

# Discrete event traffic simulation

## Part 2

Rui Filipe Martins Barbosa up201605740

Durante as simulações foram usados os seguintes valores:

$$\lambda = 200 \text{ pacotes/ms}$$

$$dm = 0.008 \text{ ms}$$

$N_{EVENTOS} = 10000$  , salvo em alguns casos que usei 100000 para maior “fidelidade”

Para todas as situações foi usado o programa generalizado , alínea c , pela sua praticidade.

- a) **Erlang-B** , cujo tamanho do buffer , L , é 0 , portanto todas as chamadas que chegam aquando nenhum servidor está disponível, serão perdidas.

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
1 0

Número eventos de chegada :7223
Número eventos de partida :2777
Número de chamadas bloqueadas : 0
Número de chamadas perdidas : 4446
Probabilidade de perda (B) : 61.553371%
Probabilidade de atraso (Pa) : 0.000000%
Média de atraso das chamadas (Am) : -nan

A exportar para data.csv
FIM
```

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
2 0

Número eventos de chegada :5990
Número eventos de partida :4010
Número de chamadas bloqueadas : 0
Número de chamadas perdidas : 1979
Probabilidade de perda (B) : 33.038399%
Probabilidade de atraso (Pa) : 0.000000%
Média de atraso das chamadas (Am) : inf

A exportar para data.csv
FIM
```

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
3 0

Número eventos de chegada :5401
Número eventos de partida :4599
Número de chamadas bloqueadas : 0
Número de chamadas perdidas : 803
Probabilidade de perda (B) : 14.867618%
Probabilidade de atraso (Pa) : 0.000000%
Média de atraso das chamadas (Am) : inf

A exportar para data.csv
FIM
```

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
4 0

Número eventos de chegada :5146
Número eventos de partida :4854
Número de chamadas bloqueadas : 0
Número de chamadas perdidas : 290
Probabilidade de perda (B) : 5.635445%
Probabilidade de atraso (Pa) : 0.000000%
Média de atraso das chamadas (Am) : -nan

A exportar para data.csv
FIM
```

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
5 0

Número eventos de chegada :5044
Número eventos de partida :4956
Número de chamadas bloqueadas : 0
Número de chamadas perdidas : 88
Probabilidade de perda (B) : 1.744647%
Probabilidade de atraso (Pa) : 0.000000%
Média de atraso das chamadas (Am) : -nan

A exportar para data.csv
FIM
```

Servers	Blocking Probability (%)
1	61.54
2	32.99
3	14.96
4	5.65
5	1.77

- b) **Erlang-C** , em que o tamanho do buffer é infinito, o que se traduz no simulador online usado de um valor de  $L = -1 \Leftrightarrow L = 100000$  , portanto nunca será perdida uma chamada pois terá sempre espaço no buffer para ser atrasada até que haja servidor disponível.

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
1 100000

valor do atraso (ax) para o calculo da P( A > ax ) || introduzir 0 para ignorar
0.006

Número eventos de chegada :6124
Número eventos de partida :3876
Número de chamadas bloqueadas : 6118
Número de chamadas perdidas : 0
Probabilidade de perda (B) : 0.000000%
Probabilidade de atraso (Pa) : 99.902023%
Probabilidade de chamada ter atraso > ax = 0.006000 : 63.190586%
Média de atraso das chamadas (Am) : 2.247583

A exportar para data.csv
FIM
```

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
3 100000

valor do atraso (ax) para o calculo da P( A > ax ) || introduzir 0 para ignorar
0.006

Número eventos de chegada :5000
Número eventos de partida :5000
Número de chamadas bloqueadas : 1376
Número de chamadas perdidas : 0
Probabilidade de perda (B) : 0.000000%
Probabilidade de atraso (Pa) : 27.520000%
Probabilidade de chamada ter atraso > ax = 0.006000 : 35.174416%
Média de atraso das chamadas (Am) : 0.002721

A exportar para data.csv
FIM
```

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
5 100000

valor do atraso (ax) para o calculo da P( A > ax ) || introduzir 0 para ignorar
0.006

Número eventos de chegada :5000
Número eventos de partida :5000
Número de chamadas bloqueadas : 128
Número de chamadas perdidas : 0
Probabilidade de perda (B) : 0.000000%
Probabilidade de atraso (Pa) : 2.560000%
Probabilidade de chamada ter atraso > ax = 0.006000 : 2.343750%
Média de atraso das chamadas (Am) : 0.001253

A exportar para data.csv
FIM
```

```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
2 100000

valor do atraso (ax) para o calculo da P( A > ax ) || introduzir 0 para ignorar
0.006

Número eventos de chegada :5000
Número eventos de partida :5000
Número de chamadas bloqueadas : 3564
Número de chamadas perdidas : 0
Probabilidade de perda (B) : 0.000000%
Probabilidade de atraso (Pa) : 71.279999%
Probabilidade de chamada ter atraso > ax = 0.006000 : 76.936028%
Média de atraso das chamadas (Am) : 0.010462

A exportar para data.csv
FIM
```

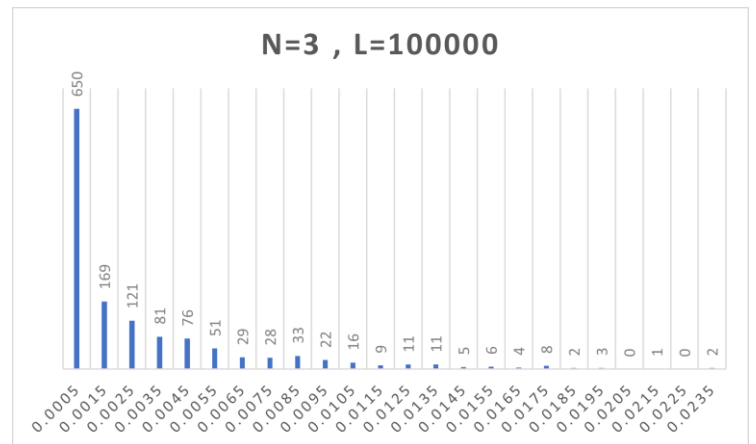
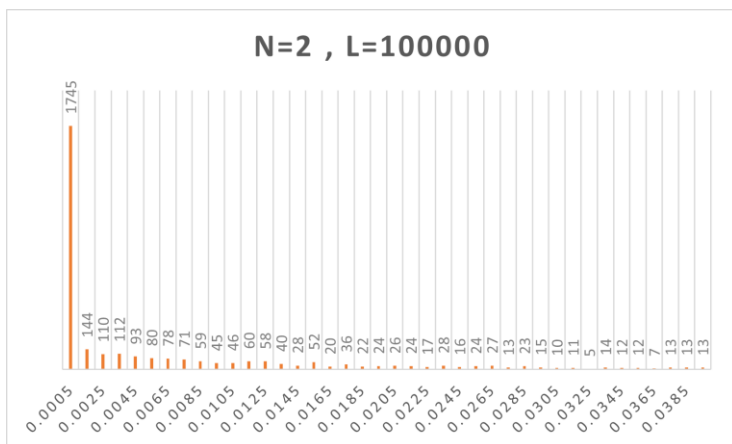
```
Numero total de canais/servidores (N) || Tamanho do buffer/queue (L)
4 100000

valor do atraso (ax) para o calculo da P( A > ax ) || introduzir 0 para ignorar
0.006

Número eventos de chegada :5001
Número eventos de partida :4999
Número de chamadas bloqueadas : 472
Número de chamadas perdidas : 0
Probabilidade de perda (B) : 0.000000%
Probabilidade de atraso (Pa) : 9.438112%
Probabilidade de chamada ter atraso > ax = 0.006000 : 19.279661%
Média de atraso das chamadas (Am) : 0.002030

A exportar para data.csv
FIM
```

Servers	Service Level (%)	Delay (%)	Avg Wait (second)
1	0.00	100.00	NaN
2	100.00	71.11	0.01
3	100.00	27.38	0.00
4	100.00	9.07	0.00
5	100.00	2.59	0.00



### c) Caso geral

Nesta alínea decidi usar um  $L = 25$  Para testar o código.

Continuou na mesma a se observar valores bastante próximos dos teóricos.

Numero total de canais/servidores (N)    Tamanho do buffer/queue (L) 2 25	Numero total de canais/servidores (N)    Tamanho do buffer/queue (L) 3 25
valor do atraso (ax) para o calculo da $P(A > ax)$    introduzir 0 para ignorar 0	valor do atraso (ax) para o calculo da $P(A > ax)$    introduzir 0 para ignorar 0
Número eventos de chegada :5000 Número eventos de partida :5000 Número de chamadas bloqueadas : 3567 Número de chamadas perdidas : 0 Probabilidade de perda (B) : 0.000000% Probabilidade de atraso (Pa) : 71.340004% Média de atraso das chamadas (Am) : 0.020917	Número eventos de chegada :5000 Número eventos de partida :5000 Número de chamadas bloqueadas : 1345 Número de chamadas perdidas : 0 Probabilidade de perda (B) : 0.000000% Probabilidade de atraso (Pa) : 26.900000% Média de atraso das chamadas (Am) : 0.002662
A exportar para data.csv FIM	A exportar para data.csv FIM

Numero total de canais/servidores (N)    Tamanho do buffer/queue (L) 4 25	<table><tr><th>Servers</th><th>Service Level (%)</th><th>Delay (%)</th><th>Avg Wait (minute)</th></tr><tr><td>1</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>NaN</td></tr><tr><td>2</td><td>100.00</td><td>71.05</td><td>0.00</td></tr><tr><td>3</td><td>100.00</td><td>27.38</td><td>0.00</td></tr><tr><td>4</td><td>100.00</td><td>9.07</td><td>0.00</td></tr><tr><td>5</td><td>100.00</td><td>2.59</td><td>0.00</td></tr></table>			Servers	Service Level (%)	Delay (%)	Avg Wait (minute)	1	0.00	100.00	NaN	2	100.00	71.05	0.00	3	100.00	27.38	0.00	4	100.00	9.07	0.00	5	100.00	2.59	0.00
Servers	Service Level (%)	Delay (%)	Avg Wait (minute)																								
1	0.00	100.00	NaN																								
2	100.00	71.05	0.00																								
3	100.00	27.38	0.00																								
4	100.00	9.07	0.00																								
5	100.00	2.59	0.00																								
valor do atraso (ax) para o calculo da $P(A > ax)$    introduzir 0 para ignorar 0																											
Número eventos de chegada :5001 Número eventos de partida :4999 Número de chamadas bloqueadas : 448 Número de chamadas perdidas : 0 Probabilidade de perda (B) : 0.000000% Probabilidade de atraso (Pa) : 8.958208% Média de atraso das chamadas (Am) : 0.001810																											
A exportar para data.csv FIM																											

Para obter uma probabilidade de perda de 1% fui testando valores para N e L até obter dois casos diferentes para o valor pretendido.

Numero total de canais/servidores (N)    Tamanho do buffer/queue (L) 3 4
valor do atraso (ax) para o calculo da $P(A > ax)$    introduzir 0 para ignorar 0
Número eventos de chegada :5028 Número eventos de partida :4972 Número de chamadas bloqueadas : 1238 Número de chamadas perdidas : 53 Probabilidade de perda (B) : 1.054097% Probabilidade de atraso (Pa) : 24.622116% Média de atraso das chamadas (Am) : 0.002672
A exportar para data.csv FIM

Numero total de canais/servidores (N)    Tamanho do buffer/queue (L) 4 2
valor do atraso (ax) para o calculo da $P(A > ax)$    introduzir 0 para ignorar 0
Número eventos de chegada :5027 Número eventos de partida :4973 Número de chamadas bloqueadas : 390 Número de chamadas perdidas : 51 Probabilidade de perda (B) : 1.014522% Probabilidade de atraso (Pa) : 7.758106% Média de atraso das chamadas (Am) : 0.001629
A exportar para data.csv FIM