Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Computação

# Trabalho de Modelagem e Simulação
# Prática 01

**Alunos:** Aline de Souza Lima Abreu
Miguel Henrique de Brito Pereira
Tarcísio Magno de Almeida Filho
Vinícius Gonzaga Rocha

Uberlândia
2017

# Sumário

**Exercício 1.2.2** **3**

**Exercício 1.2.3** **5**

**Exercício 1.2.6** **6**

**Exercício 1.2.8** **8**

**Exercício 1.3.1** **10**

**Exercício 1.3.2** **12**

**Exercício 1.3.4** **14**

# Lista de Figuras


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Output alteração Ex.1.2.2 - letra A | 4 |
| 2 | Resultado da alteração Ex.1.2.2 - letra B | 5 |
| 3 | Output Ex.1.2.6 - letra A | 7 |
| 4 | Output alteração Ex.1.2.8 - letra A | 9 |
| 5 | Output valores de $\bar{s}$ - Ex.1.2.8 - letra B | 10 |
| 6 | Output valores de $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$ e q Ex.1.2.8 - letra B | 10 |
| 7 | Tabela comparativa Exemplo 1.3.1 - Exercício 1.3.1 | 11 |
| 8 | Imagem de conferência Exemplo 1.3.2 - Exercício 1.3.1 | 11 |
| 9 | Output valores Exemplo 1.3.3 - Exercício 1.3.1 | 12 |
| 10 | Gráfico Ex.1.3.2 - letra C | 14 |
| 11 | Gráfico S100 Ex.1.3.4 - letra A | 15 |
| 12 | Gráfico S60 Ex.1.3.4 - letra A | 16 |

# Exercício 1.2.2

Letra a) Modifique o programa ssq1 para imprimir as estatísticas adicionais $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$.

A modificação é baseada no teorema 1.2.1, onde diz que se a disciplina da fila é FIFO (First in - First out), a capacidade de nó de serviço é infinita, e o servidor está ocioso inicialmente (em t=0) e imediatamente após a partida no n-ésimo *job (em $t = c_n$).*
*As únicas alterações no código foram as linhas onde printamos os valores de $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$, onde para cada um destes temos:*

$$\bar{l}=\left(\frac{n}{c_n}\right)\bar{w} = 2.59859352$$
$$\bar{q}=\left(\frac{n}{c_n}\right)\bar{d} = 1.87870924$$
$$\bar{x}=\left(\frac{n}{c_n}\right)\bar{s} = 0.71988429$$
*Sabendo que $\bar{l} = \bar{q} + \bar{x}$.*

*O resultado obtido da alteração é:*

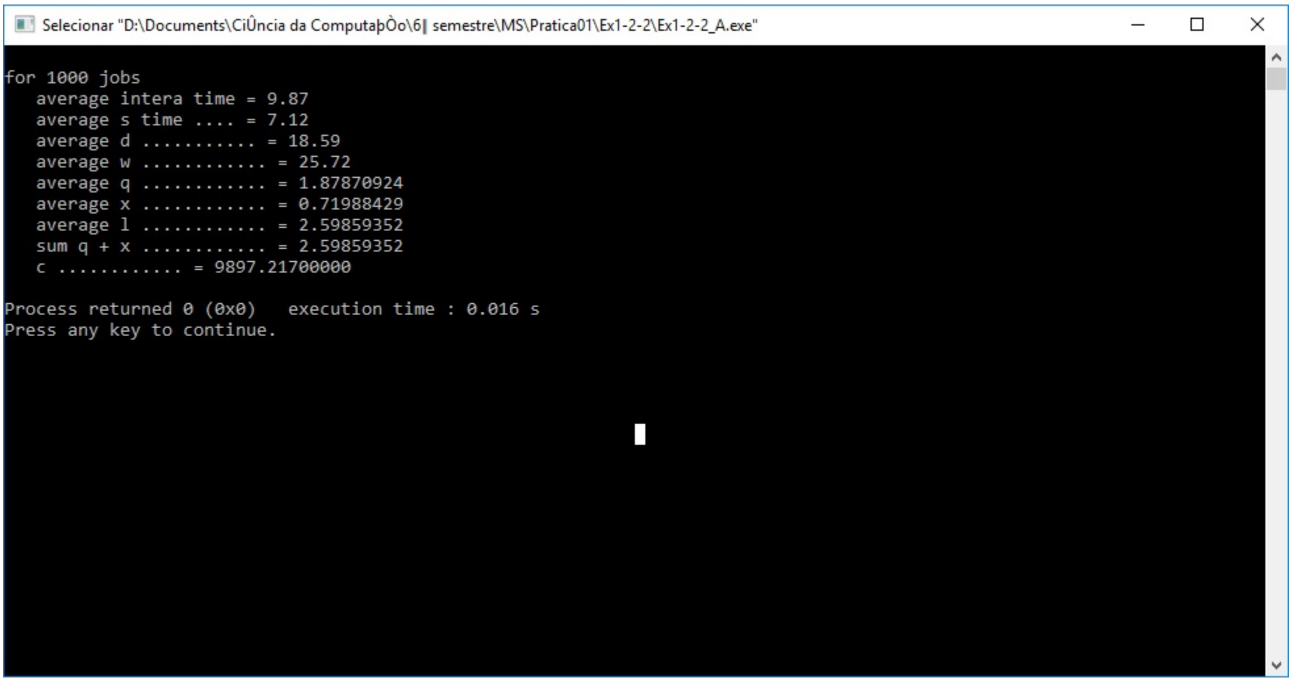


Figura 1: Output alteração Ex.1.2.2 - letra A

*Letra b) Similar ao estudo de caso, use este programa para calcular uma tabela para $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$ para o tráfego de intensidades de 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1 e 1.2.*

*Utilizando os dados do arquivo ssq1.dat, temos uma intensidade de tráfego de aproximadamente 0.721, pois sabemos que a intensidade de tráfego é o tempo médio de serviço dividido pelo* *tempo médio entre as chegadas, onde:*

$$\frac{1/\bar{r}}{1/\bar{s}} = \frac{\bar{s}}{\bar{r}}$$

*De acordo com a questão "a"sabemos que $\bar{s}$ = 7,12, $\bar{r}$ = 9,87, que pela equação acima resulta em aprox. 0.721.*

*No entanto, para alterarmos o código, o que fizemos foi pegar o tráfego de intensidade dado no exercício e dividí-lo pelo tráfego de intensidade obtida através dos dados do arquivo (0.721), pegamos o resultado desta divisão e incluímos no valor de retorno da função GetService, multiplicando este valor por "s", onde "s"era o único valor de retorno. Os valores obtidos foram:*

| Traffic Intensity | x | q | l |
|---|---|---|---|
| 0.6 | 0.6 | 0.963 | 1.563 |
| 0.7 | 0.699 | 1.675 | 2.374 |
| 0.8 | 0.798 | 2.987 | 3.785 |
| 0.9 | 0.896 | 7.493 | 8.388 |
| 1.0 | 0.992 | 25.854 | 26.846 |
| 1.1 | 0.995 | 69.436 | 70.430 |
| 1.2 | 0.996 | 105.859 | 106.855 |

Figura 2: Resultado da alteração Ex.1.2.2 - letra B

*letra c) Comente sobre como $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$ dependem da intensidade do tráfego.*

*Podemos notar que quando o tráfego é menor que 1.00, $\bar{x}$ fica pequeno, significando que o servidor está ficando ocioso durante bastante tempo, enquanto $\bar{q}$ está proximo de zero, significando que não está tendo fila, conforme esse valor cresce e se aproxima de 1.00, o valor de $\bar{x}$ vai se aproximando cada vez mais de 1.00, ou seja, o servidor está ficando menos ocioso, e o valor de $\bar{q}$ começa a crescer também. A partir do momento que o tráfego fica maior que 1.00, o valor de $\bar{x}$ fica muito próximo ou igual a 1.00, demonstrando que o servidor não está quase nunca ocioso, e o valor de $\bar{q}$ começa a crescer, mostrando que a fila está presente e ficando maior.*

*letra d) Em relação ao estudo de caso, se for decidido que $\bar{q}$ maior que 5,0 não é aceitável, qual o aumento sistemático nos tempos de serviço seria aceitável? Use a precisão d,dd.*

*fazer variação no tempo de serviço q seja aceitavel de modo que não fira uma fila maior que cinco. ate que ponto eu posso expressar uma fila de modo q não ultrapasse 5.*

# Exercício 1.2.3

*Letra a) Modifique o programa ssq1 adicionando a capacidade de calcular o atraso máximo, o número de jobs no nó de serviço em um horário específico (conhecido no tempo de compilação) e a proporção de trabalhos atrasados.*

*O delay máximo foi obtido usando uma variável max_delay, onde um if verifica se o delay atual é maior que o máximo até o momento, e assim atualizando a variável caso necessário. Foi criado uma variável que conta cada job que tem que esperar para ser atendido. No final essa variável é dividida pelo index final, resultando na proporção de jobs atrasados.*

*O número de jobs no nó de serviço foi encontrando usando uma variável in_time, para receber o tempo exato que se quer saber quantos jobs tem no nó, e uma variáveis jobs_in_node, que conta quantos jobs estão no nó. Assim, foi construido um if que verifica se o tempo de chegada é menor que a variável in_time e se o tempo de saída é maior, caso verdadeiro, a variável jobs in node e incrementada.*

*Letra b) Qual foi o atraso máximo experimentado?*

*O delay máximo foi de 118.7610.*

*Letra c) Quantos jobs estavam no nó de serviço em t=400 e como a computação deste número se relaciona com a prova do teorema 1.2.1?*

*No tempo 400, temos 7 jobs dentro do nó de serviço. Eles se relacionam com a função indicadora que só conta quem está no tempo t, então ele coloca 1 para quem está no tempo t e 0 para quem não está.*

*Letra d) Que proporção de jobs foram atrasados e como esta proporção se relaciona com a utilização?*

*A proporção de jobs que esperam na fila é 72.3%, significando que o servidor está sobrecarregado, fazendo com que 72.3% dos jobs esperem para ser atendidos.*

# Exercício 1.2.6

*O texto do arquivo ac.dat consiste nos tempos de chegada de* $a_1$, $a_2$, ... , $a_n$ *e o tempo de partida de* $c_1$, $c_2$, ... , $c_n$ *para n=500 jobs no formato:*

$$\begin{array}{cc} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \\ . & . \\ . & . \\ . & . \\ a_n & c_n \end{array}$$

*Letra a) Se esses tempos forem para um nó de serviço FIFO de servidor único inicialmente ocioso com capacidade infinita, calcule o tempo médio de serviço, a utilização do servidor e a intensidade do tráfego.*

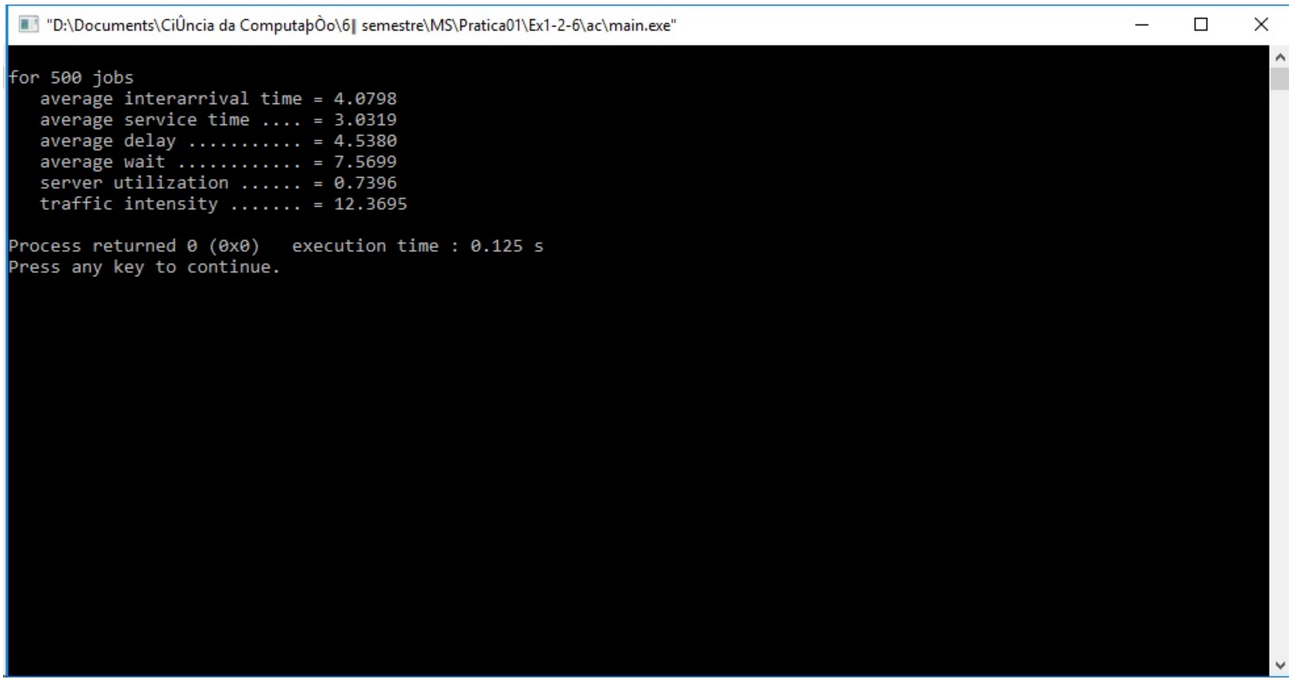


Figura 3: Output Ex.1.2.6 - letra A

*O tempo médio de serviço: 3.0319, a utilização do serviço é 0.7396 e a intensidade de tráfego é 12.3695.*

*Letra b) Seja explícito: para* $i = 1, 2, ..., n$ *como se relaciona com* $a_i - 1$, $a_i$, $c_i - 1$ *e* $c_i$*?*

*O tempo de serviço (s) se relaciona da seguinte forma:*

$s$ = $wait$ - $delay$
$s$ = ($departure_i$ - $arrival_i$)-$delay$
$s$ = ($C_i$ - $A_i$) - ($departure_i - 1$ - $arrival_i$)
$s$ = ($C_i$ - $A_i$) - ($C_i - 1$ - $A_i$)
$s$ = ($C_i$ - $C_i - 1$ - 2*$A_i$)

# Exercício 1.2.8

*Letra a) Similar ao exercício 1.2.2, modifique o programa ssq1 para imprimir as estatísticas adicionais* $\bar{l}$, $\bar{q}$ *e* $\bar{x}$*.*

*A modificação é baseada no teorema 1.2.1, onde diz que se a disciplina da fila é FIFO (First in - First out), a capacidade de nó de serviço é infinita, e o servidor está ocioso inicialmente (em t=0) e imediatamente após a partida no n-ésimo job (em* $t = c_n$*).*

*As únicas alterações no código foram as linhas onde printamos os valores de* $\bar{l}$, $\bar{q}$ *e* $\bar{x}$*, onde para cada um destes temos:*

$$\bar{l}=(\frac{n}{c_n})\bar{w} = 2.59859352$$
$$\bar{q}=(\frac{n}{c_n})\bar{d} = 1.87870924$$
$$\bar{x}=(\frac{n}{c_n})\bar{s} = 0.71988429$$
*Sabendo que* $\bar{l} = \bar{q} + \bar{x}$*.*

*O resultado obtido da alteração é:*

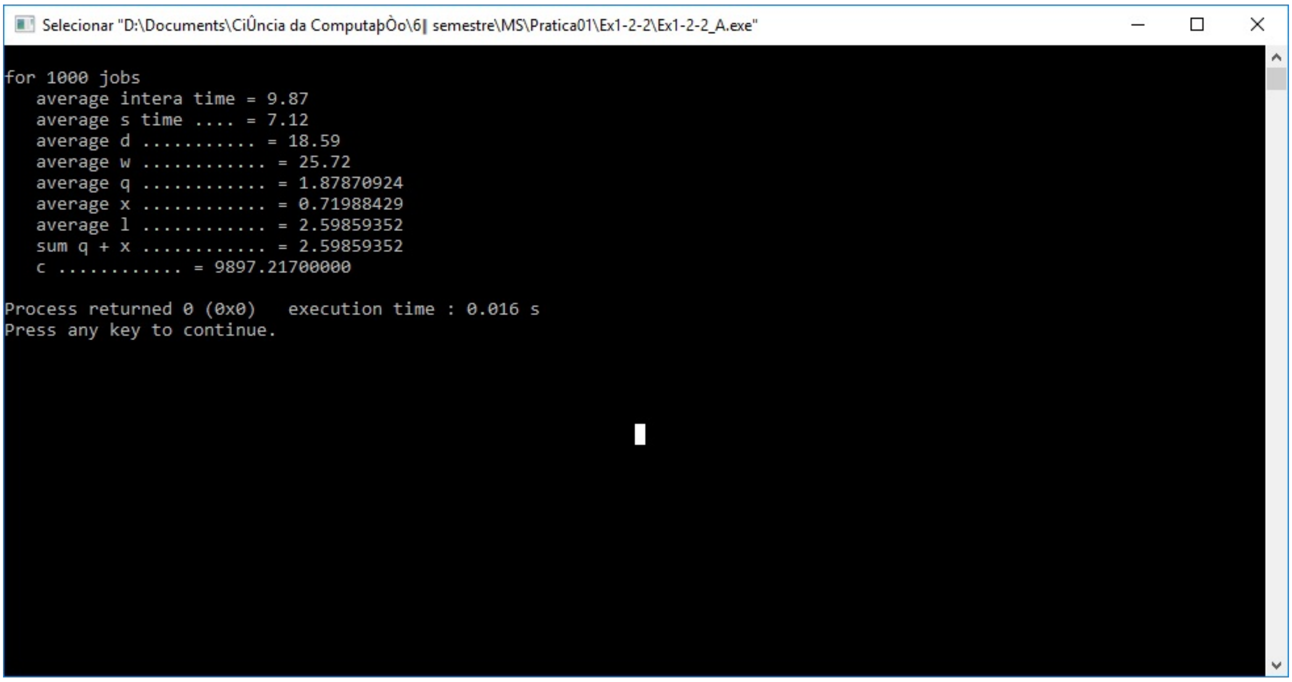


Figura 4: Output alteração Ex.1.2.8 - letra A

*Letra b) Usando os tempos de chegada no arquivo ssq1.dat e um tempo de serviço constante apropriado no lugar dos tempos de serviço no arquivo ssq1.dat, use o programa modificado para calcular uma tabela de* $\bar{l}$, $\bar{q}$ *e* $\bar{x}$ *para intensidades de tráfego de 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1 e 1.2.*

*Para encontrarmos o tempo médio de serviço para cada uma das intensidades de tráfego dada fizemos $\bar{s}$ = (intensidade de tráfego dada) * $\bar{r}$. Esta função foi originada da função de cálculo de intensidade de tráfego:*

$$\frac{1/\bar{r}}{1/\bar{s}} = \frac{\bar{s}}{\bar{r}}$$

*Os valores encontrados para $\bar{s}$ foram:*

| Traffic Intensity | $\bar{s}$ |
|---|---|
| 0.6 | 5,9232 |
| 0.7 | 6,9104 |
| 0.8 | 7,8976 |
| 0.9 | 8,8848 |
| 1.0 | 9,8720 |
| 1.1 | 10,8592 |
| 1.2 | 11,8464 |

Figura 5: Output valores de $\bar{s}$ - Ex.1.2.8 - letra B

*Após encontrarmos estes valores, ao invés de buscar os valores de s do arquivo ssq1.dat, atribuimos a s os valores constantes para cada intensidade de tráfego, o que resultou nos seguintes valores para $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$.*

| Traffic Intensity | $\bar{r}$ | $\bar{s}$ | $\bar{x}$ | $\bar{q}$ | $\bar{l}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.6 | 9,87 | 5,9232 | 0,5996 | 0,4606 | 1,0602 |
| 0.7 | 9,87 | 6,9104 | 0,6995 | 0,8017 | 1,5012 |
| 0.8 | 9,87 | 7,8976 | 0,7972 | 1,4420 | 2,2392 |
| 0.9 | 9,87 | 8,8848 | 0,8937 | 3,3450 | 4,2387 |
| 1.0 | 9,87 | 9,8720 | 0,9793 | 11,5655 | 12,5448 |
| 1.1 | 9,87 | 10,8592 | 0,9970 | 50,1229 | 51,1199 |
| 1.2 | 9,87 | 11,8464 | 0,9982 | 86,6462 | 87,6444 |

Figura 6: Output valores de $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$ e q Ex.1.2.8 - letra B

*Letra c) Comente sobre como $\bar{l}$, $\bar{q}$ e $\bar{x}$ dependem da intensidade do tráfego.*

*Podemos notar que quando o tráfego é menor que 1.00, $\bar{x}$ fica pequeno, significando que o servidor está ficando ocioso durante bastante tempo, enquanto $\bar{q}$ está proximo de zero, significando que não está tendo fila, conforme esse valor cresce e se aproxima de 1.00, o valor de $\bar{x}$ vai se aproximando cada vez mais de 1.00, ou seja, o servidor está ficando menos ocioso, e o valor de $\bar{q}$ começa a crescer também. A partir do momento que o tráfego fica maior que 1.00, o valor de $\bar{x}$ fica muito próximo ou igual a 1.00, demonstrando que o servidor não está quase nunca ocioso, e o valor de $\bar{q}$ começa a crescer, mostrando que a fila está presente e ficando maior.*

# Exercício 1.3.1

*Verifique se os resultados no Exemplo 1.3.1 e as médias nos Exemplos 1.3.2 e 1.3.3 estão corretos.*

*Para o exemplo 1.3.1 os valores estão corretos conforme tabela abaixo:*

| | **Verifica ( l < s)** | **Order ( o ) (S -s)** | **Demand ( d )** | **Level ( l ) ( l + o – d)** |
|---|---|---|---|---|
| **I = 1** | (60 <20 ) = não | 0 | 30 | 60+0-30 = 30 |
| **I = 2** | (30 < 20) = não | 0 | 15 | 30+0-15 = 15 |
| **I = 3** | (15 < 20) = sim | 60 – 15 = 45 | 25 | 15+45-25 = 35 |
| **I = 4** | (35 < 20) = não | 0 | 15 | 35+0-15 = 20 |
| **I = 5** | (20 < 20) = não | 0 | 45 | 20+0-45 = -25 |
| **I = 6** | (-25 < 20) = sim | 60 - (-25) = 85 | 30 | (-25)+85-30 = 30 |
| **I = 7** | (30 < 20) = não | 0 | 25 | 30+0-25=5 |
| **I = 8** | (5 < 20) = sim | 60 – 5 = 55 | 15 | 5+55-15=45 |
| **I = 9** | (45 < 20) = não | 0 | 20 | 45+0-20=25 |
| **I = 10** | (25 < 20) = não | 0 | 35 | 25+0-35=-10 |
| **I = 11** | (-10 < 20) = sim | 60 -(-10) = 70 | 20 | (-10)+70-20=40 |
| **I = 12** | (40 < 20) = não | 0 | 30 | 40+0-30=10 |
| Final | | 60 – 10 = 50 | | 60 |

Figura 7: Tabela comparativa Exemplo 1.3.1 - Exercício 1.3.1

*Para o exemplo 1.3.2 os valores estão corretos conforme cálculos abaixo:*

$\bar{o} = 0 + 0 + 45 + 0 + 0 + 85 + 0 + 55 + 0 + 0 + 70 + 0 + 50 = 305$
$\bar{d} = 30 + 15 + 25 + 15 + 45 + 30 + 25 + 15 + 20 + 35 + 20 + 30 = 305$

*Average $\bar{d}$ and $\bar{o}$ : 305 / 12 = 25.42*

```
for 12 time intervals with an average demand of  25.42
and policy parameters (s, S) = (20, 60)

   average order and demand ........... =  25.42
```

Figura 8: Imagem de conferência Exemplo 1.3.2 - Exercício 1.3.1

*Para o exemplo 1.3.3 os valores estão corretos conforme output abaixo:*

```
Positivo holding 1
45.00
Positivo holding 2
22.50
Positivo holding 3
47.50
Positivo holding 4
27.50
Negativo holding 5
4.44
Negativo shotage 5
6.94
Positivo holding 6
45.00
Positivo holding 7
17.50
Positivo holding 8
52.50
Positivo holding 9
35.00
Negativo holding 10
8.93
Negativo shotage 10
1.43
Positivo holding 11
50.00
Positivo holding 12
25.00
Somatorio holding/index(12) : 31.74
Somatorio shortage/index(12) : 0.70
```

Figura 9: Output valores Exemplo 1.3.3 - Exercício 1.3.1

*Estes valores são provenientes de uma alteração no arquivo sis1.dat referente ao programa sis1.c, alterando os valores de acordo com os valores do exemplo dado.*

# Exercício 1.3.2

*Letra a) Usando as constantes de custo do Exemplo 1.3.5, modifique o programa sis1 para calcular os quatro componentes do custo médio total por semana.*

*O código foi alterado, adicionando as constantes relativas aos preços de compra, instalação, estoque e pedido com o estoque vazio. Assim, foi possível calcular os valores médios por período de tempo para cada um. Foi criado também o custo total da semana que seria a soma do valores de instalação, falta de estoque e preço para manter o produto no estoque. Estes valores foram salvos em arquivos, com intuito de posteriormente construir os gráficos com outra ferramenta, a fim de se analizar os resultados e conseguir otimizar os valores.*

*Letra b) Estes quatro custos podem variar um pouco dos números no exemplo 1.3.6. Por que?*

*Sim, por caracteristicas de arredondamento ou truncamento da máquina,por exemplo.*

*Letra c) Ao construir um gráfico como esse no Exemplo 1.3.7, explique os trade-offs envolvidos na conclusão de que s=22 é o valor ótimo (quando S = 80).*

*Para o valor S=80, temos uma otimização do sistema com s=22, pela soma de valores de gastos ser a menor possível com \$1549,28.*

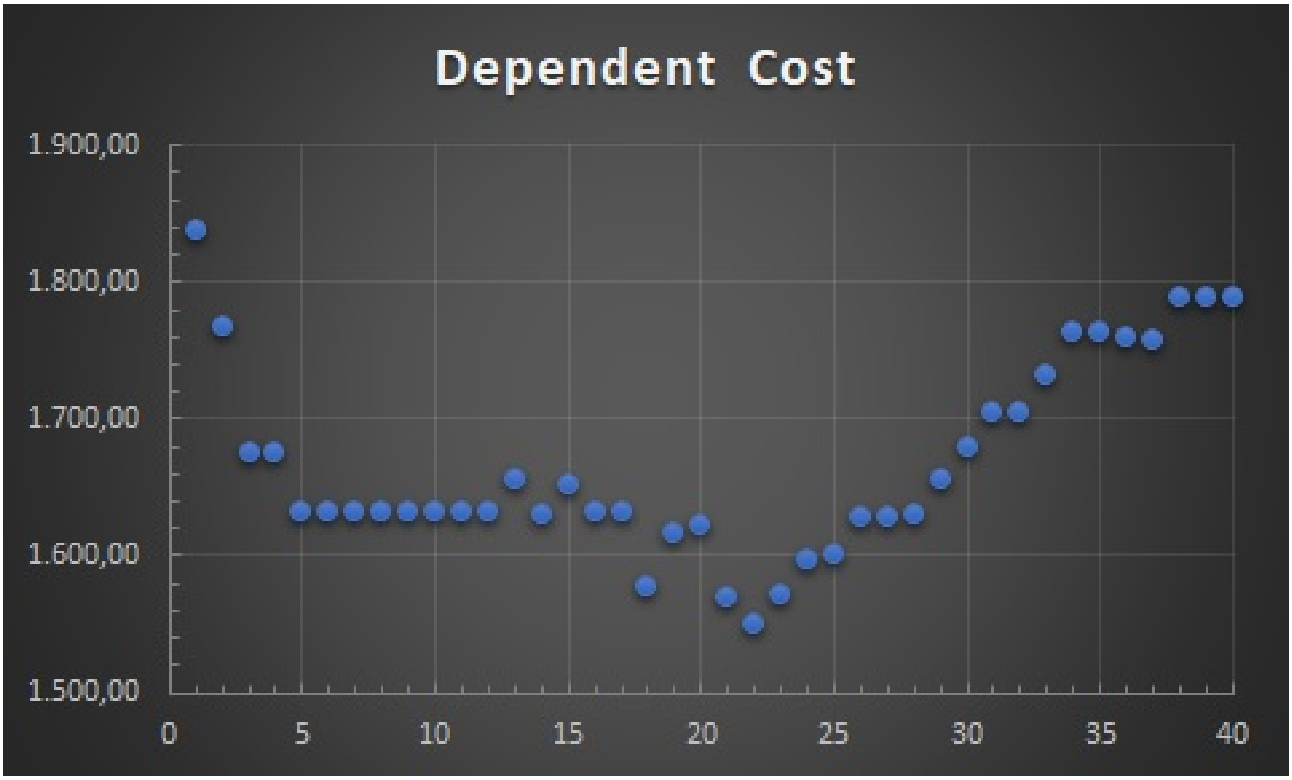


Figura 10: Gráfico Ex.1.3.2 - letra C

*Letra d) Comente sobre o quão bem definido é este valor ótimo.*

*Essa otimização é baseada em uma aproximação, pois como o valor de s se trata de um inteiro, não é possivel calcular curvas de aproximação, ou outros metodos mais exatos.*

# Exercício 1.3.4

*Exercício 1.3.4)*

*Letra a) Construa uma tabela ou figula similar a figura 1.3.9, mas para S = 100 e S = 60.*

*Média de custos por semana:*

*Setup: $ 1000,00*
*Holding: $ 25,00*
*Shortage: $ 700,00*

*Para S = 100 temos os seguintes gráficos;*

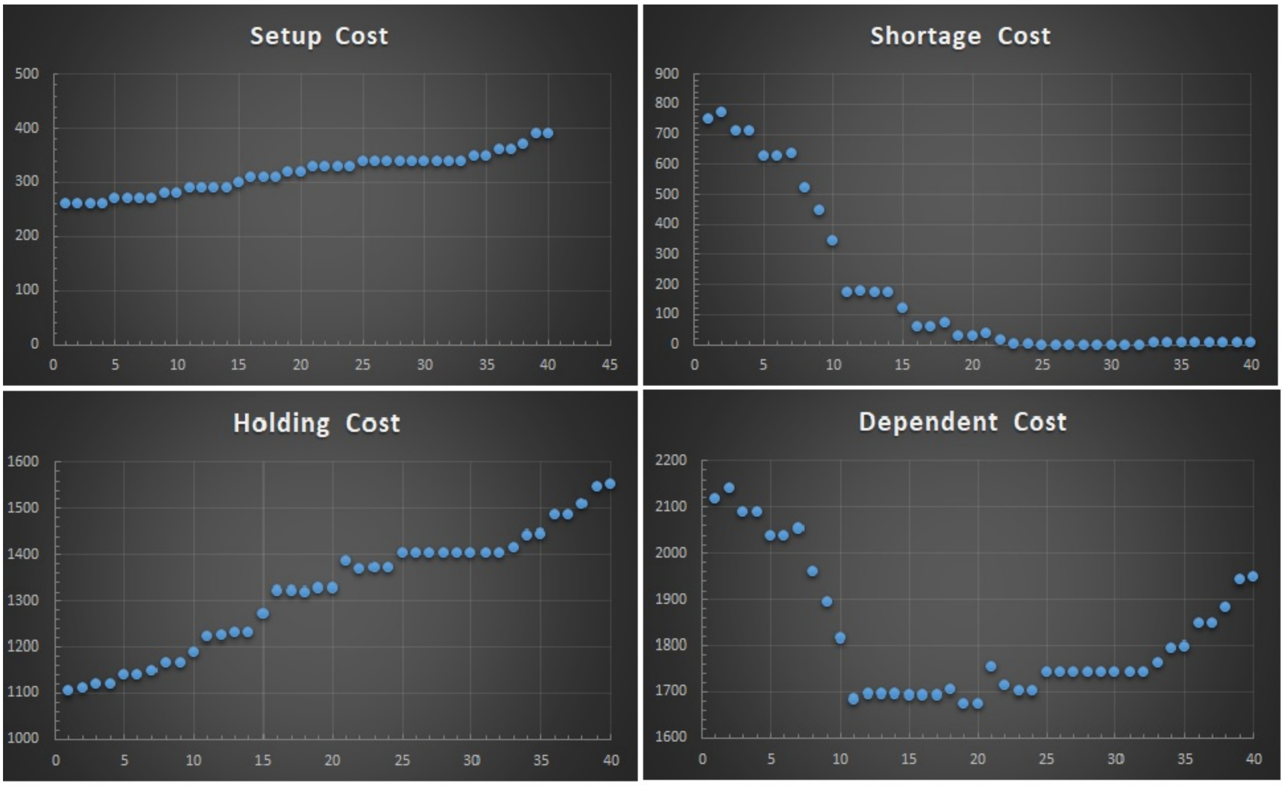


Figura 11: Gráfico S100 Ex.1.3.4 - letra A

*Para $S = 60$ temos os seguintes gráficos;*

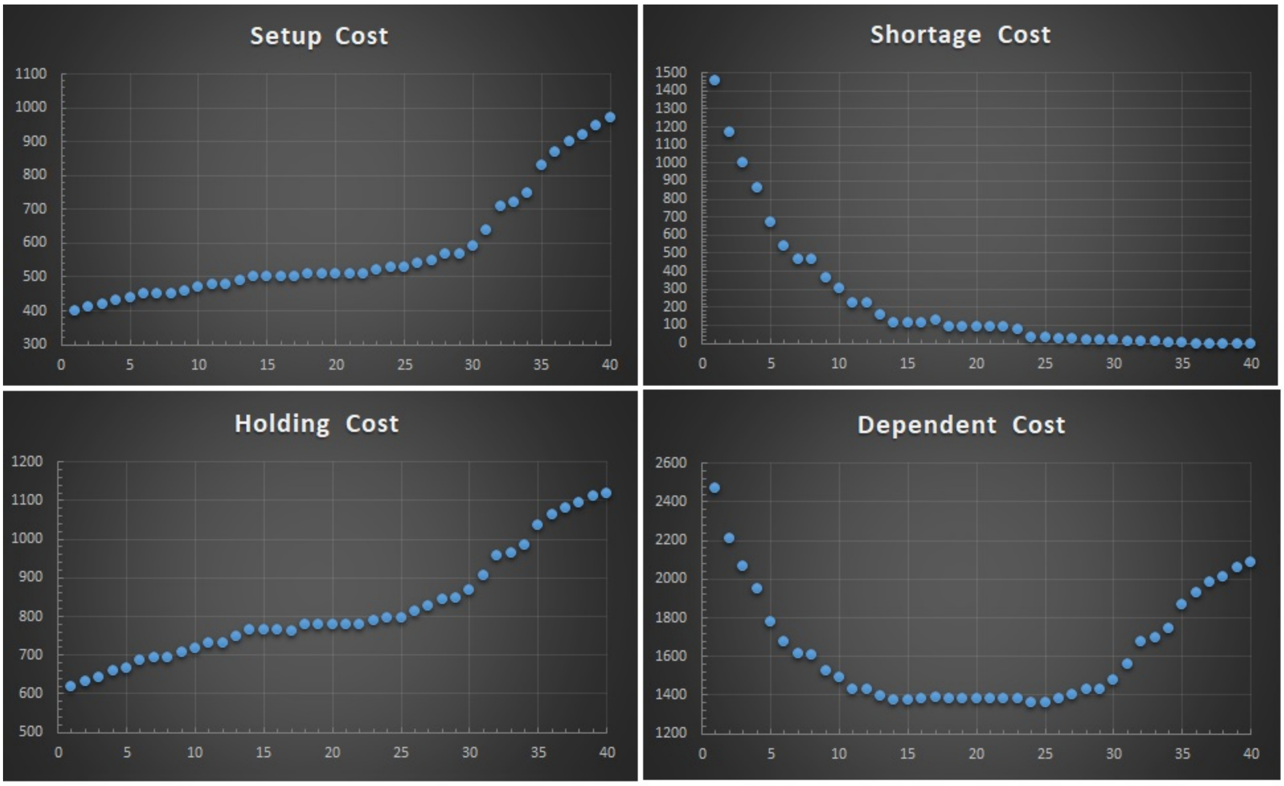


Figura 12: Gráfico S60 Ex.1.3.4 - letra A

*Letra b) Como o valor de custo mínimo de s parece depender de S? (ver exercício 1.3.2)*

*Dependendo do limite máximo do estoque (S) temos um s apropriado para ele, pois para completar o estoque com S diferentes temos custos diferentes.*