema (2 ciclos completos).*

**15**. O serviço de compras de um armazém defronta-se com o aprovisionamento de três produtos. Estes produtos estão submetidos a uma restrição sobre o valor médio do stock, não podendo este ultrapassar os 12 000 €. Os dados relativos aos produtos são os seguintes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Produto | 1 | 2 | 3 |
| Procura anual | 1 000 | 3 000 | 2 000 |
| Custos de encomenda (€) | 50 | 50 | 50 |
| Custo unitário (€) | 150 | 50 | 100 |

Sabendo que a taxa de posse é de I=0,25, determine:

* 1. *A quantidade óptima a encomendar para cada um dos três produtos;*
	2. *As novas quantidades a encomendar sabendo que a área disponível é de 250 m2 e que os três produtos ocupam 0,5, 1,0 e 0,8 m2/unidade, respectivamente;*
	3. *As novas quantidades supondo que havia apenas restrição no espaço de armazenagem;*
	4. *As novas quantidades a encomendar sabendo que não se podem ultrapassar as 50 encomendas anualmente, não tendo em conta as restrições anteriores.*

**16.** O consumo de certa matéria-prima numa fábrica pertencente a uma empresa pública é de 10 000 tons/ano. Procedeu-se a um concurso público para selecção de empresas fornecedoras da matéria-prima. Como o custo de lançamento é pago pela empresa pública, o montante deste é igual para todos os fornecedores e é 80€. O prazo de reaprovisionamento é de um mês. O fornecedor A estabelece um preço de 80€/ton e não estabelece limites ao tamanho das encomendas; a empresa B propõe um preço de 75€/ton, mas impõe encomendas mínimas de 250 tons; a em presa C propõe um preço de 70€/ton, mas para quantidades mínimas de 450 tons. Devido a limitações logísticas, as encomendas não podem ultrapassar 650 tons. Sabendo que a empresa estabelece uma taxa de posse de $I=0,30$, determine o fornecedor a ser selecionado.

**17.** (\*)Considere-se a gestão de três produtos com as seguintes características:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Produto 1** | **Produto 2** | **Produto 3** |
| **Procura:**$ D\_{i}$ | 2 000 | 3 000 | 3 500 |
| **Custo Unitário:** $C\_{i} $**(€)** | 30 | 40 | 50 |
| **C. Encomenda:**$ A\_{i}$ **(€)** | 50 | 50 | 50 |
| **Taxa Posse:** $I\_{i}$ | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

*Sabendo que se pretende aplicar a política POTOP (Power-Of-Two Ordering Policy), isto é, sincronizar as encomendas, determine qual a periodicidade das encomendas para cada produto.*

1. (\*)Considere-se um produto cujo preço está sujeito ao princípio dos descontos graduais, em que as primeiras 100 unidades têm um preço de 70 € cada, e as unidades suplementares têm um desconto de 5%. A procura anual é de 1 000 unidades e a taxa de posse é de 20%, sendo o custo de cada encomenda de 60 €. O prazo de reaprovisionamento é de uma semana.

*Determine a política de aprovisionamento, quantidade a encomendar e ponto de encomenda, bem como o custo médio anual.*

1. **(Taha)** (\*)*Sabendo que o stock inicial de determinado produto é de uma unidade e se pretende um stock nulo no fim do período três, com base nos elementos do quadro seguinte, encontrar a politica de aprovisionamento para os próximos três períodos:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Período:** $i$ | **Procura:**$$D\_{i}$$ | **Custo Encomenda:** $A\_{i}$ | **Custo stock:** $h\_{i}$ |
| **1** | **3** | **3** | **1** |
| **2** | **2** | **7** | **3** |
| **3** | **4** | **6** | **2** |

$$c\_{i}\left(Q\_{i}\right)=\left\{\begin{array}{c}10Q\_{i}                          0\leq Q\_{i}\leq 3 \\30+20\left(Q\_{i}-3\right)           Q\_{i}\geq 4 \end{array}\right.$$

1. Considere-se um problema de stocks com os seguintes dados, em que o custo unitário do produto é 50 u.m.:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Período** $i$ | **Procura** $D\_{i}$ | **C. Lanç.** $A\_{i}$ | **C. Stock** $h\_{i}$ |
| 1 | 10 | 20 | 1 |
| 2 | 15 | 17 | 1 |
| 3 | 7 | 10 | 1 |
| 4 | 20 | 18 | 3 |
| 5 | 13 | 5 | 1 |
| 6 | 25 | 50 | 1 |

1. *Utilize a heurística Silver-Meal para encontrar a política de aprovisionamento;*
2. *Resolva o mesmo problema utilizando o algoritmo Wagner-Whithin (W-W).*
3. (\*)Uma empresa importa um produto químico pelo preço (preço CIF – Cost, Insurance and Freight) de 110 €/ton. A procura anual do produto é de 12 000 tons, o custo de cada encomenda de 10 000 € e a taxa de posse de 20% ao ano. O prazo de reaprovisionamento é de 15 dias. A empresa está prestes a tingir o ponto de encomenda e soube que o fornecedor está neste momento a entregar o produto no cliente por 90 €/ton se a encomenda for efectuada nos próximos dias. Pelas condições fornecidas, sabe-se que o desconto permanece válido na data de reaprovisionar. A empresa estuda a hipótese de fazer uma encomenda especial para beneficiar do desconto. *Tome uma decisão fundamentada.*
4. (\*)Considere-se que no exemplo anterior o stock existente no limite da data de validade do desconto é 1 500 tons, mantendo-se o resto das condições do problema. *Verificar se vale a pena fazer uma encomenda especial antecipada e, em caso afirmativo, qual o seu montante.*
5. (\*)Considere-se que no exemplo anterior o preço vai aumenta para 130€, mantendo-se o resto das condições do problema. *Verificar se vale a pena fazer uma encomenda especial antecipada e, em caso afirmativo, qual o seu montante.*