

Universidade do Minho  
2ºSemestre 2016/17  
(MIEI, 3ºAno)

Modelos Estocásticos de Investigação Operacional  
Trabalho Prático Nº 2  
(Problema de Gestão de Inventários)

Identificação do Grupo

<u>Número</u>	<u>Nome completo:</u>	<u>Rubrica</u>
A71150	André Ricardo Covelo Germano	André Germano
A74619	André Rodrigues Freitas	André Freitas
A76658	Sofia Manuela Gomes de Carvalho	Sofia Carvalho

## Conteúdo

Introdução.....	3
Desenvolvimento .....	4
Formulação do problema.....	4
Resolução do problema .....	6
Conclusão.....	8

## Introdução

Este trabalho prático consiste na implementação de um modelo de simulação do funcionamento do sistema de gestão de inventários de uma empresa que fabrica reagentes químicos usados pelos laboratórios químicos.

Essa gestão tem de ser feita usando uma política  $(s,S)$ , política esta que funciona exatamente como a Política Ciclo de Encomenda, onde as encomendas são realizadas periodicamente ao fim de cada ciclo de  $t$  unidades de tempo, sendo que as quantidades de encomenda são determinadas no momento do pedido. A única exceção verifica-se no facto de que na política  $(s,S)$ , no final de cada ciclo  $t$ , a encomenda só é efetivamente realizada se o “*stock* em mão”, nesse momento, for estritamente inferior a um nível de referência preestabelecido  $s$ . Isto significa que a política  $(s,S)$  prescinde da realização de pedidos de encomenda nos momentos em que o nível de inventário no sistema é maior do que um determinado nível de referência  $s$ , o que não justifica que se faça a encomenda. Assim, pretende-se estimar, entre outros, o *stock* médio, o número de quebras, os custos, entre outros fatores, sabendo que se adota um ciclo de 4 semanas.

Pretendemos também consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo desta unidade curricular, mais concretamente os referentes à gestão de *stocks* ou inventários.

## Desenvolvimento

### Formulação do problema

Para realizar as análises estatísticas subsequentes à política descrita acima, foi formulado um modelo de simulação do sistema de gestão de inventários.

Sendo este modelo um modelo misto, começamos por determinar quer o custo de posse de inventário ( $C_1$ ), quer o custo de quebra ( $C_2$ ), bem como o custo de passagem de encomenda ( $C_3$ ). O  $C_1$  foi calculado com base nos dados fornecidos no enunciado e, através da fórmula  $C_1 = i \cdot b$ , foi obtido o seu valor:  $C_1 = 0.2 \cdot (130 - 100) = 6$  euros por caixa por ano. De notar que o valor unitário de artigo ( $b$ ) foi obtido através da diferença entre o preço de venda por caixa e o custo de fabrico por caixa. O valor de  $C_2$  foi obtido através da fórmula fornecida no enunciado do problema, tendo sido obtido o valor  $20 + 2 \cdot 8 = 36$  euros por caixa por ano. Já o valor de  $C_3$  foi obtido no enunciado do problema, pois é-nos indicado que “a produção de cada lote do reagente tem um custo fixo de 750 euros”.

De seguida, através de um gerador de números aleatórios e através das fórmulas do sistema misto ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ), a quantidade ótima de encomenda ( $q$ ), o nível de referência ( $s$ ) e, por fim, o nível máximo pré-estabelecido ( $S$ ), para cada uma das 48 semanas que caracterizam um ano de modo a tentar obter uma também uma estimativa adequada para os parâmetros  $s$  e  $S$ . Contudo, esta opção não se manteve, pois, os valores obtidos para o nível de referência eram sempre superiores ao nível máximo pré-estabelecido, o que nos levou a abandonar esta resolução. Assim, optámos por atribuir valores ao  $s$  e ao  $S$  em vez de os tentar obter mediante fórmulas e em conjunção com os possíveis valores da procura e com uma aproximação à quantidade de encomenda, criar um modelo de simulação.

Para a nova e última solução utilizada, seguimos os passos utilizados na simulação de sistemas de inventários. Começamos por criar duas tabelas: uma para a caracterização da procura e outra para a caracterização do prazo de entrega. Com isso, utilizamos um gerador de números aleatórios para obtermos valores para a procura numa dada semana e para o prazo de entrega de uma determinada encomenda. Por isso, por exemplo, para o prazo de entrega de uma semana que tem probabilidade de 0,3, este prazo só se iria verificar caso o número aleatório gerado estivesse entre 1 e 300. Já para o prazo de entrega de duas semanas, que tem probabilidade de 0,7, consideramos os números aleatórios de 301 a 1000. Este processo é análogo para a procura, variando os intervalos de números consoante as probabilidades.

De salientar que, sendo o penúltimo dígito do maior número mecanográfico dos elementos do grupo ímpar, em caso de quebra de inventário, a empresa incorre em situação de encomendas em carteira, o que permite explicar a possibilidade de o stock atual num dado momento ser negativo como se pode verificar em certas situações na folha de cálculo. Para além disso, este modelo justifica também a fórmula utilizada para obter o custo total variável, que é dado por  $C = C_1 \cdot (S^2 / (2 \cdot q)) + C_2 \cdot ((q - S)^2 / (2 \cdot q)) + C_3 \cdot (r / q)$ .

Além disso, sendo usado uma política de gestão de *stock* mista, mais concretamente a política ( $s, S$ ) para aproximação e simulação, o valor do volume médio de uma encomenda foi calculado através da fórmula  $q = S - s + (r \cdot t) / 2$ , onde  $r$  corresponde à procura, que pode tomar dois valores, o 350 e o 450, daí que existam dois valores para o volume médio de uma encomenda, consoante a procura e consoante também os parâmetros  $s$  e  $S$ .

Os parâmetros  $s$  (nível de referência) e  $S$  (nível máximo pré-estabelecido) são aqueles que poderão ser alterados de modo a fazer simulações para valores diferentes e procurar a melhor solução para o problema, algo que é feito alterando simplesmente o valor das suas células na folha de cálculo.

O valor de *stock* atual na primeira semana foi considerado como sendo 700 de modo a inicializar o *stock* com algum tipo de valor razoável, tendo em conta a dimensão dos restantes dados do problema, sendo que uma alteração deste valor pode implicar uma alteração do parâmetro  $S$ , visto que o “*stock* em mão” não pode ser superior a esse parâmetro.

O *stock* atual numa determinada semana é dado pela diferença entre o *stock* existente no final da semana anterior e a procura durante a semana atual mais a quantidade de uma encomenda que possa eventualmente ter sido recebida nessa semana.

### Resolução do problema

Para tirar conclusões sobre qual o conjunto de valores ( $S, s$ ) mais recomendado para esta empresa, simulamos o funcionamento do modelo desenvolvido na folha de cálculo para vários exemplos destes valores, partindo sempre de um stock inicial de 700 caixas.

De modo a avaliar qual o melhor conjunto de valores decidimos ter em conta os seguintes parâmetros:

- Número total de encomendas (nas 48 semanas que perfazem um ano);
- Número total de semanas em quebra (nas 48 semanas);
- *Stock* médio (média do *stock* em cada semana);
- Custo total (nas 48 semanas);
- Procura média (média da procura em cada semana);

Na tabela abaixo encontram-se os conjuntos de valores de  $S$  e  $s$  para os quais foram realizadas simulações, juntamente com os respetivos valores obtidos para os parâmetros a testar. A procura média foi apenas considerada, pois é um fator aleatório que pode influenciar os resultados e permite assim ter uma referência sobre a influência que isso pode ter noutros parâmetros.

$s$	$S$	Nº total de encomendas	Nº total de semanas em quebra	<i>Stock</i> médio (caixas)	Custo total (€/ano)	Procura média (caixas/semana)
100	1000	11	31	-300	24436,03	393
400	1200	12	29	-175	38204,92	393
600	1500	12	13	413	65403,95	401
200	1000	12	18	196	23948,31	390
300	1100	12	32	-165	32487,52	399
500	1300	12	29	-85	46531,26	401
100	1400	9	21	165	57460,59	393

Relativamente à análise dos valores obtidos para as simulações efetuadas devemos ter em conta que dependem de valores aleatórios e que, por isso, a repetição destas simulações com os mesmos parâmetros ( $s, S$ ) podem levar a resultados diferentes dos exemplificados acima.

Mediante estes resultados, a empresa pode ter várias abordagens consoante aquilo que considerar mais prioritário ao seu funcionamento. Essas abordagens serão agora analisadas.

### **Minimizar as quebras de stock**

Caso queira evitar o mais possível ter encomendas em carteira e ter, por isso, atrasos nas entregas, deve tentar reduzir ao máximo o número total de semanas em quebra. Sendo essa a opção, deve escolher o conjunto de valores (600, 1500) que permite ter o menor número de semanas em quebra, ou seja, 13 semanas.

### **Minimizar o número de encomendas**

Caso pretenda fazer o menor de encomendas possível deve escolher o conjunto (100, 1400) que leva a que se efetue um total de 9 encomendas.

### **Maximizar o stock médio**

Caso o objetivo seja ter o maior *stock* possível disponível num determinado momento, a empresa deve optar pelo conjunto (600, 1500), que permite ter um *stock* médio de 413 caixas.

### **Minimizar o custo total**

Caso a minimização do custo total seja prioritária, deve ser escolhido o conjunto (200, 1000), que permite um custo total de 23948,31€ por ano.

### **Solução recomendada**

Tendo em conta os pontos fortes de cada conjunto de valores e a relação entre eles, a empresa deve escolher o conjunto (600, 1500) para evitar ao máximo a situação de encomendas em carteira. No entanto, tendo em conta o elevado custo desta opção, a nossa recomendação seria o conjunto (200, 1000) que oferece o menor custo possível e ao mesmo tempo apenas tem mais semanas em quebra que o conjunto (600, 1500), mas com um custo muito menor.

## Conclusão

Este trabalho teve alguns percalços, tendo sido o principal obstáculo encontrado o facto de a simulação no Excel ter sido um pouco trabalhosa pois não estávamos a obter os resultados esperados, o que atrasou todo o processo de elaboração do trabalho. No entanto, conseguimos elaborar um plano para a empresa em questão e perceber o funcionamento e utilidade dos modelos de simulação.

Este trabalho permitiu-nos ainda consolidar conhecimentos sobre gestão de inventários obtidos nesta Unidade Curricular e motivou-nos ainda à utilização de uma ferramenta de criação e edição de folhas de cálculo como o Excel, que permite a rápida resolução de problemas deste género, em larga escala.