Universidade do Minho

2ºSemestre 2020/21

(MIEI, 3ºAno)

Modelos Estocásticos de Investigação Operacional

Trabalho Prático

(Problema de Gestão de Inventários)

Identificação do Grupo

Número:	*Nome completo:*	*Rubrica:*
A89533	Ana Luísa Lima Tomé Carneiro	Ana Carneiro
A89612	Ana Rita Abreu Peixoto	AnaRita Abreu Peixoto
89506	Luís Miguel Lopes Pinto	Luís Miguel Lopes Pinto
89574	Pedro Almeida Fernandes	

Data de entrega: 2021-04-26

ÍNDICE

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O senhor Gervásio, responsável pela gestão do armazém da empresa Café&Afins, tem-se deparado com alguns constrangimentos na gestão do inventário nos últimos três anos devido ao aumento apreciável de vendas. Nestes últimos anos, verificaram-se situações de excesso de *stock* bem como de escassez, sendo que, no último caso 40% das encomendas foram canceladas pelos clientes. Assim sendo, pretende-se implementar uma política mista de encomenda como forma a otimizar o capital investido, quer seja através de reduzir o *stock* excessivo como mitigar as vendas canceladas.

O objetivo final passa então por construir uma simulação detalhada, realista e demonstrativa, capaz de indicar claramente ao Sr. Gervásio os procedimentos a adotar.

Para tal, achamos essencial numa primeira etapa entender e analisar a política de gestão atual da empresa de forma a avaliar e determinar os parâmetros mais adequados e capazes de reduzir os custos ou evitar quebras de stock. Em particular, focamos o nosso caso de estudo no ano de 2020 (Questão 1).

Em seguida, numa segunda fase, atendendo aos requisitos expressos pelo Sr. Gervásio iremos corroborar uma politica (s, S) para o ano de 2021, tendo por base uma regressão linear dos valores médios homólogos da procura dos anos anteriores, e assim limar as arestas da politica previamente adotada (Questão 2).

Finalmente, com a terceira fase pretendemos criar uma folha de calculo com várias medidas de desempenho consideradas relevantes para o sistema, utilizando os parâmetros estimados na fase 2 como base (i.e, s e S). Através de várias simulações objetivamos atingir os melhores resultados a adotar de modo a descrever claramente ao Sr. Gervásio como proceder (Questão 3).

PRESSUPOSTOS ADOTADOS

Na realização deste trabalho foi necessário ter em consideração alguns pressupostos que o sustentam tais como, o cálculo dos valores de probabilidade, média e desvio padrão do prazo de entrega, custo de quebra e as diferentes épocas analisadas.

No que toca aos valores de probabilidade do prazo de entrega, foi necessário ter em conta o maior número mecanográfico dos elementos do grupo, que neste caso é o número 89612. Assim, as probabilidades de cada um dos valores de prazo de entrega são: $p_1 = 0.21 + 6/100 = 0.27$; $p_2 = 0.52 + 1/100 = 0.53$; $p_3 = 1 - p_1 - p_2 = 1 - 0.27 - 0.53 = 0.2$.

Para o cálculo da média e do desvio padrão relativos ao prazo de entrega, foi efetuado o cálculo da média e desvio padrão ponderados, obtendo-se o valor de média 1.93 e desvio padrão de 0.68.

No que toca ao custo de quebra, recorreu-se mais uma vez ao maior número mecanográfico do grupo, e aplicou-se a fórmula $C_2 = 20 + 2 * 2 = 24$.

Por fim, a partir da observação gráfica (Anexo 3 – Procuras Anuais, figura 5) foi possível verificar que existiam claramente duas épocas em que os valores de procura se agrupavam. Para isso, as semanas onde existe menor afluência de procura denominamos de época baixa e correspondem às semanas de 1 a 22 e 47 a 50. Analogamente, para as semanas de maior procura, época alta, a partir da análise do gráfico verificou-se que esta época corresponde às semanas de 22 a 46.

Abaixo encontram-se considerações gerais do problema, usados para as 3 questões:

1 ano = 50 semanas

$$C_1 = 0.15 \times 115 = 17.25€/saco/ano = 0.35\ €/saco/semana$$

$$C_2 = 20 + 2 \times 2 = 24\ €/saco$$

$$C_3 = 1500\ €/\text{encomenda}$$

$$l = (1.93\ \pm 0.68)\ semanas$$

QUESTÃO 1

Nesta questão pretende-se comparar os valores dos parâmetros de nível de encomenda ótimos com os valores utilizados pelo Sr. Gervásio. Para isso, procedeu-se ao cálculo dos custos totais relativos à implementação atual e à política ótima, tendo em consideração o ano na sua globalidade e em épocas (alta e baixa). Além disso, também foi feita uma análise das quebras de *stock* relativas a cada uma das opções.

POLÍTICA ATUAL SR. GERVÁSIO

Começamos por efetuar o cálculo do custo total considerando os parâmetros da política nível de encomenda atuais do Sr.Gervásio. Inicialmente, foi necessário proceder à estimação da média e desvio padrão da procura no ano 2020. Para isso, recorremos ao uso da ferramenta *excel* (Anexo 3 – Procuras Anuais, figura 6) e aproximamos os valores a uma distribuição estatística normal.

$\boldsymbol{Dados\ do\ problema}$

$S = 1200\ unidades$

$q = 1700\ unidades$

$r \sim N(480\ ,65.56)\ sacos/semana$

$\boldsymbol{Calculos}$

$S = \mu_{DDLT} + Z \times \sigma_{DDLT}\ \Leftrightarrow 1200 = 926 + Z \times 339 \Leftrightarrow Z = 0.808$

$Z = \dfrac{3 \times N}{100} \Leftrightarrow N = 27 \rightarrow 1^{\underline{o}}integral = 0.2076$

$P[DDLT > S] = 0.2076$

$Nivel\ de\ Serviço = (1 - P[DDLT > S]) \times 100 = 79.24\%$

$$C_T = 0.345 \times \left(\frac{1700}{2} + 1200 - 926\right) + 24 \times \frac{480}{1700} \times 38.92 + 1500 \times \frac{480}{1700} = 1075\ €/semana$$

Assim, o custo total para a política atual do Sr. Gervásio é 1075€/semana, com um nível de serviço de 79.24%.

POLÍTICA ÓTIMA

De forma a determinar os parâmetros ótimos (quantidade e nível de encomenda) da política nível de encomenda para o ano 2020, foram efetuadas estimativas para as épocas (baixa e alta) e anual.

Para cada período temporal foi necessário considerar a média da procura e respetivo desvio padrão relativos a esse período. De seguida, efetuou-se a aproximação da quantidade pela fórmula da QEE e calcularam-se as diversas iterações para estimar o melhor valor de quantidade. Após a obtenção dos parâmetros ótimos, procedeu-se também ao cálculo do nível de serviço e custo total. Este procedimento foi análogo para cada período de tempo.

ANUAL

No caso do período anual, foi necessário ter em consideração a média e desvio padrão da procura semanal no ano de 2020, aproximada a uma distribuição normal, tal como foi anteriormente referido.

Dados do problema

$r \sim N(480\ ,65.56)\ sacos/semana$

Calculos

$\mu_{DDLT} = 480 \times 1.93 = 926\ sacos/semana$

$\sigma_{DDLT} = \sqrt{1.93\ \times 65.56^2 + 480^2 \times 0.68^2} = 338.87\ sacos/semana$

<u>$1^{\underline{a}}\ iteração:$</u>

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times C_3}{C_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 480 \times 1500}{0.35}} = 2028\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.35 \times 2028}{24 \times 480} = 0.0616\ \rightarrow N = 52$$

$$E[DDLT > S] = 0.023207 \times 338.87 = 7.86$$

<u>$2^{\underline{a}}\ iteração:$</u>

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 480 \times (24 \times 7.86 + 1500)}{0.35}} = 2152\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.35 \times 2152}{24 \times 480} = 0.0654\ \rightarrow N = 51$$

$$E[DDLT > S] = 0.025002 \times 338.87 = 8.47$$

<u>$3^{\underline{a}}\ iteração:$</u>

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 480 \times (24 \times 8.47 + 1500)}{0.35}} = 2161\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.35 \times 2161}{24 \times 480} = 0.0657\ \rightarrow N = 50$$

$$E[DDLT > S] = 0.0269 \times 338.87 = 9.12$$

$\underline{4^{\underline{a}}\ iteração:}$

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \times 480 \times (24 \times 9.12 + 1500)}{0.35}} = 2171\ sacos/semana$$

$P^*[DDLT > S] = \frac{0.35 \times 2171}{24 \times 480} = 0.06596\ \rightarrow N = 50 \rightarrow convergiu!$

$E^*[DDLT > S] = 0.0269 \times 338.87 = 9.12$

$Z = \dfrac{3 \times N}{100} = \dfrac{3 \times 50}{100} = 1.5$

$S = 926 + 1.5 \times 339 = 1435\ unidades$

$Nível\ de\ Serviço = 93\%$

$C_T = 938\ €/semana$

Assim, o custo total para a política anual é 938€/semana, com um nível de serviço de 93%. Os parâmetros ótimos são q = 2171 sacos/semana e S = 1435 unidades.

ÉPOCA ALTA

$\boldsymbol{Dados\ do\ problema}$

$r \sim N(541, 29.359)\ sacos/semana$

$\boldsymbol{Calculos}$

$\mu_{DDLT} = 541 \times 1.93 = 1044\ sacos/semana$

$\sigma_{DDLT} = \sqrt{1.93\ \times 29.359^2 + 541^2 \times 0.68^2} = 370.13\ sacos/semana$

$\underline{1^{\underline{a}}\ iteração:}$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times C_3}{C_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 541 \times 1500}{0.345}} = 2169\ sacos/semana$$

$P[DDLT > S] = \dfrac{0.345 \times 2169}{24 \times 541} = 0.0576\ \rightarrow N = 53$

$E[DDLT > S] = 0.021518 \times 370 = 7.96$

$\underline{2^{\underline{a}}\ iteração:}$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times (C_2\ \times E[DDLT > S] +\ C_3)}{C_1}}$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 541 \times (24 \times 7.96 + 1500)}{0.345}} = 2303\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.345 \times 2303}{24 \times 541} = 0.06119\ \rightarrow N = 52$$

$$E[DDLT > S] = 0.023207 \times 370 = 8.587$$

$\underline{3^{\underline{a}}\ iteração:}$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times (C_2\ \times E[DDLT > S] +\ C_3)}{C_1}}$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 541 \times (24 \times 8.587 + 1500)}{0.345}} = 2313\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.345 \times 2313}{24 \times 541} = 0.061459\ \rightarrow N = 51$$

$$E[DDLT > S] = 0.025002 \times 370 = 9.25$$

$\underline{4^{\underline{a}}\ iteração:}$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times (C_2\ \times E[DDLT > S] +\ C_3)}{C_1}}$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 541 \times (24 \times 9.25 + 1500)}{0.345}} = 2324\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.345 \times 2324}{24 \times 541} = 0.06175\ \rightarrow N = 51 \rightarrow convergiu!$$

$$E[DDLT > S] = 0.025002 \times 370 = 9.25$$

$$Z = \frac{3 \times N}{100} = \frac{3 \times 51}{100} = 1.53$$

$$S = 1044 + 1.53 \times 370 = 1610\ unidades$$

$$Nível\ de\ serviço = 94\%$$

$$C_T = 997\ €/semana$$

Assim, o custo total para a época alta é 997€/semana, com um nível de serviço de 94%. Os parâmetros ótimos são q = 2324 sacos/semana e S = 1610 unidades.

ÉPOCA BAIXA

Dados do problema

$r \sim N(419, 16.355)\ sacos/semana$

Calculos

$\mu_{DDLT} = 419 \times 1.93 = 808.67\ sacos/semana$

$\sigma_{DDLT} = \sqrt{1.93 \times 16.355^2 + 419^2 \times 0.68^2} = 285.82\ sacos/semana$

$\underline{1^a\ iteração:}$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times C_3}{C_1}}$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 419 \times 1500}{0.345}} = 1909\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.345 \times 1909}{24 \times 419} = 0.06549 \rightarrow N = 51$$

$$E[DDLT > S] = 0.025002 \times 286 = 7.15$$

$\underline{2^a\ iteração:}$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times (C_2 \times E[DDLT > S] + C_3)}{C_1}}$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 419 \times (24 \times 7.15 + 1500)}{0.345}} = 2015\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.345 \times 2015}{24 \times 419} = 0.06913 \rightarrow N = 50$$

$$E[DDLT > S] = 0.026909 \times 286 = 7.696$$

$\underline{3^a\ iteração:}$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times (C_2 \times E[DDLT > S] + C_3)}{C_1}}$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 419 \times (24 \times 7.696 + 1500)}{0.345}} = 2023\ sacos/semana$$

$$P[DDLT > S] = \frac{0.345 \times 2023}{24 \times 419} = 0.06941 \ \rightarrow N = 50 \rightarrow convergiu!$$

$$E[DDLT > S] = 0.026909 \times 286 = 7.696$$

$$Z = \frac{3 \times N}{100} = \frac{3 \times 50}{100} = 1.5$$

$$S = 809 + 1.5 \times 286 = 1238\, unidades$$

$$Nível\ de\ Serviço = 93\%$$

$$C_T = 857\ €/semana$$

Assim, o custo total para a época baixa é 857€/semana, com um nível de serviço de 93%. Os parâmetros ótimos são q = 2023 sacos/semana e S = 1238 unidades.

ANÁLISE COMPARATIVA

De modo a decidir a melhor política de gestão de *stock*, é necessário ter em consideração o custo total e nível de serviço relativos a cada uma.

Após a análise dos valores anteriormente calculados, conseguimos traduzir os diferentes custos estimados, nos seus valores anuais e os respetivos níveis de serviço:

$$C_T\ atual = 1075€\ \times 50\ semanas = 53750\ €/ano$$
$$Nível\ de\ Serviço\ Atual =\ 79.24\%$$

$$C_T\ ótimo\ anual = 938€ \times 50\ semanas = 46900\ €/ano$$

$$Nível\ de\ Serviço\ Anual =\ 93\%$$

$$C_T\ ótimo\ fases = C_T\ época\ alta +\ C_T\ época\ baixa$$

$$C_T\ ótimo\ fases = 857€ \times 25\ semanas +\ 997€ \times 25\ semanas = 46350\ €/ano$$

$$Nível\ de\ Serviço\ Fases = \frac{93\% + 94\%}{2} = 93{,}5\%$$

$$\Delta C_T\ = C_T\ atual - C_T\ ótimo\ fases = 53750 - 46350 = 7400\ €/ano$$

É possível observar que a melhor opção, isto é, a política que apresenta o menor custo e o maior nível de serviço trata-se da política nível de encomenda faseada. Assim, verifica-se que seria possível poupar 7400€ e obter um aumento significativo no nível de serviço ao optar pela política ótima faseada.

Podemos ainda efetuar a comparação entre a política atual e a política ótima faseada através da análise das quebras de *stock* que se verificam em cada uma delas.

<u>*Política atual*</u> :

$$\frac{r}{q} \times P[DDLT > S] = \frac{480}{1700} \times 0.2076 = 0.0586\ quebras/semana$$

$$\Rightarrow 0.0586 \times 50 = 2.9\ quebras/ano$$

$\underline{Política\ ótima\ faseada}$:

$$Época\ baixa: \frac{r}{q} \times P[DDLT > S] = \frac{419}{2023} \times 0.06941 = 0.01438\ quebras/semana$$

$$\Rightarrow 0.01438 \times 25 = 0.36\ quebras/ano$$

$$Época\ alta: \frac{r}{q} \times P[DDLT > S] = \frac{541}{2324} \times 0.06175 = 0.01438\ quebras/semana$$

$$\Rightarrow 0.01438 \times 25 = 0.36\ quebras/ano$$

$$Total\ Quebras = 0.36 + 0.36 = 0.72\ quebras/ano$$

Deste modo, verifica-se que no caso da política ótima o número de quebras é significativamente menor, o que a torna uma opção mais viável uma vez que apresenta uma redução de 2,2 quebras por ano.

QUESTÃO 2

Nesta questão 2 foi proposto determinar analiticamente os parâmetros ótimos da política (s, S) para o ano de 2021 na empresa Café&Afins. Esta política propõe uma gestão de stock semelhante ao ciclo de encomenda, contudo ao fim de um ciclo de encomenda verificamos se o valor do *stock* esta abaixo do valor s. *C*aso isso aconteça, então vai ser encomendada uma quantidade variável que dependerá do valor máximo de *stock*, S, e do valor atual de *stock*.

CONSIDERAÇÕES E SIMPLIFICAÇÕES

Para determinarmos as estimativas da procura para o ano de 2021 foi necessário fazer uma extrapolação linear utilizando os valores médios da procura para os anos de 2018, 2019 e de 2020. Através do *software Excel* obtivemos o gráfico do Anexo 2 – Procura de 2021 (figura 2) que juntamente com a reta de regressão linear ajudaram a prever o valor médio da procura e desvio padrão para o ano de 2021. Analogamente, obtivemos os valores estimados da procura para a época alta (Anexo 2 – Procura de 2021, figura 3) e baixa (Anexo 2 – Procura de 2021, figura 4).

De modo a tornar os parâmetros calculados mais realistas e detalhados, determinamos os valores da política (s, S) para a época alta e baixa de vendas e para o ano em geral.

Em cada um destes cálculos decidimos verificar se o período de revisão que a empresa Cafés&Afins quer adotar, 4 semanas, é um valor ótimo para cada época. Através da política ciclo de encomenda calculamos o valor ótimo do S utilizando a procura calculada para 2021, o prazo de entrega e a limitação do número de quebras em dois anos, proposta pelo Sr. Gervásio. Finalmente, utilizamos as formulas analíticas da politica (s, S) para o cálculo do s e da quantidade a encomendar (q) que é dada pela a aproximação ao valor do QEE.

ANUAL

$\boldsymbol{Dados\ do\ problema}$:

$t = 4\ semanas$

$r = 541{,}89\ sacos/semana$

$\sigma_r = 73{,}47$

$\boldsymbol{Calculo\ dos\ parametros\ da\ Politica\ (s, S)}$:

$$t^* = \sqrt{\frac{2 \times C_3}{C_1 \times r}} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2 \times 1500}{0{,}345 \times 541.89}} = 4\ semanas \rightarrow ciclo\ ótimo$$

$$P[DDPP > S] = \frac{\#quebras}{\#ciclo\ em\ dois\ anos} = \frac{1}{\frac{2*50}{4}} = 0.04 \rightarrow N = 58$$

$$\mu_{DDPP} = r \times (t + l) = 541.89 \times (4 + 1.93) = 3213.4$$

$$\sigma_{DDPP} = \sqrt{(4 + 1.93) \times 73.47^2 + 541.89^2 \times 0.68^2} = 409.6\ sacos/semana$$

$$S = \mu_{DDPP} + Z \times \sigma_{DDPP}$$

$$S = 3213.4 + \frac{3 \times 58}{100} \times 409.6 \Leftrightarrow S = 3926\ sacos$$

$$S = 2171 + s - \frac{541.89 \times 4}{2}$$

$$\Leftrightarrow S = s + 1087 \Rightarrow s = 3926 - 1087 = 2839\ sacos$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times C_3}{C_1}} \Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{2 \times 541.89 \times 1500}{0.345}} = 2171\ sacos$$

ÉPOCA ALTA

$\boldsymbol{Dados\ do\ problema}$:

$t = 4\ semanas$

$r = 611.22\ sacos/semana$

$\sigma_r = 34.75$

$\boldsymbol{Calculo\ dos\ parametros\ da\ Politica\ (s, S)}$:

$$t^* = \sqrt{\frac{2 \times C_3}{C_1 \times r}} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2 \times 1500}{0.345 \times 611.2}} = 3.77\ semanas \approx 4\ semanas$$

$$P[DDPP > S] = \frac{\#quebras}{\#ciclo\ em\ dois\ anos} = \frac{1}{\frac{2*50}{4}} = 0.04 \rightarrow N = 58$$

$$\mu_{DDPP} = r \times (t + l) = 611.22 \times (4 + 1.93) = 3625$$

$$\sigma_{DDPP} = \sqrt{(4 + 1.93) \times 34.75^2 + 611.22^2 \times 0.68^2} = 424\ sacos/semana$$

$$S = \mu_{DDPP} + Z \times \sigma_{DDPP}$$

$$S = 3625 + \frac{3 \times 58}{100} \times 424 \Leftrightarrow S = 4363\ sacos$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times C_3}{C_1}} \Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{2 \times 611.22 \times 1500}{0,345}} = 2305\ sacos$$

$$S = 2305 + s - \frac{611.22 \times 4}{2}$$

$$\Leftrightarrow S = s + 1083 \;\Rightarrow s = 4363 - 1083 = 3280\, sacos$$

ÉPOCA BAIXA

$\boldsymbol{Dados\ do\ problema}$:

$t = 4\ semanas$

$r = 473.56\ sacos/semana$

$\sigma_r = 16.18$

$\boldsymbol{Calculo\ dos\ parametros\ da\ Politica}\ (\boldsymbol{s}, \boldsymbol{S})$:

$$t^* = \sqrt{\frac{2 \times C_3}{C_1 \times r}} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2 \times 1500}{0{,}345 \times 473.56}} = 4.285\ semanas\ \approx 4\ semanas$$

$$P[DDPP > S] = \frac{\#quebras}{\#ciclo\ em\ dois\ anos} = \frac{1}{\frac{2 * 50}{4}} = 0.04 \rightarrow N = 58$$

$$\mu_{DDPP} = r\ \times (t + l) = 473.56 \times (4 + 1.93) = 2808$$

$$\sigma_{DDPP} = \sqrt{(4 + 1.93)\ \times 16.18^2 + 473.56^2 \times 0.68^2} = 324.4\ sacos/semana$$

$$S = \mu_{DDPP} + Z \times \sigma_{DDPP}$$

$$S = 2808 + \frac{3 \times 58}{100} \times 324\ \Leftrightarrow S = 3372\ sacos$$

$$q = \sqrt{\frac{2 \times r \times C_3}{C_1}} \Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{2 \times 473.56 \times 1500}{0.345}} = 2029\ sacos$$

$$S = \ 2029 + s - \frac{473.56 \times 4}{2}$$

$$\Leftrightarrow S = s + 1082 \Rightarrow s = 3372 - 1082 = 2290\ sacos$$

ANÁLISE COMPARATIVA

PARÂMETROS ÓTIMOS CALCULADOS

Os parâmetros comparados seguem ou uma procura anual ou uma procura por épocas. No caso das épocas temos a divisão entre época alta e época baixa, cada qual equivalente a um período de meio ano. A época alta tem, como o seu nome indica, uma maior procura e como tal podemos ver que, comparativamente as outras épocas, apresenta níveis superiores (q, s e S). Em contrapartida, a época baixa apresenta os menores níveis ótimos, algo evidente uma vez que não haverá um fluxo tão elevado de encomendas. Por sua vez, os valores da época global enquadram-se no meio destas duas, isto é, entre “os extremos”, contribuindo assim para uma ideia geral dos ótimos, mas perdendo especificação do real comparativamente ao uso das épocas. Assim, podemos concluir que os resultados ótimos obtidos inframencionados estão de acordo com a previsão esperada.

Global	Alta	Baixa
$q^* = 2171\ sacos$	$q^* = 2305\ sacos$	$q^* = 2029\ sacos$
$s^* = 2839\ sacos$	$s^* = 3509\ sacos$	$s^* = 2465\ sacos$
$S^* = 3926\ sacos$	$S^* = 4592\ sacos$	$S^* = 3547\ sacos$

INTERVALO DE REVISÃO/CICLO

Relativamente aos intervalos temporais estabelecidos para cada época, a justificação dos valores apresentados segue a mesma linha de raciocínio (tudo está relacionado com a procura *versus* oferta). Ora, sabendo que na época alta há uma procura mais acentuada, será justo admitir que o período de reabastecimento terá de ser mais reduzido comparativamente às épocas baixa ou normal. Desta forma, conseguiremos satisfazer melhor a demanda e evitar as tão penosas quebras. Analogamente, a época baixa terá uma periodicidade de ciclo maior e no caso da época global, que indicará uma visão mais geral, teremos um meio termo entre as épocas alta e baixa. O mesmo pode ser observado nos resultados obtidos que apresentamos abaixo.

Global	Alta	Baixa
$t^* = 4\ semanas$	$t^* = 3.77\ semanas$	$t^* = 4.285\ semanas$

QUESTÃO 3

Na questão 3 foi necessário implementar a simulação da Política (*s*, *S*) para o armazém do Sr. Gervásio, de forma a fornecer-lhe uma política de gestão de inventário mais adequada e viável e que respondesse às necessidades do seu armazém. Para isso, recorreu-se à ferramenta *excel* e às suas funcionalidades.

IMPLEMENTAÇÃO

De modo a melhor simular a Política (*s*, *S*) e obter uma representação mais realista, considerou-se conveniente especificar o caso de estudo em diferentes épocas ao longo do ano: épocas baixa e alta.

Assim, como forma de responder ao objetivo proposto pela simulação, foram criadas diversas colunas em *excel* com o objetivo de retratar o ***stock***, a **procura** semanal para 2021, as **encomendas** e respetiva quantidade encomendada, as **quebras** de inventário e também os diferentes **custos** associados a esta política.

Dado que a simulação implementada contém diferentes épocas, existem valores de *s* e *S* correspondentes a cada período que terão influência nos vários parâmetros a calcular. Em adição, existe também uma secção na folha de *excel* que contém registo das procuras e respetivo desvio padrão para as épocas alta e baixa.

Além disso, de forma a melhor organizar e visualizar os dados do problema, estes encontram-se representados em *excel* na sua célula correspondente. Em particular para o prazo de entrega, foi necessário efetuar o cálculo da probabilidade acumulada de modo a possibilitar a geração de um valor de prazo de entrega, tendo em conta as probabilidades.

Por fim, de forma a analisar os resultados mais pertinentes da simulação, foi também implementada uma tabela "Valores Simulação" que contém os valores obtidos para o custo total médio, a probabilidade de quebra, nível de serviço, procura média semanal e esperança de quebra.

STOCK

No que toca ao ***stock***, a abordagem passou por considerar diferentes variantes do mesmo: "*stock* inicial", que retrata o nível de inventário existente no ínicio da semana; "*stock* final" representa o nível de inventário no final da semana; "*stock* contabilístico (em atraso)" e "*stock* contabilístico (canceladas)" retratam as variações de *stock* quando há rutura de inventário no caso de encomendas em atraso ou vendas perdidas, respetivamente; e, por fim, o *"stock* médio" que visa retratar a média de *stock* relativo à semana em questão.

A simulação da política (*s*, *S*) começa com a geração de um valor aleatório para o "*stock* inicial". Este valor gerado tem em conta os valores de *s* e *S* estimados para a época baixa, dado que a primeira semana do ano refletem menor valores de procura. Para o cálculo dos restantes valores desta coluna, efetua-se a soma dos valores de *stock* final, abastecimento (conceito referido no tópico encomendas) e de *stock* contabilístico (em atraso) da semana anterior. Caso essa soma denote um valor negativo, o valor apresentado deverá ser igual a zero. Caso contrário, é o próprio valor.

Para o "*stock* final", o seu método de cálculo acenta na diferença entre o "*stock* inicial" e as vendas efetuadas nessa semana. No caso do "*stock* contabilístico (em atraso)" está presente o valor de *stock* semelhante ao stock final, contudo temos em consideração que apenas 60% das unidades em quebra dessa mesma semana correspondem a encomendas em atraso e caso haja duas quebras seguidas os valores de *stock* contabilístico vão ser acumulados de uma semana para a outra. No caso do "*stock* contabilístico (canceladas)", apenas foram tidas em consideração as vendas perdidas que correspondem a 40% dos artigos em rutura.

Por fim, para o cálculo do "*stock* médio" foi efetuada uma operação trivial que retrata a média entre os valores de "*stock* inicial" e "*stock* final" dessa mesma semana.

PROCURA

Tal como já foi referido anteriormente, a simulação implementada tem em consideração diferentes épocas do ano. Como tal, existem diferentes valores de procura e desvio padrão associados a cada época. Assim, de modo a simular valores de procura semanais aproximados da realidade, teve-se em consideração o valor da procura e desvio padrão respetivos à época da semana em questão. Este valor aleatório é obtido com o auxílio das funções INV.NORM e ALEATÓRIO do *excel*.

ENCOMENDAS

Como forma de representar as encomendas a efetuar, foi necessário implementar mecanismos que controlam o prazo de entrega, se é lançada ordem de encomenda, qual a quantidade encomendada, e qual a semana em que a encomenda chegou ao armazém.

A coluna "Encomenda" pode conter os valores 1 ou 0, que representam a encomenda e a não encomenda, respetivamente, relativa a cada semana. A fórmula presente nestas células foi desenhada de modo que seja analisada a possibilidade de encomenda a cada 4 semanas, ou seja, de *t* em *t* tempo. É feita uma verificação tendo em conta a quantidade em *stock* e o valor de *s* da época correspondente à semana em questão. Se o nível de *stock* for inferior ao valor *s*, então deve ser feita uma encomenda e a célula correspondente à semana deverá ter o valor 1.

De forma a determinar qual a quantidade a encomendar, existe a coluna "Quantidade Encomendada" em que se verifica quando é feita uma encomenda, e em caso afirmativo, é calculada a quantidade a encomendar. Caso não haja nenhuma ordem de encomenda nessa semana, o valor da quantidade a encomendar deverá ser zero. Para efetuar o cálculo da quantidade deve-se ter em conta o valor de *S* relativo à época da encomenda em questão. Quando o nível de inventário é inferior a *s*, deve-se encomendar a quantidade que falta até chegar a *S*.

Após efetuar uma encomenda, é necessário calcular o tempo que a encomenda demora a chegar ao armazém. Para isso, criou-se a coluna "Prazo" que determina um valor aleatório para o prazo de entrega tendo em conta as probabilidades associadas.

Por fim, para denotar a chegada de uma encomenda ao armazém, foi implementada a coluna "Abastecimento". Após passar o prazo de entrega, a encomenda chega ao armazém. Um valor diferente de zero nesta coluna corresponde à quantidade que chegou e será adicionada ao *stock* inicial.

Durante a realização da simulação assumimos que a encomenda é lançada ao fim da semana, que o prazo de entrega é iniciado na semana seguinte e que a encomenda chega sempre ao armazém no início da semana, sendo por isso necessário que *stock* inicial verificar a existência de um abastecimento nessa semana.

QUEBRAS

No espetro das ruturas de *stock*, foi necessário ter em consideração determinados pontos, tais como: as "Encomendas em falta" e o "Nº Quebras".

Para representar o número de encomendas em falta, ou seja, as encomendas que não obtiveram resposta devido a falta de *stock*, foi implementada a coluna "Encomendas em falta". As células desta coluna possuem uma fórmula que verifica se a procura daquela semana é superior ao *stock.* Em caso afirmativo, ocorreu rutura e a diferença entre estes valores representa o número de artigos em quebra.

De forma a contabilizar o número de quebras existentes durante o ano, considerou-se a coluna "Nº Quebras" que possui o valor 1 caso tenha ocorrido rutura naquela semana ou 0, caso contrário.

CUSTOS

Por fim, de modo a avaliar o custo total da implementação da política (*s*,*S*), foram consideradas as colunas "Custo de Encomenda", "Custo de quebra", "Custo de Existência" e por fim, o "Custo Total".

Na coluna "Custo de Encomenda" está representado o custo de efetuar uma encomenda na semana em questão, caso tenha ocorrido. Esta operação é obtida através da multiplicação do valor do custo de encomenda, C_3, com o valor presente na coluna "Encomenda" relativo a essa semana.

No que toca ao "Custo de quebra", este foi obtido recorrendo ao produto entre o custo C_2 e as unidades em quebra respetivas a essa semana (coluna "Encomendas em falta").

Em relação à coluna "Custo de Existência", esta denota o custo que deverá ser pago devido à existência de artigos em armazém. Assim, de modo a calcular o seu valor foi necessário realizar a operação de multiplicação entre o número de artigos em *stock* (coluna "*Stock* médio") e o custo de existência, C_1.

Por fim, considerou-se a coluna "Custo Total" que efetua a soma dos valores das 3 colunas anteriormente referidas, ou seja, a soma dos diferentes custos.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS

Após efetuar a simulação, é possível analisar estatísticamente os dados obtidos do *stock* médio, do custo total e da quantidade encomendada. A partir da observação dos gráficos abaixo, verifica-se que quando o nível de *stock* está abaixo do nível pré estabelecido *s* é efetuada uma encomenda o mais rápido possível, tal como era expectável. Além disso, conseguimos também verificar a correspondência entre o custo total e o *stock* médio, sendo que quando existe menor *stock* existe também menor custo, devido à redução do custo de posse.

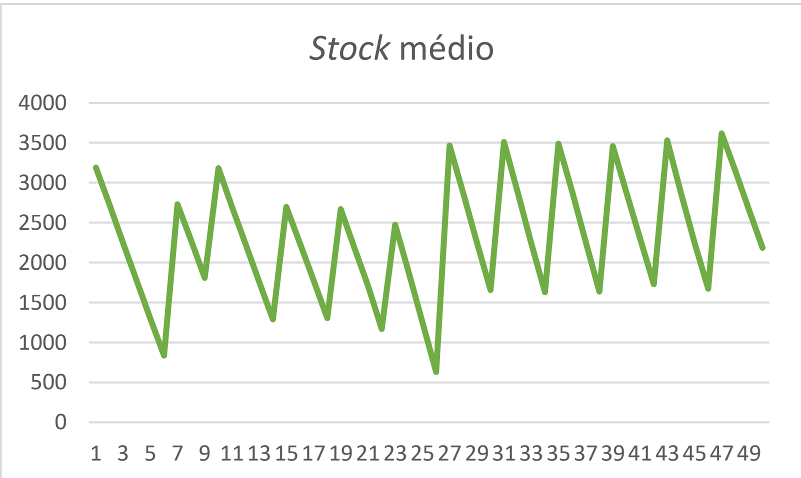

Gráfico 1: Representação do *stock* médio

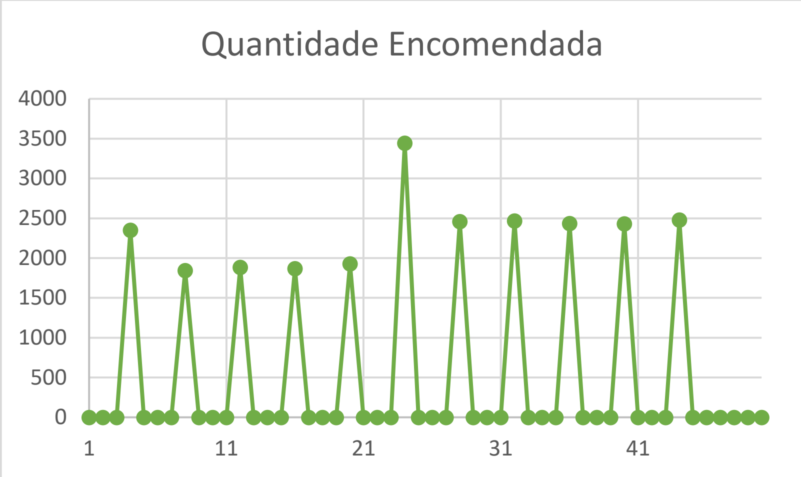

Gráfico 2: Representação da Quantidade Encomendada

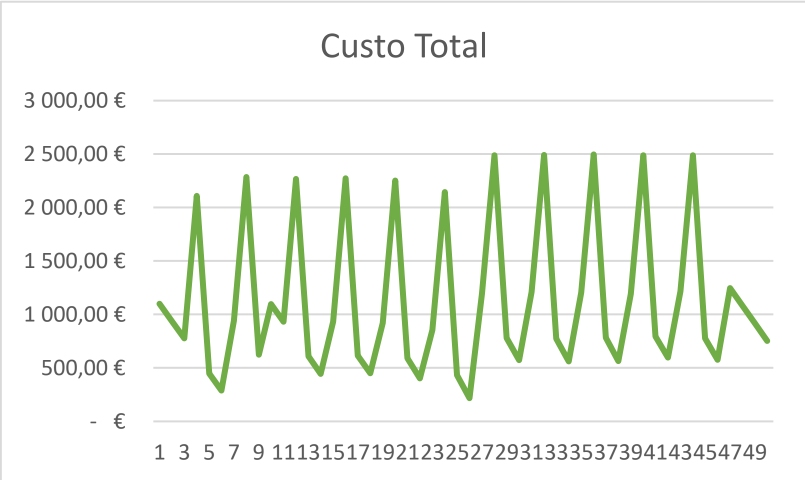

Gráfico 3: Representação do Custo Total

ANÁLISE COMPARATIVA

Para fazer uma análise comparativa do desempenho do sistema implementado fizemos variar os valores de *s* e *S* da política mista. Para isso, decidimos, a partir dos parâmetros determinados na questão 2, variar para +5% e -5% o valor de cada um desses parâmetros assim como calcular os parâmetros variando para +5% o valor s e +15% o valor *S*. Através da média calculada a partir de 5 medições para cada parâmetro, obtivemos os valores da tabela abaixo.

Parâmetros	Custo Total Médio	Probabilidade Quebra	N.º de Quebras	Nível de serviço	Média da Procura	Esperança de Quebra
(s, S)	1046,06 €	0,016	0,8	98,4 %	542,44	3,25
(s-5%, S)	1058,7 €	0,028	1,4	97,2 %	542,47	3,89
(s+5%, S)	1078,32 €	0,02	1	98 %	543,94	4,08
(s, S-5%)	1146,87 €	0,032	1,6	96,8 %	541,51	9,75
(s, S+5%)	998,35 €	0,012	0,6	98,8 %	541,68	1,16
(s+5%, S+15%)	1137,23 €	0,004	0,2	99,6 %	541,876	0,837

Como podemos ver na tabela acima, se o Sr. Gervásio implementasse o último sistema da tabela onde o *S* tem mais 15% e o *s* tem mais 5 % do valor analítico calculado, então este obteria o melhor nível de serviço conseguindo assim alcançar a limitação de 1 quebra em cada dois anos. Este nível de serviço foi alcançado tendo em consideração as variações dos parâmetros *s* e *S*. Conseguimos observar que o aumento do *s* em 5% e do *S* em 15% se irá traduzir em menor número de quebras, devido ao aumento da probabilidade de encomenda e da quantidade encomendada.

Contudo, com esta política não conseguimos obter o melhor valor para o custo total, pois vão existir mais artigos em stock. Para que o Sr. Gervásio conseguisse ter o menor custo possível então era necessário implementar o sistema (s, S+5%) que apesar de ter o menor custo não consegue manter um número de quebras por ano menor de 0,5, tal como era pretendido.

Caso a empresa Cafés&Afins implementasse uma política (s, S-5%) teríamos mais esperança de quebra do que nas restantes variações o que contribui para um nível de serviço insuficiente em comparação com o pretendido. Este nível de serviço foi alcançado tendo em consideração as variações dos parâmetros *s* e *S*. Conseguimos observar que a diminuição do *S* em 5% se irá traduzir em maior número de quebras, devido à diminuição da quantidade encomendada. Consequentemente, irá aumentar o custo devido ao maior número de artigos em quebra.

Pela tabela conseguimos verificar que as primeiras quatro políticas implementadas não cumprem com o requisito de haver no máximo 1 quebra em cada 2 anos. Para que isso acontecesse era necessário que o número de quebras por ano fosse menor do que 0,5.

Concluindo, consideramos que o Sr. Gervásio deverá implementar os parâmetros de *s* e *S* tendo em conta as duas épocas do ano (baixa e alta), em vez de implementar a política considerando apenas um período (ano). Caso o objetivo principal seja maximizar o nível de serviço, deverá optar por considerar uma época baixa com *S* = 3878 e *s* = 2404 e uma época alta com *S* = 5017 e *s* = 3444. Deste modo, o número de quebras seria menor respeitando a restrição de existir no máximo 1 quebra em cada 2 anos. Por outro lado, se preferir minimizar o custo de operação deverá optar por uma política (s, S+5%). Assim, analisando as duas opções mais viáveis e considerando os objetivos inicialmente apresentados pelo Sr. Gervásio, consideramos que a melhor opção a implementar é a política (*s*, *S*) com uma época baixa de ***S* = 3541** e ***s* = 2290** e uma época alta de ***S* = 4581** e ***s* = 3280**.

CONCLUSÃO

Dada por concluído o projeto de MEIO, consideramos relevante efetuar uma análise crítica do trabalho realizado.

No espetro positivo, consideramos conveniente destacar o facto de o trabalho estar completo e das funcionalidades implementadas para a Questão 3 serem capazes de responder eficazmente aos objetivos da questão. Desta forma, foi possível aconselhar o Sr. Gervásio quanto à melhor política de gestão de *stock* a implementar no seu armazém e respetivos parâmetros.

Por outro lado, também existiram algumas dificuldades, tais como a implementação dos prazos de entrega segundo as probabilidades mencionadas no problema e também do abastecimento, de modo a retratar a chegada de encomendas ao armazém no *excel*. Apesar disso, as dificuldades foram ultrapassadas.

Para concluir, consideramos que houve um balanço positivo do trabalho realizado dado que as dificuldades sentidas foram superadas e foram cumpridos todos os requisitos.

ANEXOS

ANEXO 1 - PROCURAS

ANEXO: Tabela de dados

Grupo de Trabalho 1 **MIEI-MEIO 2020/21**

VALORES DA PROCURA (EMPRESA Café&Afins)

		ANOS	
Semana	2018	2019	2020
1	280	364	429
2	308	342	402
3	294	332	433
4	301	349	413
5	305	383	396
6	298	350	388
7	343	365	417
8	288	347	410
9	303	343	456
10	313	348	436
11	320	331	403
12	277	373	405
13	267	376	448
14	301	362	405
15	321	352	445
16	318	360	416
17	297	413	417
18	330	351	432
19	299	361	425
20	331	345	416
21	299	314	413
22	340	383	415
23	400	500	537
24	422	447	521
25	409	471	555
26	402	484	543
27	387	497	551
28	389	465	546
29	437	474	552
30	411	467	564
31	385	465	571
32	390	429	541
33	401	478	550
34	394	450	545
35	397	491	540
36	408	471	536
37	418	492	536
38	424	485	548
39	391	501	557
40	394	454	587
41	407	478	539
42	380	475	545
43	419	476	541
44	412	446	558
45	434	508	533
46	389	481	520
47	320	365	420
48	292	337	427
49	331	360	401
50	322	384	423

Figura 1 : tp_dados_grupo45

ANEXO 2 – PROCURA DE 2021

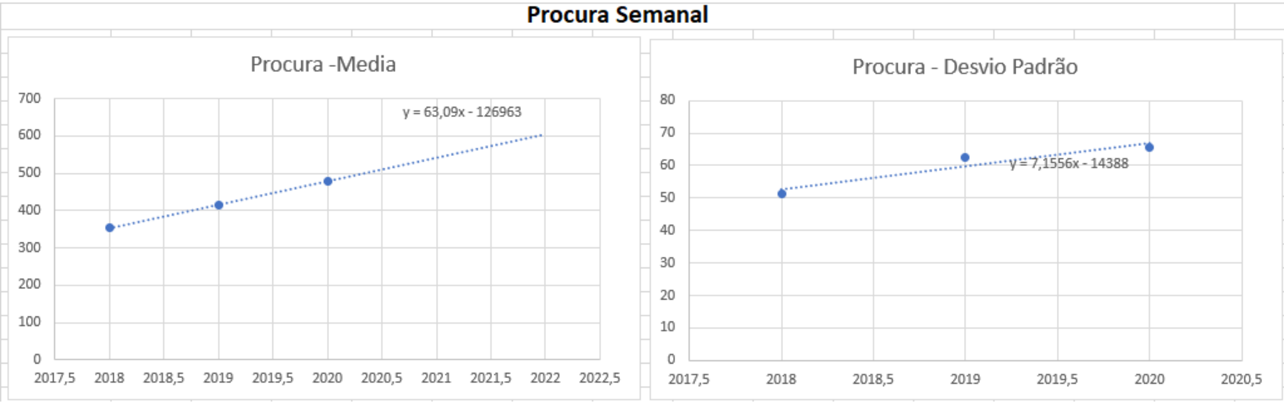

Figura 2: Valores da procura em 2021 semanal

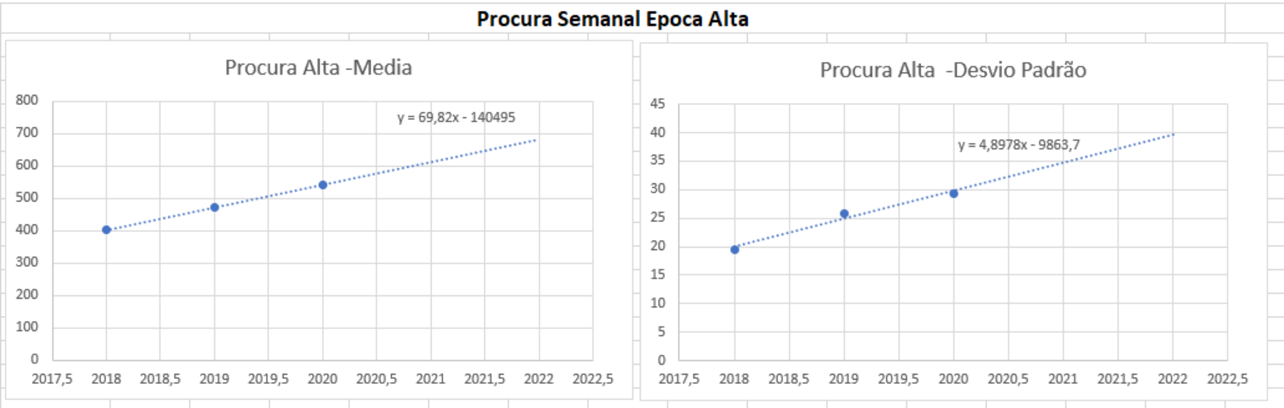

Figura 3: Valores da procura semanal para a época alta em 2021

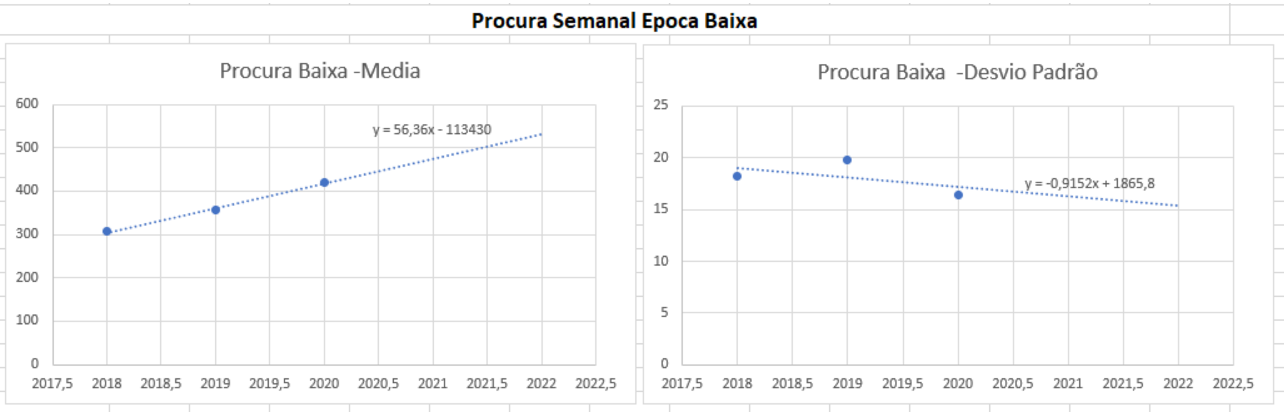

Figura 4: Valores da procura semanal para a época baixa em 2021

ANEXO 3 – PROCURAS ANUAIS

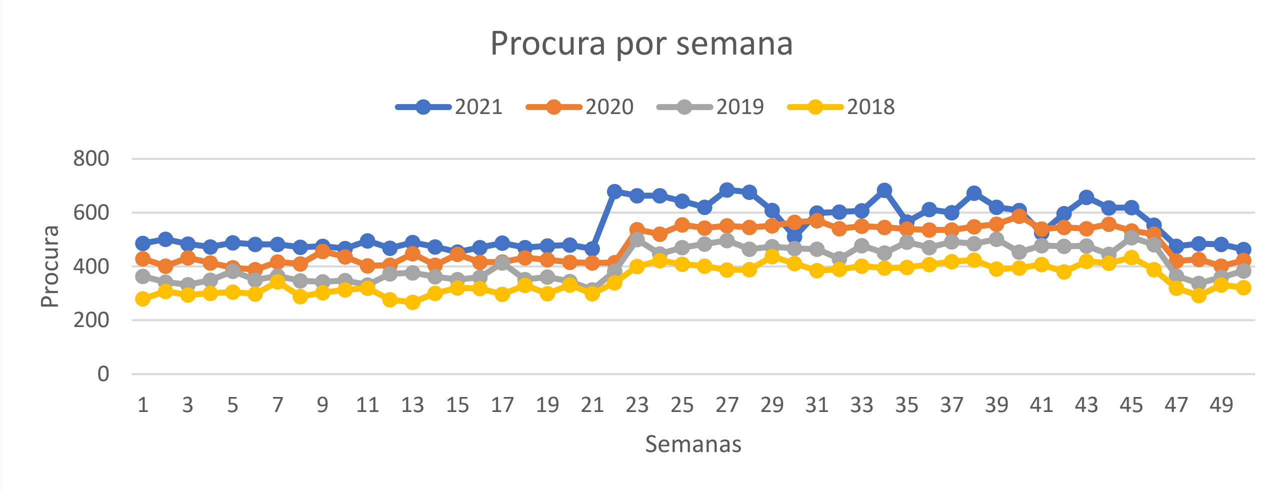

Figura 5: Representação gráfica procuras anuais

2020 -Procura			364	2019 - Procura			280	2018 - Procura	
media	480,14		342	media	413,5		308	media	353,96
dev	65,55853		332	dev	62,32281		294	dev	51,24723
			349				301		
2020 - Epoca Alta			383	2019 - Epoca Alta			305	2018 - Epoca Alta	
media	541,24		350	media	470,72		298	media	401,6
dev	29,35886		365	dev	25,89598		343	dev	19,56323
			347				288		
2020 - Epoca Baixa			343	2019 - Epoca Baixa			303	2018 - Epoca Baixa	
media	419,04		348	media	356,28		313	media	306,32
dev	16,35477		331	dev	19,85048		320	dev	18,18509

Figura 6: Cálculo médias e desvio padrão

ANEXO 4 – FOLHA EXCEL

Semana	Stock Inicial	Stock Final	Stock Contabilistico (Em Atraso)	Stock Contabilistico (Canceladas)	Stock médio	Procura	Abastecimento	Prazo	Encomenda	Quantidade encomendada	Vendas	Encomendas em falta	Nº Quebras	Custo de Encomenda	Custo de quebra	Custo de Existência	Custo Total
1	3755	3313	0	0	3534	442	0		0	0	442	0	0	- €	- €	1 219,23 €	1 219,23 €
2	3313	2826	0	0	3069,5	487	0		0	0	487	0	0	- €	- €	1 058,98 €	1 058,98 €
3	2826	2370	0	0	2598	456	0		0	0	456	0	0	- €	- €	896,31 €	896,31 €
4	2370	1891	0	0	2130,5	479	0		1	1986,8	479	0	0	1 500,00 €	- €	735,02 €	2 235,02 €
5	1891	1393	0	0	1642	498	0	1	0	0	498	0	0	- €	- €	566,49 €	566,49 €
6	3379	2905	0	0	3142	474	1986,8	0	0	0	474	0	0	- €	- €	1 083,99 €	1 083,99 €
7	2905	2443	0	0	2674	462	0		0	0	462	0	0	- €	- €	922,53 €	922,53 €
8	2443	1985	0	0	2214	458	0		1	1892,8	458	0	0	1 500,00 €	- €	763,83 €	2 263,83 €
9	1985	1508	0	0	1746,5	477	0	1	0	0	477	0	0	- €	- €	602,54 €	602,54 €
10	3400	2958	0	0	3179	442	1892,8	0	0	0	442	0	0	- €	- €	1 096,76 €	1 096,76 €
11	2958	2468	0	0	2713	490	0		0	0	490	0	0	- €	- €	935,99 €	935,99 €
12	2468	1995	0	0	2231,5	473	0		1	1882,8	473	0	0	1 500,00 €	- €	769,87 €	2 269,87 €
13	1995	1526	0	0	1760,5	469	0	3	0	0	469	0	0	- €	- €	607,37 €	607,37 €
14	1526	1036	0	0	1281	490	0	2	0	0	490	0	0	- €	- €	441,95 €	441,95 €
15	1036	560	0	0	798	476	0	1	0	0	476	0	0	- €	- €	275,31 €	275,31 €
16	2442	1953	0	0	2197,5	489	1882,8	0	1	1924,8	489	0	0	1 500,00 €	- €	758,14 €	2 258,14 €
17	1953	1502	0	0	1727,5	451	0	2	0	0	451	0	0	- €	- €	595,99 €	595,99 €
18	1502	1008	0	0	1255	494	0	1	0	0	494	0	0	- €	- €	432,98 €	432,98 €
19	2932	2469	0	0	2700,5	463	1924,8	0	0	0	463	0	0	- €	- €	931,67 €	931,67 €
20	2469	1989	0	0	2229	480	0		1	1888,8	480	0	0	1 500,00 €	- €	769,01 €	2 269,01 €
21	1989	1526	0	0	1757,5	463	0	2	0	0	463	0	0	- €	- €	606,34 €	606,34 €
22	1526	921	0	0	1223,5	605	0	1	0	0	605	0	0	- €	- €	422,11 €	422,11 €
23	2809	2213	0	0	2511	596	1888,8	0	0	0	596	0	0	- €	- €	866,30 €	866,30 €
24	2213	1580	0	0	1896,5	633	0		1	3437,45	633	0	0	1 500,00 €	- €	654,29 €	2 154,29 €
25	1580	943	0	0	1261,5	637	0	2	0	0	637	0	0	- €	- €	435,22 €	435,22 €
26	943	406	0	0	674,5	537	0	1	0	0	537	0	0	- €	- €	232,70 €	232,70 €
27	3843	3252	0	0	3547,5	591	3437,45	0	0	0	591	0	0	- €	- €	1 223,89 €	1 223,89 €
28	3252	2653	0	0	2952,5	599	0		1	2364,45	599	0	0	1 500,00 €	- €	1 018,61 €	2 518,61 €
29	2653	2041	0	0	2347	612	0	1	0	0	612	0	0	- €	- €	809,72 €	809,72 €
30	4405	3803	0	0	4104	602	2364,45	0	0	0	602	0	0	- €	- €	1 415,88 €	1 415,88 €
31	3803	3170	0	0	3486,5	633	0		0	0	633	0	0	- €	- €	1 202,84 €	1 202,84 €
32	3170	2530	0	0	2850	640	0		1	2487,45	640	0	0	1 500,00 €	- €	983,25 €	2 483,25 €
33	2530	1914	0	0	2222	616	0	2	0	0	616	0	0	- €	- €	766,59 €	766,59 €
34	1914	1295	0	0	1604,5	619	0	1	0	0	619	0	0	- €	- €	553,55 €	553,55 €
35	3782	3180	0	0	3481	602	2487,45	0	0	0	602	0	0	- €	- €	1 200,95 €	1 200,95 €
36	3180	2596	0	0	2888	584	0		1	2421,45	584	0	0	1 500,00 €	- €	996,36 €	2 496,36 €
37	2596	1925	0	0	2260,5	671	0	2	0	0	671	0	0	- €	- €	779,87 €	779,87 €
38	1925	1290	0	0	1607,5	635	0	1	0	0	635	0	0	- €	- €	554,59 €	554,59 €
39	3711	3143	0	0	3427	568	2421,45	0	0	0	568	0	0	- €	- €	1 182,32 €	1 182,32 €
40	3143	2586	0	0	2864,5	557	0		1	2431,45	557	0	0	1 500,00 €	- €	988,25 €	2 488,25 €
41	2586	1958	0	0	2272	628	0	2	0	0	628	0	0	- €	- €	783,84 €	783,84 €
42	1958	1347	0	0	1652,5	611	0	1	0	0	611	0	0	- €	- €	570,11 €	570,11 €
43	3778	3152	0	0	3465	626	2431,45	0	0	0	626	0	0	- €	- €	1 195,43 €	1 195,43 €
44	3152	2548	0	0	2850	604	0		1	2469,45	604	0	0	1 500,00 €	- €	983,25 €	2 483,25 €
45	2548	1942	0	0	2245	606	0	2	0	0	606	0	0	- €	- €	774,53 €	774,53 €
46	1942	1276	0	0	1609	666	0	1	0	0	666	0	0	- €	- €	555,11 €	555,11 €
47	3745	3267	0	0	3506	478	2469,45	0	0	0	478	0	0	- €	- €	1 209,57 €	1 209,57 €
48	3267	2788	0	0	3027,5	479	0		0	0	479	0	0	- €	- €	1 044,49 €	1 044,49 €
49	2788	2326	0	0	2557	462	0		0	0	462	0	0	- €	- €	882,17 €	882,17 €
50	2326	1839	0	0	2082,5	487	0		0	0	487	0	0	- €	- €	718,46 €	718,46 €
TOTAIS				0							27097	0	0	16 500,00 €	- €	41 074,49 €	57 574,49 €

Probabilidade	0.27	0.53	0.20	
Prazo de entrega	1	2	3	
Probabilidade Acumulada	0	0,27	0,8	
Parametros	S - Época Baixa	s - Época Baixa	S - Época Alta	s - Época Alta
	3877,8	2404,5	5017,45	3444
Ciclo (t) - semanas	4			
Epoca Baixa - Procura 2021			Epoca Alta - Procura 2021	
Media Semanal	473,56		Media Semanal	611,22
Desvio Padrão Semanal	16,1808		Desvio Padrão Semanal	34,7538
Custos				
Custo de existencia (C1)	0,345			
Custo de quebra (C2)	24			
Custo de encomenda(C3)	1500			
Probabilidade	0,6	0,4		
Quebras de Stock	Vendas em Espera	Vendas Canceladas		
Simulação	SHIFT+F9			
VALORES SIMULAÇÃO				
Custo Total Médio	1 151,49 €			
Probabilidade Quebra	0			
Nivel de Serviço	100%			
Procura Média /semana	541,94			
Esperança de Quebra	0			

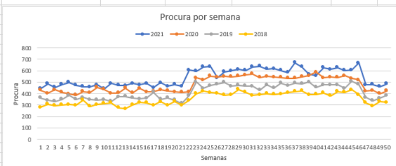

Figura 7: Folha de Cálculo