

Universidade do Minho

2ºSemestre 2020/21

(MIEI, 3ºAno)

Modelos Estocásticos de Investigação Operacional

Trabalho Prático

(Problema de Gestão de Inventários)

Identificação do Grupo

<i><u>Número:</u></i>	<i><u>Nome completo:</u></i>	<i><u>Rubrica:</u></i>

Data de entrega: 2021-04-__

Gestão de inventários – simulação de uma política (s, S)

A Café&Afins é uma empresa que importa café do Brasil e o distribui por vários países da Europa.

As vendas da empresa têm aumentado a um ritmo apreciável, como pode ser constatado pela análise dos dados em anexo¹, referentes aos últimos três anos.

Semanalmente, o Sr. Gervásio, responsável pela gestão do armazém da empresa, analisa as encomendas em carteira e o nível de inventário para decidir se é necessário efetuar alguma encomenda ao fornecedor. Aqui começam a surgir os problemas, porquanto quando uma encomenda é lançada, o prazo de entrega respetivo pode ser igual a uma, duas ou três semanas, com probabilidades p_1 , p_2 e p_3 , respetivamente².

Atualmente, o Sr. Gervásio pratica uma política nível de encomenda que consiste em encomendar quantidades fixas de 1700 sacos de café (de 60 kg) sempre que o *stock* em mão baixa os 1200 sacos.

Após dois anos a usar este tipo de política, o Sr. Gervásio detetou alguns problemas. Assim, ele acha que “em alguns períodos, o *stock* é demasiado elevado e mal cabe no armazém, mas, por vezes, o fornecedor atrasa-se na entrega e o café não chega para as encomendas”. Nas situações em que o *stock* se esgotou, no passado, cerca de 40% das encomendas dos clientes foram canceladas, enquanto as restantes foram entregues aos clientes com atrasos diversos.

Os custos de transporte do café desde o porto de Leixões até ao armazém da empresa são suportados pela Café&Afins. Presentemente, esses custos são da ordem dos 1500 euros por encomenda realizada pelo fornecedor. A taxa de juro anual, correspondente à posse de inventário do café nesta empresa, está estimada em 15%, e inclui a renda do armazém, seguros, manutenção, assim como o custo de oportunidade do capital investido. O custo de quebra está estimado em C_2 euros por saco.³

O preço de compra do café ao fornecedor pode variar significativamente ao longo do tempo, dependendo do tipo e qualidade da matéria-prima (e respetiva cotação nos mercados), mas, para efeitos da presente análise, pode considerar-se um preço médio de 115 euros por saco (60 kg).

Por recomendação de um consultor a quem recorreu, a empresa pretende agora adotar uma política de gestão de inventário do tipo (s, S) com um ciclo de 4 semanas. Consciente da importância de garantir um bom nível de serviço aos clientes, o Sr. Gervásio pretende que não haja, em média, mais do que uma situação de quebra de *stock* por cada dois anos.

A política (s, S) funciona exatamente como a política ciclo de encomenda, exceto que, no final de cada ciclo t , a encomenda só é efetivamente realizada se o *stock* em mão, nesse momento, for igual ou inferior a um nível de referência preestabelecido s (ver Apontamentos, pgs. 66 e 67). A política (s, S) prescinde, assim, da realização de

¹ A série temporal relativa às vendas de café durante os últimos três anos deve ser obtida através do BlackBoard em ficheiro separado. Em caso de dificuldade, solicitar a telhada@dps.uminho.pt o envio do ficheiro.

² Tendo em conta o MAIOR número mecanográfico de entre todos os elementos do grupo de trabalho, considerar:

- $d_1 =$ ante-penúltimo dígito, $d_2 =$ penúltimo dígito, e $d_3 =$ último dígito;
- probabilidades: $p_1 = 0.21 + \frac{d_1}{100}$, $p_2 = 0.52 + \frac{d_2}{100}$, e $p_3 = 1 - p_1 - p_2$

³ Tendo ainda em conta o MAIOR número mecanográfico e d_3 o respetivo último dígito, considerar:

- custo de quebra = $C_2 = 20 + 2 \times d_3$

pedidos de encomenda nos momentos em que o nível de inventário no sistema é considerado demasiado alto (i.e., maior do que um determinado nível de referência s) para justificar um novo pedido. Infelizmente, porém, os parâmetros ótimos, t , s e S , são difíceis de determinar analiticamente. Em alternativa, utiliza-se frequentemente a técnica da simulação para estimar estes parâmetros.

Questões:

Q1. Estime analiticamente os valores dos parâmetros da política nível de encomenda que teriam sido mais adequados para o último ano (2020). Quanto é que a empresa poderia ter poupado em custos e ou evitado em quebras de *stock*, ao longo do último ano, se tivesse usado parâmetros mais racionais na sua política de gestão?

Q2. Estime analiticamente os valores dos parâmetros da política (s, S) para o ano em curso (2021). Considere, para a média dos valores da procura semanal, uma estimativa que consiste na extrapolação do valor segundo a regressão linear dos valores médios homólogos verificados nos últimos anos.

Q3. Utilizando uma folha de cálculo ou uma linguagem de programação, implemente um modelo de simulação do funcionamento do sistema de gestão pretendido (para 2021). Inclua, na sua folha ou programa, o cálculo das medidas de desempenho que achar adequadas para realizar as análises estatísticas subsequentes. Por exemplo, será adequado estimar o *stock* médio, as quebras, os custos, etc., para inferir a eficácia e a eficiência relativa das diversas instâncias numéricas da política de gestão a simular. Simule o funcionamento do sistema para conjuntos alternativos dos valores dos parâmetros s e S , faça uma análise comparativa dos respetivos desempenhos, e sugira o conjunto ou conjuntos de valores (s, S) mais recomendados para implementar, indicando claramente ao Sr. Gervásio como deve proceder.

Sugestões:

(1) Analise as séries temporais anuais (...*que média e desvio padrão semanais?*) para os períodos distintos do ano, ex. época baixa e época alta, e reflita sobre a possibilidade e adequabilidade de considerar conjuntos diferentes de parâmetros, (S, Q) para a questão *Q1*, e (s, S) para as questões *Q2* e *Q3*, um por cada época;

(2) Nas simulações do funcionamento do sistema (questão *Q3*), compare os valores dos parâmetros (s, S) , estimados na questão *Q2*, com alguns valores alternativos, tais como $(s+5\%, S)$, $(s-5\%, S)$, $(s, S+5\%)$ e $(s, S-5\%)$. Para a série da procura semanal (de 2021), use valores aleatórios gerados segundo uma distribuição Normal (ex., no Excel, utilize a função $NORMINV(RAND(), mean, std)$).

Normas gerais:

- Grupos de até 4 alunos, a inscrever livremente no *BlackBoard*, separador *Grupos*.
- Relatório sucinto a entregar em PDF (um só ficheiro):
 - Página 1 (rostro) – incluir a 1ª página deste documento.
 - Páginas 2-15 (**max**) – Descrever e formular o problema, indicando todos os pressupostos e eventuais simplificações consideradas. Reportar explicitamente todos os cálculos efetuados. Indicar claramente todas as considerações e simplificações assumidas na construção, implementação e execução do modelo de simulação. Reportar e explicar a metodologia de análise estatística dos resultados. Reportar as conclusões do estudo comparativo realizado, destacando as recomendações finais a fornecer à empresa. Discutir os principais aspetos que julgue serem relevantes para um melhor esclarecimento da empresa quanto à pertinência e adequação das recomendações.
 - Anexo(s):
 - Cópia da tabela de dados da procura fornecida pelo docente;
 - Cópia do código ou da folha de cálculo de implementação do modelo, e uma amostra dos resultados obtidos com a aplicação.(Estes elementos, juntamente com o texto principal do relatório, devem permitir ao docente implementar o modelo desenvolvido, reproduzir e verificar os resultados obtidos pelo grupo de trabalho.)
- Entregar também o código fonte da aplicação criada, em formato editável, em ficheiro único compactado (ex., Zip, RAR,...).