

Universidade do Minho

2º Semestre 2014/15

(LEI, 3º Ano)

Modelos Estocásticos de Investigação Operacional

Trabalho Prático N° 2

(Problema de Gestão de Inventários)

Identificação do Grupo

<u>Número:</u>	<u>Nome completo:</u>	<u>Rubrica:</u>
69303	Bruno Alexandre Ferraz Peres	Bruno Peres
69854	João Paulo Rodrigues Henri da Silva	João Paulo
67636	Patrícia Sofia Duarte Rocha	Patrícia Rocha

Data de entrega: 2015-06-22

RESUMO

Como resposta ao desafio da unidade curricular de Modelos Estocásticos de Investigação Operacional, foi construído este relatório por forma a explicar todo o processo e decisões necessárias à resolução do mesmo.

Este trabalho aborda todos os conceitos apresentados nas aulas práticas e teóricas sobre problemas de gestão de inventário.

Todas as fases de desenvolvimento da solução para o problema proposto serão aqui especificadas e devidamente documentadas.

Palavras-chave: MEIO, Problema de Gestão de Inventário, Política Nível de Encomenda, Quebras, Custo, Stock, Encomendas.

Índice

Índice	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO	2
2.1 Parametrização do Processo	2
2.2 Política Mais Adequada – 2014.....	4
2.2.1 Quantidade Ótima de Encomenda	4
2.2.2 Nível de Encomenda	5
2.2.3 Custos	5
2.3 Estimativa da Política Mais Adequada – 2015	5
2.4 Simulação	6
3. CONCLUSÕES	8

1. INTRODUÇÃO

Tal como foi referido, este documento relata o desenvolvimento do segundo trabalho prático da Unidade Curricular de Métodos Estocásticos de Investigação Operacional, do curso de Licenciatura em Engenharia Informática. O seu objetivo trata-se de identificar a política de nível de encomenda para a empresa Café&Afins.

Organização do Trabalho

Numa primeira parte são identificados os parâmetros fornecidos no enunciado, de seguida apresenta-se a resolução de cada uma das alíneas propostas bem como a explicação de como foram resolvidas e quais as soluções.

Por último são apresentadas as conclusões deste trabalho prático.

Contextualização

A empresa Café&Afins importa café do Brasil e é distribuidora para vários países da Europa. Visto que as suas vendas têm aumentado a um ritmo notável, nos últimos três anos, têm ocorrido alguns problemas, nomeadamente a nível de quebras de inventário. Por este motivo o Sr. Gervásio, dono da empresa referida, pretende alterar a sua política de encomendas de forma a que o número de quebras anual esteja limitado a apenas duas.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO

2.1 Parametrização do Processo

É sabido que o prazo de entrega das encomendas feitas pela empresa Café&Afins segue a variação demonstrada pela Figura 1.

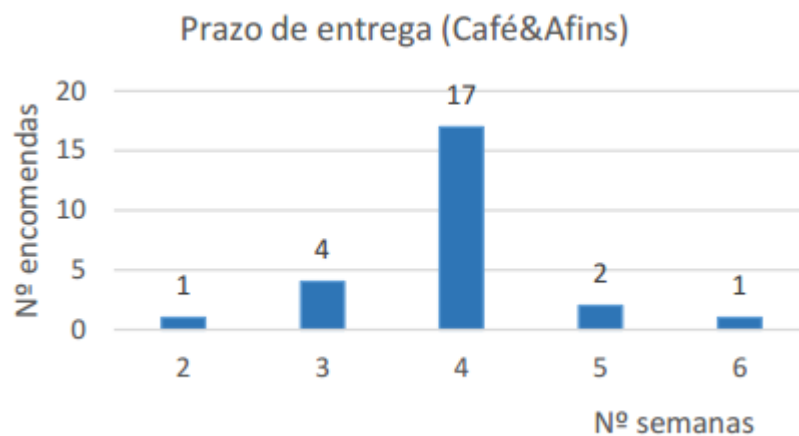
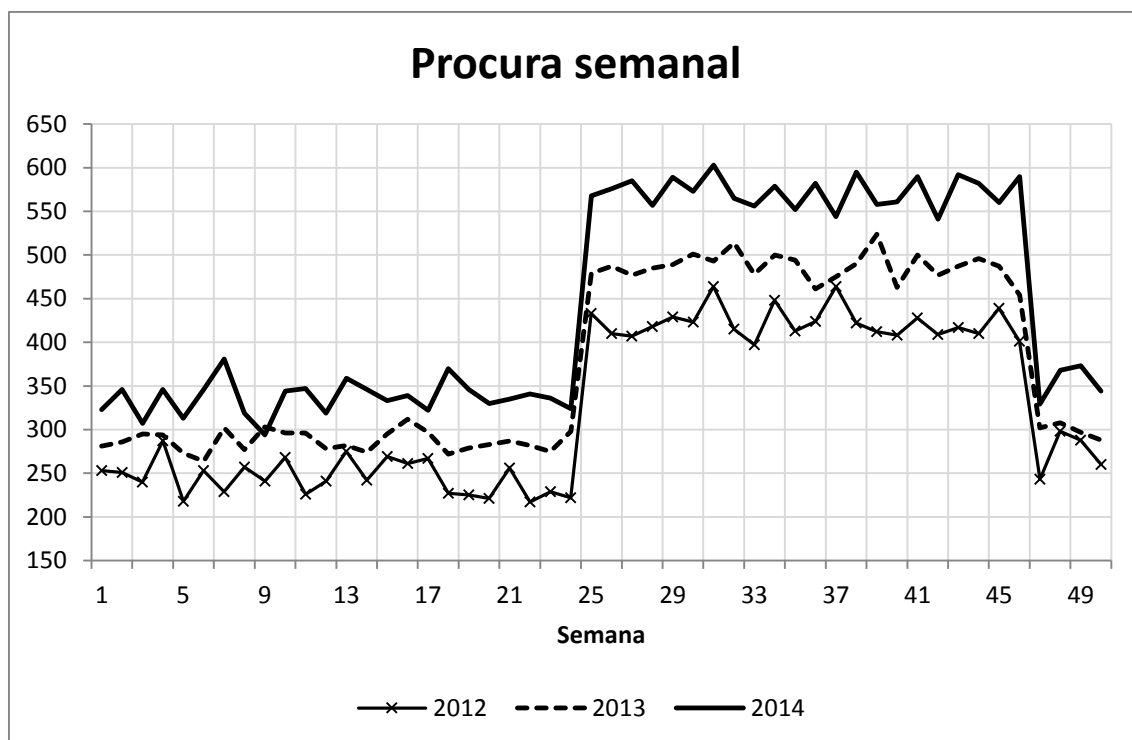


Figura 1- Prazos de entrega

Descrição	Variável	Valor
Custo de Posse	C1	20€/semana/saco
Custo de Quebra	C2	0€/quebra
Custo de Encomenda	C3	20000€/encomenda
Nível de Serviço	-	(max) 2 quebras/ano
Prazo de Entrega Médio	L	4 semanas (Fig.1)

Tabela 1 - Parâmetros Fornecidos



Dos dados fornecidos acerca da procura do café ao longo do ano, foram calculados os valores da procura média e do desvio padrão (ver tabela 2) e estimado o valor da procura média para 2015 a partir do valor obtido em 2014 * 1.05 (aumento de 5%).

Ano	Procura Média	Desvio Padrão
2012	325.1	89.43593
2013	375.74	100.4835
2014	441.56	118.8714
2015	463.64	118.87

Tabela 2 - Parâmetros calculados

De seguida, analisando o gráfico da procura semanal, figura 2, identificaram-se dois períodos: época baixa e época alta. A época baixa ocorre entre as semanas 1 a 24 e 47 a 50, já a época alta ocorre nas semanas 25 a 46.

Tal como foram calculadas as médias e desvio para cada um dos anos, tabela 2, calcularam-se estes parâmetros para cada uma das épocas individualmente, dando origem aos seguintes resultados:

Ano	Procura Média	Desvio Padrão
2012	248,71	22,54
2013	288,43	12,15
2014	338,57	20,20
2015	355,50	18,30

Tabela 3 - Época baixa

Ano	Procura Média	Desvio Padrão
2012	422,32	18,15
2013	486,86	16,39
2014	572,64	17,46
2015	601,27	17,34

Tabela 4 - Época alta

2.2 Política Mais Adequada – 2014

Para responder à primeira alínea do trabalho prático, decidir qual a melhor política de nível de encomenda (PNE) para a empresa no ano de 2014, foi definida uma distribuição normal para a DDLT de acordo com:

$$\mu(DDLT) = r \cdot l$$

$$\sigma^2(DDLT) = l \cdot \sigma_r^2 + r \cdot \sigma_l^2$$

Onde r representa a procura média e l o prazo médio de entrega.

2.2.1 Quantidade Ótima de Encomenda

Por forma a servir de termo de comparação com a PNE atual, foram estimados os valores de QEE, o cálculo foi obtido através de:

$$QEE = \sqrt{\frac{2 \cdot r \cdot C_3}{C_1}}$$

Obtiveram-se então os seguintes valores:

Época	QEE (un.)
Baixa	2016
Alta	2621

Tabela 5 - Resultados QEE 2014

Comparando com os valores da política atualmente aplicada podemos concluir que esta se distancia drasticamente do ótimo!

2.2.2 Nível de Encomenda

Com base nos parâmetros identificados no ponto 2.1- Parametrização do Processo, em conjunto com os parâmetros identificados para DDLT, definiu-se o nível de encomenda.

Utilizando a seguinte fórmula:

$$\left(\frac{r}{q} * N^{\circ}Semanas_{\acute{e}pocaBaixa} + \frac{r}{q} * N^{\circ}Semanas_{\acute{e}pocaAlta} \right) * P(DDLT > S) \leq N^{\circ}Quebras$$

Conseguimos estimar o número de quebras de um determinado período.

Obtendo os resultados descritos na tabela seguinte:

Época	SS (un.)	S (un.)	P (DDLT>S)	Quebras/período
Baixa	198	1520	0,14%	0,66
Alta	178	2413	0,28%	1,34

Tabela 6 - Resultados PNE 2014

2.2.3 Custos

Para conseguir estimar o custo da PNE foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CT = C_1 \cdot \left(\frac{q}{2} + SS \right) + C_3 \cdot \frac{r}{q}$$

Os resultados desta estimativa encontram-se na tabela 7 e, podemos concluir, que, caso esta política fosse adoptada, ter-se-ia uma poupança de aproximadamente 12%.

Política	CT - Época Baixa (€/semana)	CT - Época Alta (€/semana)	CT - Anual (€)
Atual	45 857,14	69 263,64	2 807 800,00
Recomendada	44 276,11	55 986,02	2 471 423,59

Tabela 7 - Custos Totais Variáveis 2014

2.3 Estimativa da Política Mais Adequada – 2015

Para 2015 é esperado um aumento de 5% na procura. A definição da PNE adequada para este ano, segue os mesmos pressupostos definidos para a identificação da PNE de 2014.

Assim sendo, o valor da procura é o que foi estimado e está presente na tabela 2.

Na tabela seguinte apresentam-se os resultados desta estimativa:

Época	$\mu(DDLT)$	$\sigma(DDLT)$	QEE (un.)
Baixa	1387,64	192,19	2065
Alta	2346,95	319,38	2686

Tabela 8 – Parâmetros e QEE 2015

Época	SS (un.)	S (un.)	P (DDLT>S)	Quebras/período
Baixa	210	1597	0,14	0,66
Alta	193	2540	0,86	1,34

Tabela 9 - Resultados PNE 2015

Política	CT - Época Baixa (€/semana)	CT - Época Alta (€/semana)	CT – Anual (€)
Atual	47 550,00	72 126,82	2 918 190,00
Recomendada	45 502,88	57 584,77	2 540 945,54

Tabela 10 - Custos Variáveis 2015

2.4 Simulação

Para a execução da simulação foram gerados valores aleatórios de procura semanais e, com estes foram calculados os restantes valores sobre a política de nível de encomenda, a partir dos parâmetros de PNE da alínea anterior. Após uma primeira aproximação, verificou-se que o número de quebras que ocorria era superior ao pretendido. Assim sendo, variamos os valores de QEE e S por forma a minimizar o custo e a garantir um número de quebras inferior ao requerido.

Época	S (un.)	QEE (un.)	Custo variável (€)	Nº Quebras
Baixa	1597	2065	1 292 826,47	2
Alta	2540	2686	1 001 174	3

Tabela 11 - Primeira Aproximação

Época	S (un.)	QEE (un.)	Custo variável (€)	Nº Quebras
Baixa	1700	2100	1 271 420,56	2
Alta	2800	3000	896 962	0

Tabela 12 - Aproximação Final

3. CONCLUSÕES

Analizando os resultados obtidos, conclui-se que uma PNE aproximadamente adequada para a Café&Afins para o ano de 2015 será obtida utilizando os parâmetros identificados na tabela 12.

Estes valores garantem tanto a restrição de, no máximo, existirem duas quebras por ano, como a minimização de custo em relação à política atual e também em relação à política estimada analiticamente para esse mesmo ano.

Anexos

ANEXO: Tabela de dados

Aluno Nº **67636**

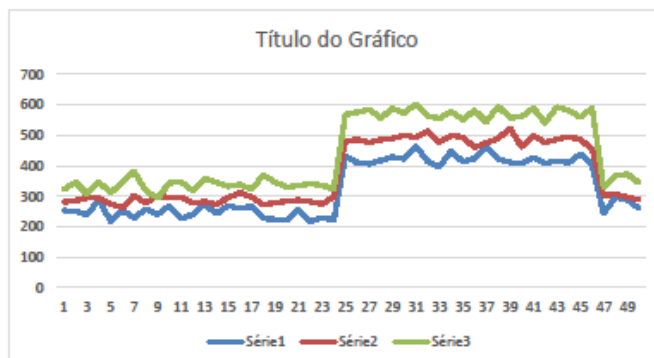
VALORES DA PROCURA (EMPRESA CAFÉ&AFINS)

<u>Semana</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>2014</u>
1	253	281	323
2	251	286	346
3	240	295	307
4	287	294	346
5	218	273	313
6	253	264	346
7	229	302	381
8	257	277	319
9	241	303	294
10	268	296	344
11	226	296	347
12	241	278	319
13	275	282	359
14	242	274	346
15	269	295	333
16	261	312	339
17	267	297	322
18	227	272	370
19	225	279	346
20	221	283	330
21	256	287	335
22	217	282	341
23	229	275	336
24	222	298	324
25	433	479	568
26	410	487	576
27	407	477	585
28	418	485	557
29	429	489	589
30	423	501	573
31	464	493	603
32	415	514	565
33	397	478	556
34	448	500	579
35	413	494	552
36	424	461	582
37	464	475	544
38	422	490	595
39	412	524	558
40	408	463	561
41	428	500	590
42	409	477	541
43	417	487	592
44	410	496	582
45	439	487	560
46	401	454	590
47	243	302	329
48	298	308	368
49	288	297	373
50	260	288	344
Média semanal	325,1	375,74	441,56
Desvio Padrão	89,435931	100,48349	118,87142

LEI-MEIO 2014/15: Trabalho Prático Nº 2

(1) Carregue para obter: **Dados TP2**

(2) P.f., imprima esta folha tal como foi gerada e anexe-a ao relatório



A2.1 – Primeira Aproximação

2014			Semana	Procura 2015	NºEncomendas	Prazo Entrega	Stock Atual	Nº semanas quebra	Prazo de Entrega Aleatório	
ÉPOCAS			1	---	0	0	2500	0	5	
			2	499	0	0	2001	0	5	
			3	512	1	5	1489	0	4	
			4	503	1	4	985	0	6	
			5	359	1	3	627	0	4	
	Baixa	\$	1597	6	409	1	2	218	0	6
		QEE	2065	7	348	1	1	0	1	4
		media DDLT	1387,04	8	644	1	0	1421	1	3
		stdv DDLT	191,19	9	488	2	3	934	1	4
		C1	20	10	279	2	2	655	1	3
C3		120000	11	640	2	1	16	1	5	
num_semanas		28	12	472	2	0	1609	1	5	
			13	251	3	5	1358	1	5	
			14	491	3	4	886	1	6	
			15	484	3	3	382	1	3	
Alta	\$	2540	16	544	3	2	0	2	4	
	QEE	2686	17	569	3	1	0	3	5	
	media DDLT	2346,95	18	605	3	0	1460	3	3	
	stdv DDLT	319,38	19	350	4	3	1109	3	5	
	num_semanas	22	20	344	4	2	765	3	6	
			21	520	4	1	246	3	2	
			22	329	4	0	1981	3	5	
			23	447	5	5	1534	3	5	
			24	419	5	4	1115	3	5	
			25	529	5	3	586	3	4	
		26	254	5	2	332	3	4		
		27	341	5	1	0	4	5		
		28	249	5	0	2437	4	6		
		29	488	6	6	1949	4	4		
		30	544	6	5	1406	4	4		
		31	384	6	4	1022	4	6		
		32	465	6	3	557	4	6		
		33	371	6	2	186	4	3		
		34	459	6	1	0	5	3		
		35	322	6	0	2364	5	5		
		36	416	7	5	1948	5	4		
		37	332	7	4	1615	5	3		
		38	525	7	3	1090	5	6		
		39	564	7	2	527	5	2		
		40	747	7	1	0	6	5		
		41	462	7	0	2224	6	3		
		42	522	8	3	1703	6	6		
		43	369	8	2	1334	6	2		
		44	443	8	1	890	6	3		
		45	623	8	0	2953	6	5		
		46	436	9	5	2517	6	6		
		47	316	9	4	2201	6	2		
		48	442	9	3	1760	6	6		
		49	493	9	2	1267	6	2		
		50	246	9	1	1021	6	6		
Média seman 441,56			Épocas	Baixa	Média Semanal	445	Custo Total		2 294 000	
Desvio Padr 118,8714					Desvio Padrão	112,0025808	Custos Variáveis	Custo Epoca Baixa	1292826,47	
				Alta	Média Semanal	448	Custo Epoca Alta		1 001 174	
					Desvio Padrão	119,1085626				

A2.2 –Aproximação Final

2014			Semana	Procura 2015	NºEncomendas	Prazo Entrega	Stock Atual	Nº semanas quebra	Prazo de Entrega Aleatório	
ÉPOCAS			323	1	---	0	0	2500	0	
			346	2	499	0	0	2001	0	
			307	3	512	1	5	1489	0	
			346	4	503	1	4	985	0	
			313	5	359	1	3	627	0	
	Baixa	S	1700	346	6	409	1	2	218	0
		QEE	2100	381	7	348	1	1	0	1
		media DDLT	1387,64	319	8	644	1	0	1456	1
		stdv DDLT	191,19	294	9	488	2	3	969	1
		C1	20	344	10	279	2	2	690	1
C3		120000	347	11	640	2	1	51	1	
num_semanas		28	319	12	472	2	0	1679	1	
			359	13	251	3	5	1428	1	
Alta		S	2800	346	14	491	3	4	936	1
		QEE	3000	333	15	484	3	3	452	1
	media DDLT	2346,95	339	16	544	3	2	0	2	
	stdv DDLT	319,38	322	17	599	3	1	0	3	
	num_semanas	22	370	18	605	3	0	1495	3	
			346	19	350	4	3	1144	3	
			330	20	344	4	2	800	3	
			335	21	520	4	1	281	3	
			341	22	329	4	0	2051	3	
			336	23	447	5	5	1604	3	
		324	24	419	5	4	1185	3		
		568	25	529	5	3	656	3		
		576	26	254	5	2	402	3		
		585	27	341	5	1	60	3		
		557	28	249	5	0	2811	3		
		589	29	488	6	6	2323	3		
		573	30	544	6	5	1780	3		
		603	31	384	6	4	1396	3		
		565	32	465	6	3	931	3		
		556	33	371	6	2	560	3		
		579	34	459	6	1	101	3		
		552	35	322	6	0	2779	3		
		582	36	416	7	5	2363	3		
		544	37	332	7	4	2030	3		
		595	38	525	7	3	1506	3		
		558	39	564	7	2	942	3		
		561	40	747	7	1	195	3		
		590	41	482	7	0	2733	3		
		541	42	522	8	3	2211	3		
		592	43	369	8	2	1843	3		
		582	44	443	8	1	1399	3		
		580	45	623	8	0	3776	3		
		590	46	436	8	0	3340	3		
		329	47	316	8	0	3024	3		
		368	48	442	8	0	2583	3		
		373	49	493	9	6	2090	3		
		344	50	246	9	5	1844	3		
		Média seman	441,56	Épocas	Baixa	Média Semanal	445	Custo Total	2 168 382	
		Desvio Padr:	118,8714			Desvio Padrão	112,0025808	Custos Variáveis	Custo Epoca Baixa	1271420,56
					Alta	Média Semanal	448		Custo Epoca Alta	896 962
						Desvio Padrão	119,1085626			