

Universidade do Minho

2º Semestre 2018/19

(MIEI, 3º Ano)

Modelos Estocásticos de Investigação Operacional

Trabalho Prático

(Problema de Gestão de Inventários)

Identificação do Grupo de Trabalho

<u>Número:</u>	<u>Nome completo:</u>	<u>Rubrica:</u>
A89047	Catarina Araújo Machado	Catarina Machado
A86264	Gonçalo Rui A. Alves Faria	Gonçalo Faria
A82335	João Pedro Machado Vilaga	João Vilaga
—	—	—

Data de entrega: 2019-04-__

Conteúdo

1	Descrição e formulação do problema	4
2	Modelo de Simulação do Funcionamento do Sistema (ex.1)	4
3	Medidas de desempenho	6
4	Análises Estatísticas	7
5	Simulação do Funcionamento do Sistema (ex.2)	8
6	Estudo comparativo	9
6.1	Ciclo de Encomenda	9
6.2	Simulações com Lucro, Taxa de Serviço e Custos	11
6.3	Cálculo de s e S segundo fórmula	12
7	Conclusões	13
8	Anexos	14
8.1	Sheet: Modelo de Simulação	14
8.2	Sheet: Simulação - Lucro	15
8.3	Sheet: Simulação - Taxa de Serviço	16
8.4	Sheet: Simulação - Custos	17
8.5	Sheet: Simulação - com s e S fórmula	18
8.6	Sheet: Enunciado	19
8.7	Código da Macro da Simulação	20
8.8	Código da Macro da Simulação dos s e S	22

Lista de Figuras

1	Gráfico do Stock Médio	7
2	Gráfico das Quebras	7
3	Gráfico do Lucro	8
4	Gráfico do Lucro Acumulado	8

1 Descrição e formulação do problema

A empresa ProLab, que fabrica reagentes químicos usados pelas clínicas laboratoriais, em 2019 pretende adotar uma política (s , S) de gestão de inventário e de produção de reagentes.

A **política** (s , S) tem um comportamento semelhante ao da política do tipo **Ciclo de Encomenda**. Ao fim de um período constante de tempo (t), neste caso de duas semanas, é feita uma revisão e é averiguado se se deve ou não efetuar uma encomenda. No caso da política (s , S), para a encomenda ser concretizada é também necessário que o stock em mão seja inferior a s . A quantidade a encomendar é a diferença entre um nível preestabelecido (S) e o stock em mão.

O prazo de entrega de uma encomenda (I) pode ser igual a uma ou duas semanas, com probabilidades de 0.6 e 0.4, respetivamente.

Existem vários outros dados conhecidos relativos à ProLab tais como a procura média de 2018, o custo de fabrico, o preço de venda, entre outros.

Uma vez que em todas as empresas é necessário efetuar análises, por exemplo do funcionamento previsto do sistema de gestão, estatísticas gerais e análises de viabilidade, surge a necessidade de implementar um modelo de simulação para esta empresa.

Desta forma, o problema passa por, numa primeira fase, perceber bem a política que a empresa pretende adotar e, conseqüentemente, trabalhar com os dados disponíveis.

Para tal, precisamos de construir uma folha de cálculo onde se encontre implementado um modelo de simulação do funcionamento do sistema de gestão pretendido, com o menor número de pressupostos e simplificações possível.

Os dados obtidos com o modelo gerarão estatísticas que irão colaborar na análise das medidas de desempenho do sistema, tais como as quebras, os custos e o lucro, de modo a que possa ser inferida a eficiência da política.

Posteriormente, tendo o modelo de simulação corretamente construído, é ainda necessário simular o funcionamento do sistema tendo como objetivo determinar quais serão os melhores valores recomendados para s e S .

2 Modelo de Simulação do Funcionamento do Sistema (ex.1)

Para a implementação de um modelo de simulação do funcionamento do sistema da empresa ProLab, com a política (s , S), recorreremos ao Microsoft Excel.

Começamos por extrair todos os dados do enunciado para a folha de cálculo **Enunciado**. É importante realçar a tabela da procura presente na mesma, onde se calcula a média e a simulação das vendas para 2019. No caso da média, sabemos que se irá observar um aumento de 3.8%. Já no caso da simulação das vendas, sabemos que irá sofrer uma variação de 8.7% (positiva ou negativa), logo, recorreremos à seguinte fórmula:

$$\text{MÉDIA DE VENDAS} * (1 + \text{RAND}() * \text{COEFICIENTE} * 2 - \text{COEFICIENTE})$$

Na *Sheet* principal, **Modelo de Simulação**, encontram-se todos os cálculos e fórmulas necessárias para a elaboração do modelo de simulação.

Começamos por construir uma tabela com 50 linhas, onde cada uma corresponde a uma das semanas do ano de 2019. Em seguida, foi necessário determinar quais os campos necessários para as colunas e deduzir a respetiva fórmula.

A ordem pela qual explicaremos as colunas é a que consideramos a de melhor compreensão para que sejam apresentadas inicialmente as fórmulas que não dependem de nenhuma variável ainda não explicada. Posto isto, começamos por mencionar a coluna correspondente à **procura**, que terá os valores presentes na tabela da procura da *Sheet* **Enunciado**.

Existe uma coluna que determina a quantidade de **vendas** da respetiva semana. Para calcular esta variável é necessário averiguar se o stock inicial da semana tem quantidades suficientes para colmatar a procura. Caso exista stock suficiente a quantidade de vendas é igual à procura, caso contrário a quantidade de vendas é igual ao stock existente. Temos também uma coluna que corresponde à **procura não contemplada** que será igual à diferença entre a procura e as vendas. No nosso problema, em caso de quebra de inventário, a empresa incorrerá à situação de perda de vendas.

Sabendo as vendas da semana, conseguimos determinar também o **stock final da semana**, que será então igual à diferença entre o stock inicial e as vendas. O **stock médio da semana** será igual a:

$$(\text{STOCK INICIAL} - \text{STOCK FINAL}) / 2 + \text{STOCK FINAL}$$

Para determinar se se **encomenda** ou não, tivemos que ter em conta dois fatores. Tal como é mencionado no enunciado, o ciclo de encomenda é de 2 semanas, ou seja, só de duas em duas semanas é que se poderá averiguar se vale a pena encomendar ou não. Este foi o primeiro fator a ter em consideração e decidimos que só se poderá encomendar em semanas com número par. Nas semanas com número ímpar a coluna relativa a **encomenda** fica imediatamente com o valor 0. Em seguida, para as colunas com número par, é averiguado se o stock final da semana é inferior a **s**, um valor máximo de referência preestabelecido, visto que apenas se pode encomendar nessas circunstâncias. Em caso afirmativo, a variável encomenda fica com o valor 1, o que significa que no final daquela semana terá que se realizar uma encomenda. A fórmula utilizada para o efeito é equivalente a:

$$\text{IF}(\text{MOD}(\text{SEMANA};2)=0;\text{IF}(\text{STOCK FINAL} < \text{s};1;0);0)$$

Se for necessário efetuar uma encomenda será necessário determinar a **quantidade a encomendar**. Esta cálculo é efetuado na coluna **quantidade encomendada** que, de acordo com o enunciado, é igual à diferença entre um nível máximo preestabelecido (**S**) e o stock em mão (que neste caso será o stock no final da semana). Desta forma, a fórmula obtida é a seguinte:

$$\text{ENCOMENDA} * (\text{S} - \text{STOCK FINAL})$$

Em seguida, abordamos a coluna **tempo de espera**. No enunciado é referido que o prazo de entrega poderá ser igual a uma ou duas semanas, cada um com diferentes probabilidades (0.6 e 0.4, respetivamente). A estratégia que utilizamos foi a de atribuir o valor 1 a essa variável caso o prazo de entrega fosse uma semana e o valor 0 caso fossem duas semanas. Assim, de forma a calcular estes valores utilizamos a fórmula ilustrada em seguida, que atribui então o valor 1 em 60% das vezes e o valor 0 em 40%:

$$\text{IF}(\text{RAND}() < \text{P}(2 \text{ SEMANAS});1;0)$$

Relativamente ao **stock inicial**, sabemos que na primeira semana o seu valor terá que ser calculado de forma diferente, logo, atribuímos-lhe um valor aleatório uniforme entre o intervalo de **s** a **S**.

$$\text{s} + (\text{S} - \text{s}) * \text{RAND}()$$

O **stock inicial** da segunda semana será apenas igual ao stock final da primeira semana, visto que não daria tempo para ter chegado nenhuma encomenda, nem que tivesse sido realizada no final da primeira semana, pois mesmo que o prazo de entrega fosse uma semana só chegaria no final segunda, logo, a quantidade encomendada só seria contabilizada para o stock inicial da terceira semana. Desta forma, podemos concluir que tem que se somar a quantidade encomendada somente de há duas semanas atrás caso o prazo dessa semana for de uma semana.

Para a terceira semana, o **stock inicial** é então calculado através da soma do stock final da segunda semana com a quantidade encomendada na primeira semana (que é há duas semanas atrás), caso o prazo de entrega das encomendas efetuadas na primeira semana for de uma semana.

Tendo em consideração que temos uma variável **tempo de espera** que é 1 caso o prazo de entrega da semana seja uma semana, basta multiplicar esse valor pela quantidade encomendada para obter a quantidade que devemos adicionar ao stock inicial.

A partir da quarta linha o **stock inicial** é calculado sempre de forma igual, ou seja, somasse o stock final da semana anterior, com a quantidade encomendada no final de há duas semanas caso o prazo de entrega fosse de uma semana, e com a quantidade encomendada no final de há três semanas caso o prazo de entrega dessa semana fosse de duas semanas. Com recurso à variável **tempo de espera**, sabemos que caso o prazo de entrega seja de duas semanas esta variável tem o valor de 0. Logo, se multiplicarmos a quantidade encomendada por “1 - tempo de espera” temos a quantidade a receber caso tenha havido uma encomenda no final de há 3 semanas atrás. A fórmula obtida é a apresentada em seguida, que neste exemplo calcula apenas o valor do **stock inicial** da semana número 10:

$$\begin{aligned} & \text{STOCK FINAL SEM9} + \\ & \text{TEMPO DE ESPERA SEM8} * \text{QUANTIDADE ENC. SEM8} + \\ & (1 - \text{TEMPO DE ESPERA SEM7}) * \text{QUANTIDADE ENC. SEM7} \end{aligned}$$

Relativamente aos valores, para determinar a **receita das vendas** semanal basta multiplicar a quantidade vendida (**vendas**) pelo preço de venda (120 euros).

Para calcular o **custo de posse** da semana, ou seja, o custo de armazenar os produtos, calculamos o c1 e multiplicamos pelo **stock médio da semana** (dado que já se encontra presente noutra coluna). O c1 tem um preço fixo igual a 96.5 euros (custo de fabrico) a multiplicar por 0.0036 (taxa de juro semanal), o que dá 0.3474 euros por caixa.

Quanto ao **custo de quebra** da semana, sabemos que teremos que multiplicar o c2 pela **procura não contemplada** (dado já presente noutra coluna). O c2 tem um valor fixo já disponibilizado no enunciado, $(20 + 2 * d1)$, que, como no caso o d1 é igual a 4 dá um total de 28 euros por caixa.

Por fim, temos o **custo de encomenda**, que tem um custo fixo de 900 euros por encomenda.

Desta forma, conseguimos obter o **lucro** da semana, que é igual à diferença entre as receitas e os custos, ou seja, receitas das vendas - custo de posse - custo de quebra - custo de encomenda.

Desta forma, ficou então construído o nosso modelo de simulação da empresa ProLab, seguindo a política (s, S). Para podermos visualizar o funcionamento do mesmo resta-nos então inserir dois valores fundamentais - o **s**, que corresponde ao stock máximo para seja efetuada uma encomenda, e o **S**, a quantidade máxima de encomenda.

3 Medidas de desempenho

Para que possa ser realizada uma análise estatística com detalhe foram incluídas na folha de cálculo as medidas de desempenho que consideramos serem as mais adequadas.

Desta forma, é calculado o **stock médio semanal**, que é uma média dos stocks médios semanais de cada uma das 50 semanas, o **custo de posse médio semanal**, que é uma média dos custos de posse de cada uma das semanas, **custo médio semanal**, que é a soma de todos os custos a dividir pelo número de semanas, e o **número total de quebras**, que é a soma de todas as quebras que ocorreram ao longo do ano. Temos também a **taxa de serviço** (entre 0 e 1), que é $1 - \text{taxa de quebra}$, onde a taxa de quebra é então o número de quebras a dividir pela soma total da procura.

O **custo médio semanal de encomenda**, que seria 900 euros caso fossem realizadas encomendas todas as semanas, mas como não podem ser efetuadas encomendas todas as semanas temos a média desses valores. O **custo de quebra semanal** é a média dos custos de quebra semanais.

O **custo total** é a soma de todos os custos de todas as semanas, a **receita total** é a soma de todas as receitas de todas as semanas e, por fim, o **lucro total**, a diferença entre as receitas totais e os custos totais.

4 Análises Estatísticas

Para a visualização dos nossos dados e medidas de desempenho ao longo das 50 semanas construímos alguns gráficos, que se encontram na *Sheet Gráficos*.

Para não termos um número exagerado de gráficos, decidimos concentrarmo-nos em apenas quatro, mas podem ser adicionados mais. Para os exemplos de gráficos que vamos apresentar, o **S** que escolhemos tem o valor de 1500 e o **s** tem o valor de 1000.

Para começar, construímos um gráfico onde é possível visualizar o stock médio semanal de cada uma das semanas. Com este gráfico conseguimos perceber que para estes valores de **sS's** o stock médio vai aumentando ligeiramente, tendo ainda alguns picos onde o stock médio chega a ser 0.

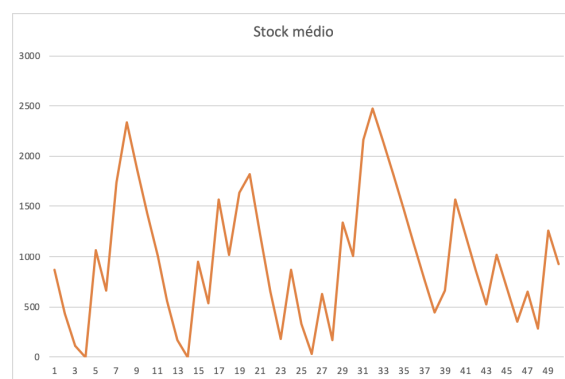


Figura 1: Gráfico do Stock Médio

Comparando com o gráfico das quebras, vemos, como seria de esperar, que essas semanas onde o stock médio é 0 são as semanas onde existem quebras. Na maioria das semanas não se verificam quebras.

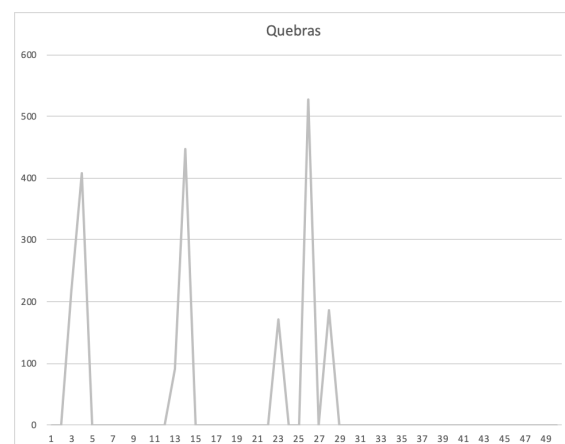


Figura 2: Gráfico das Quebras

Nas semanas onde há quebras, o lucro é também afetado.



Figura 3: Gráfico do Lucro

Verifica-se ainda, no gráfico correspondente ao lucro acumulado, que o lucro total aumenta de forma praticamente linear ao longo do tempo.



Figura 4: Gráfico do Lucro Acumulado

5 Simulação do Funcionamento do Sistema (ex.2)

Para efetuarmos simulações do funcionamento do sistema com base no modelo feito no exercício 1 fizemos uma macro no Microsoft Excel, cujo respetivo código se encontra em anexo, na Secção 8.7.

O objetivo desta macro é produzir uma tabela, onde as linhas representam o **S** e as colunas o **s**, e o conteúdo representa os valores dos lucros totais para cada uma dessas combinações de **s** e **S**.

Em seguida, explicaremos resumidamente o raciocínio utilizado na elaboração dessa macro:

Com as variáveis *sSmallStart* e *sBigStart* indicamos os valores iniciais de **s** e **S**, respetivamente. A diferença dos valores de **s** e **S** para cada simulação de valores é efetuada em intervalos de *update*, ou seja, no exemplo em anexo começam em 50, seguido de 100, 150, até um valor calculado com a ajuda da variável *difs*. A variável *difs* indica quantos valores diferentes vão ser testados, logo, para o exemplo em anexo o **s** e **S** vão variar entre 50 e $50 (update) \times 50 (difs) = 2500$.

Para uma simulação o mais próxima da realidade, existe a possibilidade de fazer várias simulações para cada par **s** e **S**. Cada simulação é como se fosse um elemento de uma amostra e o *maxIt* define o tamanho da amostra. No nosso caso, *maxIt* é igual a 25, logo, calcula 25 vezes o valor do lucro, e o valor total do lucro para o par **s** e **S** será a média dessas 25 iterações. Desta forma, pensamos que conseguimos obter valores mais significativos.

Para que a simulação seja realizada corretamente é imprescindível que o **s** e o **S** do **Modelo de Simulação** tenham hiperligações para as células **s** e **S** da **Simulação - Lucro**, para que a simulação vá alterando os valores de **s** e **S** do modelo e ir extraindo os lucros respetivos.

Em suma, os valores da linha e da coluna (**s** e **S**) vão sendo inseridos no modelo da *Sheet* **Modelo de Simulação** e o resultado do lucro total é extraído, é calculado 5 vezes esse lucro e o resultado final inserido na tabela da *Sheet* **Simulação - Lucro** será a média desses valores.

Para além de uma simulação que calculasse os valores dos lucros totais para diferentes pares **s** e **S**, decidimos também calcular as taxas de serviço. Essa simulação encontra-se presente *Sheet* **Simulação - Taxa de Serviço**. Para a calcular, o único aspeto que é necessário mudar em todo o documento é a hiperligação do **s** e do **S** na *Sheet* **Modelo de Simulação**, que passam a conter a hiperligação para os valores de **s** e de **S** da *Sheet* **Simulação - Taxa de Serviço**.

Por fim, decidimos também simular com o objetivo de analisar os custos totais. Essa simulação encontra-se presente *Sheet* **Simulação - Custos**. É também necessário alterar as hiperligações dos **Ss's** na *Sheet* **Modelo de Simulação**.

6 Estudo comparativo

Para efetuarmos um bom estudo comparativo adotamos diferentes metodologias para podermos efetuar eficazmente uma análise dos resultados.

6.1 Ciclo de Encomenda

Decidimos adotar a política Ciclo de Encomenda para determinar analiticamente uma solução que proporcioná-se uma linha de base com a qual fosse possível, simultaneamente, comparar o desempenho das soluções obtidas através da simulação e também estabelecer um espaço de procura local para diminuir o intervalo de soluções a simular.

No entanto, para que tal fosse possível, tivemos que adicionar alguns pressupostos uma vez que o modelo usado é extremamente simples e não corresponde exatamente ao sistema em análise.

Os dados extraídos do enunciado são os seguintes:

- $i = 0,36\%$ semanal
- $b = 96,5\text{€}/$ unidade
- $v = 120\text{€}/$ unidade
- $c3 = 900\text{€}/$ encomenda
- $c2 = 28\text{€}/$ unidade em atraso
- $c1 = 0,3474\text{€}/$ unidade / semana
- $t = 2$ semanas
- $l = 1$ ou 2 semanas ($P(1) = 0,6$ e $P(2) = 0,4$)

Tendo em consideração que o l não é sempre igual calculamos o seu valor esperado, que é igual a $1 * 0,6 + 2 * 0,4 = 1,4$.

A procura foi calculada através da média valores das vendas para 2019, presentes na *Sheet* **Enunciado**. Assim, a procura (r) são 430 unidades.

Quanto ao desvio padrão, assumimos que a procura semanal é independente, logo, aplicamos a seguinte fórmula para obter o desvio padrão da procura (σ_r):

$$\sigma_r = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i}{n}\right)^2} \quad (1)$$

Assim, substituindo os valores com os dados do enunciado obtemos $\sigma_r = 13,47$.
A distribuição da procura é normal e igual a:

$$N(430; 13, 47^2)$$

Para o desvio do prazo de entrega (σ_l) fizemos uma simplificação e assumimos que é 0.

O objetivo agora passa por calcular o valor ótimo para **S** e, através da fórmula 9, obter o **s**.
Com a matéria leccionada na unidade curricular, calculamos então o valor de **S**:

$$S = \mu_{DDPP} + z * \sigma_{DDPP} \quad (2)$$

$$\mu_{DDPP} = r * (t + l) = 430 * (2 + 1.4) = 1462 \quad (3)$$

$$\sigma_{DDPP} = \sqrt{(t + l) * \sigma_r^2 + r^2 * \sigma_l^2} = 24,84 \quad (4)$$

$$P[DDPP > S] = \frac{c1 * t}{c2} = \frac{0,3474 * 2}{28} = 0,0248 \quad (5)$$

Através da tabela da função de densidade normal, para o 1º integral igual a 0.0248 temos que **N = 65**.

$$z = \frac{3 * N}{100} = \frac{3 * 65}{100} = 1,95 \quad (6)$$

O segundo integral, correspondente a $E[DDPP]$, é igual a 0,007903.

Logo, obtemos:

$$S = 1462 + 1.95 * 24,84 = 1509,74$$

Aplicando a fórmula 9 temos que:

$$s = S + \frac{r * t}{2} - \sqrt{\frac{2 * r * c3}{c1}} = 447,1$$

Em seguida, calculamos o valor do **lucro total**. Numa primeira fase calculamos o custo total semanal:

$$c_t = c_1 * (S - r * l - \frac{r * t}{2}) + c_2 * \frac{1}{t} * E[DDPP > t] + c_3 * \frac{1}{t} = 616,08 \quad (7)$$

Multiplicando o custo total semanal pelas 50 semanas obtemos o custo total anual, que é igual a 30 803,9.

Numa segunda fase calculamos as receitas. Para tal, começamos por calcular a quantidade de vendas:

$$Procura\ total * (1 - P[DDPP > S]) = 430 * 50 * (1 - 0,0248) = 20966,8 \quad (8)$$

Para saber as receitas basta multiplicar 20 966,8 pelo preço de venda, que é 120, logo, dá um total de 2 516 016€.

Logo, o lucro para $S = 1509,74$ e $s = 447,1$ é igual a **2 516 016 - 30 803,9 = 2 485 212,1**.

Aplicamos os valores dos **Ss's** obtidos no nosso modelo de simulação, fazendo 25 iterações. Fizemos a média desses valores e obtivemos um lucro total médio igual a **1 839 457,154**. Desta forma, conseguimos ver como é que a solução obtida com o ciclo de encomenda se comporta no nosso modelo.

6.2 Simulações com Lucro, Taxa de Serviço e Custos

Utilizando a simulação explicada na Secção 5 referente ao **lucro** obtivemos, tal como seria esperado, uma tabela com os valores de **s** e **S** nas colunas e linhas, respetivamente, e com os valores dos lucros totais para cada um desses pares no conteúdo da tabela. Na Secção 8.2 encontra-se o resultado da simulação, com os melhores valores para **s** e **S** sombreados a vermelho.

O top 4 dos melhores pares **s** e **S** e o lucro respetivo é o seguinte:

1. $S = 2350$ e $s = 1700$: Lucro = 2 586 077
2. $S = 2400$ e $s = 1500$: Lucro = 2 581 552
3. $S = 2500$ e $s = 1650$: Lucro = 2 569 171
4. $S = 2300$ e $s = 1600$: Lucro = 2 567 145

Desta forma, obtivemos os melhores valores de **s** e **S**, caso o objetivo seja maximizar o lucro da empresa.

Em seguida, decidimos simular as **taxas de serviço**. Para tal, utilizamos também a simulação explicada na Secção 5. Na Secção 8.3 encontra-se o resultado da simulação, com os melhores valores para **s** e **S** sombreados a vermelho. Para se utilizar esta simulação é necessário alterar as hiperligações dos **Ss's** no **Modelo de Simulação** para os valores da *Sheet* **Simulação - Taxa de Serviço**.

Como o objetivo desta simulação é aprimorar as conclusões da simulação dos lucros. Assim, verificamos quais são as taxas de serviço para cada um dos pares de **s** e **S** obtidos na simulação anterior:

1. $S = 2350$ e $s = 1700$: Taxa de Serviço = 1,00
2. $S = 2400$ e $s = 1500$: Taxa de Serviço = 0,97
3. $S = 2500$ e $s = 1650$: Taxa de Serviço = 0,98
4. $S = 2300$ e $s = 1600$: Taxa de Serviço = 1,00

Através desta medida de desempenho conseguimos perceber que a taxa de serviço é 100% ou quase 100% nos 4 pares de valores obtidos anteriormente, o que significa que todos os **S/s's** que geram mais lucro têm também uma taxa de serviço, ou seja, uma capacidade de satisfazer a procura, bastante alta.

No entanto, analisando a tabela gerada, conseguimos constatar que através de uma certa referência na tabela (aproximadamente a partir da coluna 1500 (**s**)) os valores da taxa de serviço são todos bastante elevados.

Por fim, decidimos também simular com o objetivo de analisar os **custos totais**. Para tal, utilizamos também a simulação explicada na Secção 5. Na Secção 8.4 encontra-se o resultado da simulação, com os melhores valores (valores mais baixos) para **s** e **S** sombreados a vermelho. O valor do custos total mais baixos corresponde a $S = 2350$ e $s = 1300$, e é igual a 40682,34.

Para os valores anteriormente verificados, os valores dos custos respetivos são os seguintes:

1. $S = 2350$ e $s = 1700$: Custo = 51762,63
2. $S = 2400$ e $s = 1500$: Custo = 52919,14
3. $S = 2500$ e $s = 1650$: Custo = 50618,43
4. $S = 2300$ e $s = 1600$: Custo = 54074,43

Estes valores não são tão baixos como o custo mais baixo encontrado mas acabam por ser considerados também valores baixos comparativamente a todos os outros que se encontram na tabela gerada (Secção 8.4).

6.3 Cálculo de s e S segundo fórmula

Com esta metodologia pretendemos analisar se a seguinte fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{2 * r * c3}{c1}} + s - \frac{r * t}{2} \quad (9)$$

presente nos apontamentos da unidade curricular, produz ou não uma boa aproximação ideal dos valores de s e S .

Para obtenção da tabela correspondente dos lucros dos pares s e S , tivemos a necessidade de elaborar uma nova macro, praticamente igual à anterior porém sem escrever os valores de s nas colunas da folha de cálculo e preenchendo somente os valores da diagonal. Os valores de s são então obtidos através da aplicação da fórmula 9. O código da macro encontra-se na Secção 8.8 e o resultado da aplicação desta simulação encontra-se na Secção 8.5.

Tal como podemos observar através da simulação gerada, o melhor valor do lucro encontrado foi de 2 477 751, com $S = 2450$ e $s = 1383$. Este valor é inferior 108 326 euros relativamente ao valor encontrado na simulação anterior.

7 Conclusões

O trabalho desenvolvido, através da criação de um modelo do sistema, permitiu a obtenção de uma política de gestão de inventário aproximadamente ótima com técnicas de simulação.

Embora para problemas pequenos, como o resolvido neste trabalho, o esforço computacional seja reduzido, o recurso a técnicas de simulação no espaço de soluções total, devido à diminuta capacidade de escalabilidade destas, é impensável em problemas reais. Com o intuito de diminuir a exigência computacional no cálculo de boas soluções tentamos obter um resultado base.

Para que um resultado base pudesse ser calculado, simplificamos o sistema para que este fosse congruente com um modelo analítico rudimentar. O modelo analítico usado foi o Ciclo de Encomenda. Partindo de um resultado base pudemos limitar o espaço de soluções a simular. No processo, compreendemos que o uso de apenas modelos analíticos simples apresenta maus resultados quando comparado com as melhores soluções obtidas com simulação.

Adicionalmente, como outra abordagem à diminuição dos recursos computacionais necessários para o cálculo de uma boa solução, reduzimos os graus de liberdade do modelo desenvolvido, usando uma expressão que relaciona os parâmetros deste. A solução obtida foi satisfatória, quando comparada com a obtida com o modelo puramente analítico e aparenta ser a melhor opção para lidar com problemas de grande dimensão.

Assim, após uma análise aprofundada dos diferentes desempenhos obtidos com as diferentes metodologias que adotamos consideramos que os melhores resultados são fruto das simulações com valores de \mathbf{S} e \mathbf{s} intervalares e “aleatórios”. Porém, utilizando a fórmula 9, obtemos valores mais baixos mas que são considerados aceitáveis. Utilizando a mesma capacidade de computação, conseguiríamos melhores valores utilizando a fórmula. Se a capacidade de computação fosse ilimitada os melhores valores seriam obtidos com os valores de \mathbf{S} e \mathbf{s} intervalares e aleatórios mas, como tal não é possível, a forma de obter os resultados mais próximos dos valores ótimos é utilizando a fórmula que relaciona os $\mathbf{Ss's}$.

8.1 Sheet: Modelo de Simulação

14

8.2 Sheet: Simulação - Lucro

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

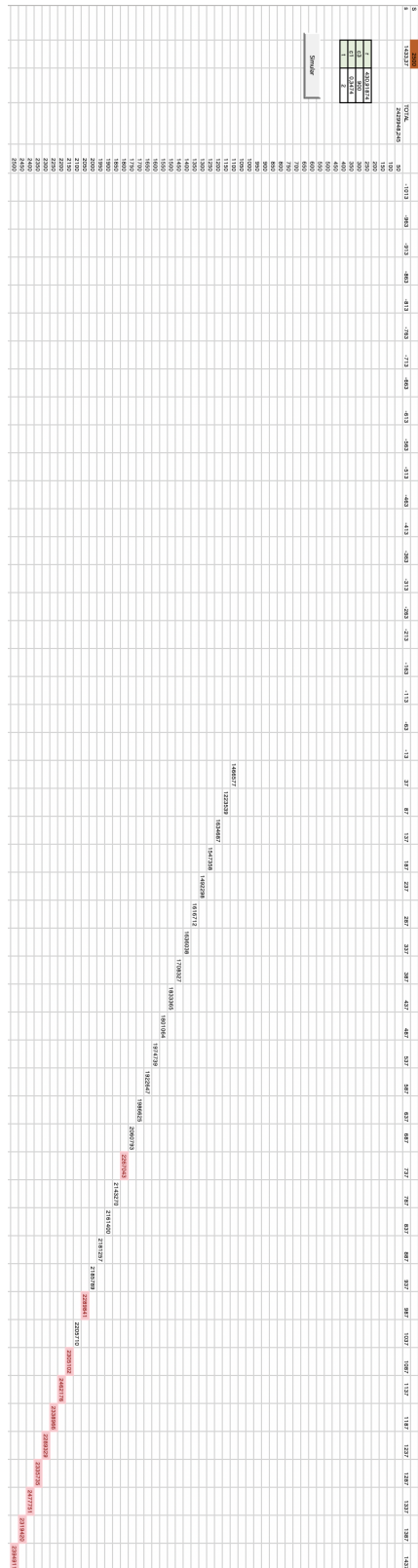
8.3 Sheet: Simulação - Taxa de Serviço

[illegible]

8.4 Sheet: Simulação - Custos

Date	Time		Location	Activity	Notes	Status
	Start	End				
2023-01-01	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-02	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-03	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-01-04	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-05	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-06	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-01-07	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-08	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-09	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-01-10	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-11	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-12	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-01-13	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-14	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-15	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-01-16	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-17	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-18	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-01-19	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-20	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-21	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-01-22	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-23	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-24	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-01-25	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-26	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-27	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-01-28	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-01-29	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-01-30	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-01-31	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-01	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-02	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-02-03	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-04	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-05	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-02-06	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-07	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-08	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-02-09	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-10	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-11	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-02-12	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-13	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-14	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-02-15	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-16	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-17	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed
2023-02-18	08:00	18:00	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-19	07:30	17:30	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-20	09:00	19:00	Office	Work	Good	Completed
2023-02-21	08:30	18:30	Home	Relaxing	Good	Completed
2023-02-22	07:00	17:00	Gym	Cardio	Good	Completed
2023-02-23	09:30	19:30	Office	Work	Good	Completed

8.5 Sheet: Simulação - com s e S fórmula



8.6 Sheet: Enunciado

[illegible]

8.7 Código da Macro da Simulação

```
Sub Simulate()

Dim sSmallStart As Integer
Dim sBigStart As Integer
Dim maxIt As Integer
Dim sum As Double
Dim update As Integer
Dim difs As Integer
Dim cornerCl As Integer
Dim cornerRw As Integer
Dim targetsSmallRw As Integer
Dim targetsSmallCl As Integer
Dim targetsBigRw As Integer
Dim targetsBigCl As Integer
Dim profitRw As Integer
Dim profitCl As Integer
Dim rw As Integer
Dim cl As Integer

sSmallStart = 0
sBigStart = 0
maxIt = 25
update = 50
difs = 50
cornerRw = 3
cornerCl = 5
targetsBigRw = 2
targetsBigCl = 2
targetsSmallCl = 2
targetsSmallRw = 3
profitRw = 4
profitCl = 4

For rw = 1 To difs
    Cells(cornerRw + rw, cornerCl).Value = sBigStart + rw * update
Next rw

For cl = 1 To difs
    Cells(cornerRw, cornerCl + cl).Value = sSmallStart + cl * update
Next cl

For rw = 1 To difs
    For cl = 1 To difs
        If rw >= cl Then
            Cells(targetsSmallRw, targetsSmallCl).Value = Cells(cornerRw, cornerCl + cl).Value
            Cells(targetsBigRw, targetsBigCl).Value = Cells(cornerRw + rw, cornerCl).Value
            sum = 0
            For it = 1 To maxIt
                sum = sum + Cells(profitRw, profitCl).Value / maxIt
            Next it
            Cells(cornerRw + rw, cornerCl + cl).Value = sum
        End If
    Next cl
Next rw
```

```
        Next cl
    Next rw
End Sub
```

8.8 Código da Macro da Simulação dos s e S

```
Sub SsSimulate()

Dim sSmallStart As Integer
Dim sBigStart As Integer
Dim maxIt As Integer
Dim sum As Double
Dim update As Integer
Dim difs As Integer
Dim cornerCl As Integer
Dim cornerRw As Integer
Dim targetsSmallRw As Integer
Dim targetsSmallCl As Integer
Dim targetsBigRw As Integer
Dim targetsBigCl As Integer
Dim profitRw As Integer
Dim profitCl As Integer
Dim rw As Integer
Dim cl As Integer

sSmallStart = 0
sBigStart = 0
maxIt = 25
update = 50
difs = 50
cornerRw = 3
cornerCl = 5
targetsBigRw = 2
targetsBigCl = 2
targetsSmallCl = 2
targetsSmallRw = 3
profitRw = 4
profitCl = 4

For rw = 1 To difs
    Cells(cornerRw + rw, cornerCl).Value = sBigStart + rw * update
Next rw

For rw = 1 To difs
    For cl = 1 To difs
        If rw = cl Then
            Cells(targetsSmallRw, targetsSmallCl).Value = Cells(cornerRw, cornerCl + cl).Value
            Cells(targetsBigRw, targetsBigCl).Value = Cells(cornerRw + rw, cornerCl).Value
            sum = 0
            For it = 1 To maxIt
                sum = sum + Cells(profitRw, profitCl).Value / maxIt
            Next it
            Cells(cornerRw + rw, cornerCl + cl).Value = sum
        End If
    Next cl
Next rw
End Sub
```