



• U C •

FCTUC

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

# Estudo de Loja de Comunicações SCC

João Montenegro nº 2016228672

João Mendes nº 2016230975

## Arquitetura do Simulador

O objetivo deste simulador é criar uma simulação verídica do atendimento numa loja de comunicações, em que existem 2 filas, uma geral e uma empresarial.

Para que isto aconteça, foi necessário criar os 2 serviços existentes, para isto, colocou-se na classe serviço, um booleano, em que, se fosse *true*, simbolizava o atendimento geral e se fosse *false* o atendimento empresarial.

Como existem 2 tipos de serviços, também existem dois tipos de clientes, distinguidos também, por um booleano, tal e qual o serviço, este normalmente iriam ser atendidos no seu serviço inicial, no entanto, em casos específicos, isto pode não acontecer.

Em termos de eventos, existem 2, a chegada e a saída dos clientes, estes, usam a aleatoriedade (exponencial ou normal) para que o cliente chegue ou saia a um tempo específico.

Já a aleatoriedade, se for de caso normal, apenas se usa a média do tempo de chegada de cada cliente, no entanto, se for exponencial, já se usa a media, o desvio padrão e uma stream, para o fator aleatório.

## Descrição da abordagem

Para a realização deste trabalho, dividimos o trabalho em 3 partes.

A primeira foi colocar, ambos os serviços em vez de um único, para isto, como foi dito anteriormente, foi colocado um booleano no serviço e no cliente, isto para se conseguir distinguir os tipos, também foi necessário colocar duas chegadas, na lista de eventos, para simular a chegada de clientes.

A segunda parte foi dedicada à aleatoriedade, ou seja, criar na classe “Aleatorio”, uma função, que ao receber uma média, um desvio padrão, e uma stream, devolva 2 números, em que um é usado de seguida enquanto que outro é guardado num array previamente implementado, para que possa ser usado caso o número devolvido pela stream se repita.

A parte final e a que exigiu mais trabalho, foi implementar os casos específicos, em que os clientes possam sair da sua fila, para isto, decidimos executar estas mudanças na classe serviço, usando uma função presente na classe simulador para que devolve o serviço empresarial e uma variável do tipo serviço presente na classe, que devolve sempre o serviço contrario a este. No caso em que é preciso uma interrupção da fila, foi necessário cancelar o evento

de saída do cliente, para isto, cada cliente possui uma variável, que guarda o evento, para que seja possível retirar o evento referente a esse cliente.

## Alteração do código

Para representar a situação descrita no enunciado foi necessário alterar as classes *Simulador*, *Serviço*, *Aleatorio*, *Cliente* e *ListaEventos*, estas duas ultimas sendo as menos modificadas.

## Serviço

```
// Método que insere Cliente (c) no serviço
public void insereServico(Cliente c) {
    if (estado < numEmpregados) { // Se serviço livre.
        c.setEvento(new Saída( s.getInstante() + s.getAleatoriedade(s.isDistrNormal(), s.getMedia_serv(c.getTipo()), s.getDp(c.getTipo()), s.getStream(c.getTipo(), c.getTipo()), s, c.getTipo()));
        current = c;
        estado++;
        // agenda saída do cliente e para daqui a s.getMedia_serv() instantes
        s.insereEvento(c.getEvento());
    } else {
        //TRUE É GERAL
        if (c.getTipo() == true && outroServico.estado < outroServico.numEmpregados) { //Quando o tipo é geral, e há espaço na empresarial
            outroServico.estado++;
            c.setEvento(new Saída( s.getInstante() + s.getAleatoriedade(s.isDistrNormal(), s.getMedia_roca( Geral: false), s.getDp(roca( Geral: false), s.getStream(c.getTipo(), bGera: false)), s, c.getTipo()));
            outroServico.current = c;
            s.insereEvento(c.getEvento());
        } else if (c.getTipo() == true && outroServico.estado == outroServico.numEmpregados) { //Quando o tipo é geral, e não há espaço na empresarial
            this.fila.add(c);
        }
        //TRUE É GERAL
        if (c.getTipo() == false && s.getServicoEmpresarial().estado == 0) { //Quando o tipo é empresarial, está a voltar à fila empresarial e n tem gente
            s.insereEvento(new Saída( s.getInstante() + s.getAleatoriedade(s.isDistrNormal(), s.getMedia_serv( type: false), s.getDp( type: false), s.getStream(c.getTipo(), bGera: false)), s, c.getTipo()));
        } else if (c.getTipo() == false && s.getServicoEmpresarial().estado != 0) { //Quando o tipo é empresarial, está a voltar e a fila está com gente
            if (s.getServicoEmpresarial().current != null && s.getServicoEmpresarial().current.getTipo() == true) { //Caso em que interrompe a fila empresarial
                s.removeEvento(s.getServicoEmpresarial().current.getEvento());
                outroServico.fila.add( index 0, current);
                outroServico.current = c;
                s.insereEvento(new Saída( s.getInstante() + s.getAleatoriedade(s.isDistrNormal(), s.getMedia_serv(c.getTipo()), s.getDp(c.getTipo()), s.getStream(c.getTipo(), bGera: false)), s, c.getTipo()));
            } else if (s.getServicoEmpresarial().current != null && s.getServicoEmpresarial().current.getTipo() == false) { //Caso em que n interrompe a fila empresarial
                this.fila.add(c);
            }
        }
        else if (c.getTipo() == false && s.getServicoGera().atendidos < s.getServicoGera().numEmpregados){
            s.getServicoGera().estado++;
            c.setEvento(new Saída( s.getInstante() + s.getAleatoriedade(s.isDistrNormal(), s.getMedia_roca( Geral: true), s.getDp(roca( Geral: true), s.getStream(c.getTipo(), bGera: true)), s, c.getTipo()));
            s.getServicoGera().current = c;
            s.insereEvento(c.getEvento());
        }
    }
}
```

Foi necessário alterar o método *insereServico* para respeitar as condições pretendidas. Ao chegar um novo cliente é verificado se há funcionários livres, se houver, o cliente é imediatamente atendido. Se não, são verificadas as condições em que o cliente e o balcão são do mesmo tipo e há funcionários livres, em que o cliente é um cliente geral e há funcionários livres no balcão empresarial, caso em que é imediatamente atendido nesse balcão, em que o cliente é um cliente empresarial e não há funcionários livres no balcão geral, neste caso existem mais duas condições, ou encontra-se um cliente geral a ser atendido, caso em que é redireccionado para o seu balcão, ou encontra-se um cliente empresarial a ser atendido, neste caso o cliente original entra na fila de espera e o último caso em que o cliente é empresarial e há funcionários livres no balcão geral, sendo aqui também imediatamente atendido.

## Simulador

```

public double getDpTroca(boolean Geral){
    if(Geral){
        return dp_empresarial_balcaoGeral;
    }
    else{
        return dp_geral_balcaoEmpresarial;
    }
}

public double getMediaTroca(boolean Geral){
    if(Geral){
        return media_serv_empresariais_balcaoGeral;
    }
    else{
        return media_serv_geral_balcaoEmpresarial;
    }
}

public double getAleatoriedade(boolean distribuicao, double m, double dp, int stream){
    double valor;
    if (distribuicao == true){
        valor = Aleatorio.normal(m, dp, stream);
    }
    else{
        valor = Aleatorio.exponencial(m);
    }
    return valor;
}

// Método que devolve o instante de simulação corrente
public double getInstante() { return instante; }

// Método que devolve a média dos intervalos de chegada
public double getMedia_cheg(boolean type) {
    if (type == !Geral) {
        return media_cheg_empresariais;
    }
    else {
        return media_cheg_geral;
    }
}

// Método que devolve a média dos tempos de serviço
public double getMedia_serv(boolean type) {
    if (type == !Geral) {
        return media_serv_empresariais;
    }
    else {
        return media_serv_geral;
    }
}

```

```

public double getDp(boolean type){
    if(type == !Geral){
        return dp_empresarial;
    }
    else{
        return dp_geral;
    }
}

public Servico getServicoEmpresarial() { return servicoEmpresarial; }
public Servico getServicoGeral() { return servicoGeral; }

public void updateMedia_cheg(boolean geral, double newValue){
    if(geral){
        this.media_cheg_geral = newValue;
    }
    else this.media_cheg_empresariais = newValue;
}

public void updateDP(boolean geral, double newValue){
    if(geral){
        this.dp_geral = newValue;
    }
    else
        this.dp_empresarial = newValue;
}

public void updateMedia_serv(boolean geral, boolean balcaoGeral, double newValue){
    if(geral){
        if(balcaoGeral){
            this.media_serv_geral = newValue;
        }
        else this.media_serv_geral_balcaoEmpresarial = newValue;
    }
    else{
        if(balcaoGeral){
            this.media_serv_empresariais_balcaoGeral = newValue;
        }
        else this.media_serv_empresariais = newValue;
    }
}

public void updateNumFunc(boolean balcaoGeral, int newValue){
    if(balcaoGeral){
        servicoGeral.updateNumFunc(newValue);
    }
    else servicoEmpresarial.updateNumFunc(newValue);
}

```

```
public void updateClientes(int newValue) { this.n_clientes = newValue; }

public void updateDistr(boolean normal) { this.distrNormal = normal; }

public void updateStreams(boolean cheg, boolean cGeral, boolean bGeral, int newValue){
    if(cheg){
        if(cGeral) this.streamChegGeral = newValue;
        else this.streamChegEmpr = newValue;
    }
    else{
        if(cGeral && bGeral) this.streamServGeralGeral = newValue;
        else if(cGeral && !bGeral) this.streamServGeralEmpr = newValue;
        else if(!cGeral && bGeral) this.streamServEmprGeral = newValue;
        else this.streamServEmprEmpr = newValue;
    }
}

public int getStream(boolean cGeral, boolean bGeral){
    if(cGeral){
        if(bGeral) return streamServGeralGeral;
        else return streamServGeralEmpr;
    }
    else{
        if(bGeral) return streamServEmprGeral;
        else return streamServEmprEmpr;
    }
}

public void saveResultsString(){
    resultados = new ByteArrayOutputStream();
    PrintStream ps = new PrintStream(resultados);

    PrintStream old = System.out;
    System.setOut(ps);

    System.out.println();
    System.out.println("----- Resultados finais Empresarial -----");
    System.out.println();
    servicoEmpresarial.relat();

    System.out.println();
    System.out.println("----- Resultados finais Geral -----");
    System.out.println();
    servicoGeral.relat();

    // Put things back
    System.out.flush();
    System.setOut(old);
}

public boolean isDistrNormal() { return distrNormal; }
```

Em *Simulador* apenas foram criados métodos para devolver ou atualizar os vários parâmetros como as médias de serviço, as streams, os desvios padrão, entre outros.

Os métodos que devolvem parâmetros são usados pelo simulador em si, enquanto os que os atualizam são usados pela classe *Interface*, referente à GUI do simulador.

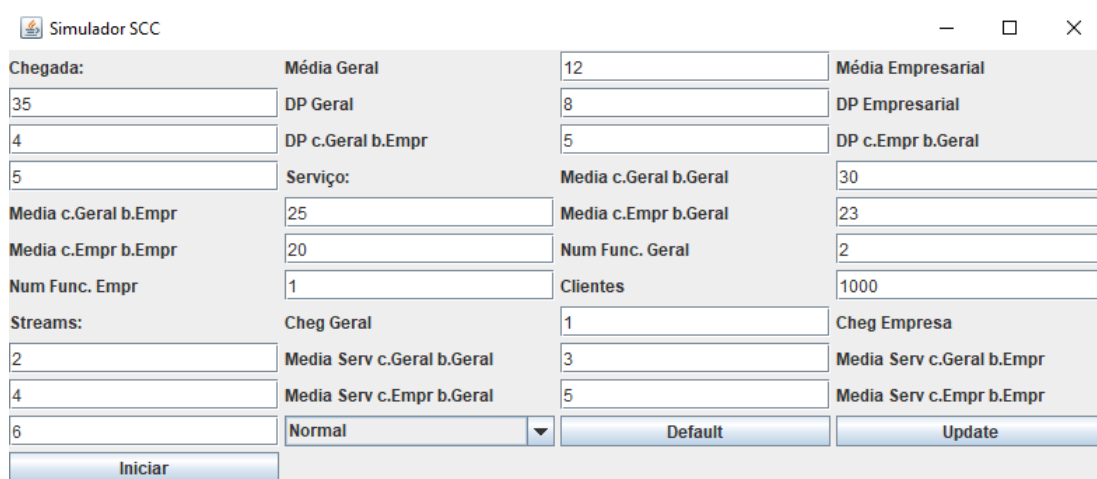
## Validação do programa

Para realizar a validação deste programa, decidimos fazer por análise de parâmetros, ou seja, mudámos parâmetros, como por exemplo o nº de clientes, e média de chegada e seu desvio padrão, e verificamos se as alterações deste vão influenciar o sistema real.

Para estes testes, vamos alterar 3 parâmetros em específico, a média, o nº de clientes e o nº de funcionários.

## Situação atual

### Valores usados



Chegada:		Média Geral	12	Média Empresarial
35	DP Geral	8	DP Empresarial	
4	DP c.Geral b.Empr	5	DP c.Empr b.Geral	
5	Serviço:	Media c.Geral b.Geral	30	
Media c.Geral b.Empr	25	Media c.Empr b.Geral	23	
Media c.Empr b.Empr	20	Num Func. Geral	2	
Num Func. Empr	1	Clientes	1000	
Streams:		Cheg Geral	1	Cheg Empresa
2	Media Serv c.Geral b.Geral	3	Media Serv c.Geral b.Empr	
4	Media Serv c.Empr b.Geral	5	Media Serv c.Empr b.Empr	
6	Normal	Default	Update	
Iniciar				

## Resultado

```

----- Resultados finais Empresarial -----
Tempo médio de espera 14.221010739172193
Comp. médio da fila 0.4888175536012085
Utilização do serviço 0.8056327429038801
Tempo de simulação 9338.74901513559
Número de clientes atendidos 318
Número de clientes na fila 3

----- Resultados finais Geral -----
Tempo médio de espera 37.12617421670696
Comp. médio da fila 2.7112893573600894
Utilização do serviço 0.9128631668099525
Tempo de simulação 9338.74901513559
Número de clientes atendidos 682
Número de clientes na fila 0

```

Como se pode ver, existe um maior tempo de espera na fila geral e um maior comprimento de fila, isto devido ao facto de atender um maior numero de gente, e pois, os clientes empresariais, têm prioridade no seu balcão, fazendo com que, o serviço que está a ser prestado ao cliente empresarial, possa ser interrompido e este possa voltar para a sua fila original.

No entanto, notasse uma alta taxa de utilização em ambos os serviços, devido as trocas entre balcões

## Situação com ambas as médias de chegada diminuída e igual numero de empregados

Valores usados

Simulador SCC			
Chegada:	Média Geral	2	Média Empresarial
5	DP Geral	8	DP Empresarial
4	DP c.Geral b.Empr	5	DP c.Empr b.Geral
5	Serviço:	Media c.Geral b.Geral	3
Media c.Geral b.Empr	5	Media c.Empr b.Geral	3
Media c.Empr b.Empr	2	Num Func. Geral	2
Num Func. Empr	1	Cientes	1000
Streams:	Cheg Geral	1	Cheg Empresa
2	Media Serv c.Geral b.Geral	3	Media Serv c.Geral b.Empr
4	Media Serv c.Empr b.Geral	5	Media Serv c.Empr b.Empr
6	Normal	Default	Update
Iniciar			

## Resultado

Simulador SCC	
----- Resultados finais -----	
Tempo médio de espera 310.84772017781313	
Comp. médio da fila 76.55521762698477	
Utilização do serviço 0.9838747754857791	
Tempo de simulação 1551.0873430796555	
Número de clientes atendidos 382	
Número de clientes na fila 0	
----- Resultados finais -----	
Tempo médio de espera 99.44887798617813	
Comp. médio da fila 46.61203291905051	
Utilização do serviço 0.9957308303066262	
Tempo de simulação 1551.0873430796555	
Número de clientes atendidos 618	
Número de clientes na fila 109	

Como podemos observar, fazer com os clientes cheguem com mais frequência, mas deixando o mesmo numero de empregados, verificamos que o tempo médio de espera aumenta em ambas as filas, deixando também um maior numero clientes na fila gera, e fazendo com que o tempo necessário para que esta simulação termina seja maior.

Estes resultados, estão todos dentro do que seria esperado na realidade.



## Situação com ambas medias normais, 1000 clientes e elevado numero de empregados

### Valores usados

Simulador SCC			
<b>Chegada:</b>	<b>Média Geral</b>	2	<b>Média Empresarial</b>
5	<b>DP Geral</b>	8	<b>DP Empresarial</b>
4	<b>DP c.Geral b.Empr</b>	5	<b>DP c.Empr b.Geral</b>
5	<b>Serviço:</b>	<b>Media c.Geral b.Geral</b>	3
<b>Media c.Geral b.Empr</b>	5	<b>Media c.Empr b.Geral</b>	3
<b>Media c.Empr b.Empr</b>	2	<b>Num Func. Geral</b>	20
<b>Num Func. Empr</b>	10	<b>Clientes</b>	1000
<b>Streams:</b>	<b>Cheg Geral</b>	1	<b>Cheg Empresa</b>
2	<b>Media Serv c.Geral b.Geral</b>	3	<b>Media Serv c.Geral b.Empr</b>
4	<b>Media Serv c.Empr b.Geral</b>	5	<b>Media Serv c.Empr b.Empr</b>
6	<b>Normal</b>	<b>Default</b>	<b>Update</b>
<b>Iniciar</b>			

### Resultado

Simulador SCC	
----- Resultados finais Empresarial -----	
Tempo médio de espera 0.0	
Comp. médio da fila 0.0	
Utilização do serviço 0.18014909863026837	
Tempo de simulação 9007.556618921197	
Número de clientes atendidos 272	
Número de clientes na fila 0	
----- Resultados finais Geral -----	
Tempo médio de espera 0.0	
Comp. médio da fila 0.0	
Utilização do serviço 0.47564547578288935	
Tempo de simulação 9007.556618921197	
Número de clientes atendidos 728	
Número de clientes na fila 0	

Já neste caso em específico, os resultados também são os esperados, pois devido ao grande numero de empregados em ambas as filas, não existem filas nem tempos de espera, e como isto acontece, não há necessidade de os empresários se deslocarem para outra fila, como tal, a utilização de serviço daria semelhante a que como não houvesse movimento entre trocar.



## Situação com um elevado numero de clientes (verificação se todos são atendidos)

Valores usados

Simulador SCC

<b>Chegada:</b>	<b>Média Geral</b>	12	<b>Média Empresarial</b>
35	<b>DP Geral</b>	8	<b>DP Empresarial</b>
4	<b>DP c.Geral b.Empr</b>	5	<b>DP c.Empr b.Geral</b>
5	<b>Serviço:</b>	<b>Media c.Geral b.Geral</b>	30
<b>Media c.Geral b.Empr</b>	25	<b>Media c.Empr b.Geral</b>	23
<b>Media c.Empr b.Empr</b>	20	<b>Num Func. Geral</b>	2
<b>Num Func. Empr</b>	1	<b>Clientes</b>	100000
<b>Streams:</b>	<b>Cheg Geral</b>	1	<b>Cheg Empresa</b>
2	<b>Media Serv c.Geral b.Geral</b>	3	<b>Media Serv c.Geral b.Empr</b>
4	<b>Media Serv c.Empr b.Geral</b>	5	<b>Media Serv c.Empr b.Empr</b>
6	<b>Normal</b>	<b>Default</b>	<b>Update</b>
<b>Iniciar</b>			

## Resultado

Simulador SCC

```

----- Resultados finais Empresarial -----

Tempo médio de espera 2644.8595716027703
Comp. médio da fila 84.45681114739165
Utilização do serviço 0.9260840333950303
Tempo de simulação 1014266.4711265989
Número de clientes atendidos 32388
Número de clientes na fila 0

----- Resultados finais Geral -----

Tempo médio de espera 85296.21899167489
Comp. médio da fila 6800.8806622532675
Utilização do serviço 0.9999944765276796
Tempo de simulação 1014266.4711265989
Número de clientes atendidos 67612
Número de clientes na fila 13258
  
```

Este teste, foi feito para verificar se acontece o esperado, quando existe um numero elevados de clientes, verificou-se que todos os clientes são atendidos, no entanto, para os gerais, existe um grande numero de clientes na fila, isto acontece, pois, como foi dito acima, os empresarias vão ter prioridade a voltar ao seu balcão, e ao longo do tempo, vão ficando gradualmente mais clientes gerais na fila.

## **Alínea C**

Tendo em conta os resultados já anexados anteriormente, chegasse à realização que existe um maior tempo de espera na fila geral e um maior comprimento de fila, isto, tal como já foi dito, devesse ao facto de os clientes empresariais terem prioridade frente aos gerias no balcão empresarial, ou seja, necessitando um cliente empresarial de atendimento e estando um geral atualmente a ser atendido, é interrompido o atendimento do cliente geral e é substituído pelo empresarial, fazendo com o que o geral vá para o fim da sua fila, aumentado o tamanho desta e também o tempo de espera médio da fila geral.

Uma possível solução seriam, aumentar o nº de empregados no balcão empresarial, mas aqui, iria depender do quão rápido os clientes empresariais chegassem, ou seja, de quantos clientes do tipo empresarial existissem.

Outra possível solução seria que, em vez de interromper o atendimento do cliente geral, este pudesse ser levado até ao fim, dando prioridade ao empresarial que estivesse à espera, fazendo com que este fosse atendido depois do acabar o atendimento do geral.

## Alínea D

### Situação

Simulador SCC

<b>Chegada:</b>	<b>Média Geral</b>	8	<b>Média Empresarial</b>
25	<b>DP Geral</b>	2	<b>DP Empresarial</b>
4	<b>DP c.Geral b.Empr</b>	5	<b>DP c.Empr b.Geral</b>
5	<b>Serviço:</b>	<b>Media c.Geral b.Geral</b>	30
<b>Media c.Geral b.Empr</b>	25	<b>Media c.Empr b.Geral</b>	23
<b>Media c.Empr b.Empr</b>	20	<b>Num Func. Geral</b>	2
<b>Num Func. Empr</b>	1	<b>Cientes</b>	1000
<b>Streams:</b>	<b>Cheg Geral</b>	1	<b>Cheg Empresa</b>
2	<b>Media Serv c.Geral b.Geral</b>	3	<b>Media Serv c.Geral b.Empr</b>
4	<b>Media Serv c.Empr b.Geral</b>	5	<b>Media Serv c.Empr b.Empr</b>
6	<b>Normal</b>	<b>Default</b>	<b>Update</b>
<b>Iniciar</b>			

### Resultado

```

----- Resultados finais Empresarial -----

Tempo médio de espera 248.64701385193436
Comp. médio da fila 10.489111353425004
Utilização do serviço 0.9587939783805596
Tempo de simulação 9671.742269993489
Número de clientes atendidos 358
Número de clientes na fila 50

----- Resultados finais Geral -----

Tempo médio de espera 2209.911156416721
Comp. médio da fila 269.1630183669741
Utilização do serviço 0.999022975721972
Tempo de simulação 9671.742269993489
Número de clientes atendidos 642
Número de clientes na fila 536

```

Ao analisar estes resultados, podemos verificar que existe uma grande fila na seção geral, isto pode ser arranjado colocando mais um empregado nesta fila.

## Situação depois de inserido mais um empregado

Simulador SCC

Chegada:	Média Geral	8	Média Empresarial
25	DP Geral	2	DP Empresarial
4	DP c.Geral b.Empr	5	DP c.Empr b.Geral
5	Serviço:	Media c.Geral b.Geral	30
Media c.Geral b.Empr	25	Media c.Empr b.Geral	23
Media c.Empr b.Empr	20	Num Func. Geral	3
Num Func. Empr	1	Cientes	1000
Streams:	Cheg Geral	1	Cheg Empresa
2	Media Serv c.Geral b.Geral	3	Media Serv c.Geral b.Empr
4	Media Serv c.Empr b.Geral	5	Media Serv c.Empr b.Empr
6	Normal	Default	Update

Iniciar

## Resultado

Simulador SCC

```

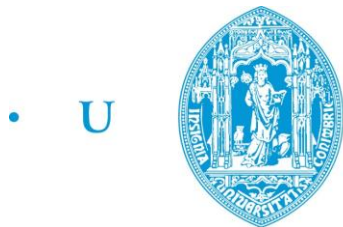
----- Resultados finais Empresarial -----

Tempo médio de espera 337.77031484782447
Comp. médio da fila 14.540154245310832
Utilização do serviço 0.975157663731994
Tempo de simulação 7108.43328066942
Número de clientes atendidos 302
Número de clientes na fila 4

----- Resultados finais Geral -----

Tempo médio de espera 662.3235927925577
Comp. médio da fila 80.31628270884178
Utilização do serviço 0.9981214775217011
Tempo de simulação 7108.43328066942
Número de clientes atendidos 698
Número de clientes na fila 164
  
```

Aqui podemos observar, que, ao colocar mais um empregado no atendimento geral, cortamos o tempo medio de espera no geral em cerca de  $\frac{3}{4}$  e o tamanho da fila em cerca de  $\frac{2}{3}$ , o que também acontece, é aumentar a fila e o tempo de espera no balcão empresarial, no entanto, este aumento não é significativo se comparado com a diminuição do geral.



• U C •

FCTUC

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

## Partes do trabalho realizadas

	João Montenegro	João Mendes
1º Parte do sistema (funcionamento sem interrupções)	X	X
Aleatoriedade Exponencial	X	
2º Parte do sistema (funcionamento com interrupções)	X	X
Interface gráfica	X	X
Relatório		X