

# **Sistemas de Telecomunicações**

**1ºSemestre Letivo 2018/2019**

## **Trabalho Prático**

### **Objectivos**

O trabalho proposto tem por objectivo complementar os conhecimentos adquiridos nas aulas da unidade curricular Sistemas de Telecomunicações e desenvolver o conhecimento e análise crítica sobre a engenharia de tráfego. Pretende-se igualmente avaliar a abordagem e capacidade dos alunos de modelar computacionalmente um problema e realizar a respetiva análise de resultados.

### **Enunciado do Trabalho**

O trabalho consiste no desenvolvimento de um conjunto de modelos computacionais, segundo uma metodologia de simulação por eventos discretos, que simulam um comportamento real de sistema de telecomunicações. Para isso o trabalho será dividido em quatro etapas, com o objetivo final de realizar a análise de um sistema de atendimento de chamadas de emergência.

#### **1 – Modelo de chamadas perdidas**

Considere uma central telefónica com um conjunto de linhas que se destina a receber chamadas telefónicas segundo um processo de Poisson e em que as chamadas bloqueadas serão consideradas perdidas.

Considere os seguintes parâmetros de entrada:

- Número de linhas da central telefónica;
- Ritmo médio de chegada de chamadas;
- Duração média de chamada;

O modelo deverá produzir os seguintes resultados:

- Tráfego oferecido;
- Tempo médio entre chamadas;
- Probabilidade de bloqueio;
- Tráfego transportado;

Em termos de análise resultados pretende-se comparar os resultados obtidos com o modelo Erlang B para diversos valores de tráfego oferecido e número de linhas. Pretende-se igualmente analisar os histogramas relativos ao tempo entre chamadas e duração média de chamadas.

#### **2 – Modelo de chamadas em espera**

Considere um sistema de atendimento de chamadas telefónicas com lista de espera em que perante a inexistência de operadores disponíveis para atendimento das chamadas, as mesmas serão colocadas em fila de espera. Neste modelo considera-se que a chegada de chamadas decorre segundo um processo de Poisson, e que o tempo de atendimento das chamadas segue uma distribuição exponencial. As chamadas são atendidas por ordem de chegada. Caso a fila de espera se encontre totalmente preenchida as chamadas serão perdidas. Não existirá abandono de chamadas.

Considere os seguintes parâmetros de entrada:

- Dimensão da fila de espera;
- Número de operadores;

- Ritmo médio de chegada de chamadas;
- Duração média de chamada;
- Tempo de espera de referência;

O modelo deverá produzir os seguintes resultados:

- Tráfego oferecido;
- Probabilidade de perda de chamada;
- Tráfego transportado;
- Probabilidade de espera;
- Tempo médio de espera;
- Número médio de chamadas em espera;
- Probabilidade de espera superior ao tempo de referência;

Em termos de análise resultados pretende-se comparar os resultados obtidos com o modelo Erlang B e Erlang C para diversos valores de tráfego oferecido, número de operadores e dimensão de fila de espera. Deverá ser analisada a situação de fila de espera infinita e de dimensão 0.

### **3 -Sistema de atendimento de chamadas de emergência**

Considere um centro de atendimento de chamadas emergência (112) em que o processo de chegada segue um processo de Poisson e em que as chamadas não imediatamente atendidas são colocadas em fila de espera de dimensão finita (número de linhas do centro). Na chegada das chamadas estas são atendidas em primeiro lugar por operadores que efetuam a triagem e classificação das mesmas:

- Chamadas relativas a segurança de pessoas e bens. Estas chamadas são imediatamente processadas pelos operadores do 112;
- Chamadas relativas a emergência médica. Estas chamadas são transferidas para um centro de atendimento do INEM com uma lista de espera própria (de dimensão finita) e operadores independentes. As chamadas transferidas para o INEM serão igualmente atendidas por ordem de chegada. A libertação da linha do centro de 112 apenas ocorre após atendimento no INEM.

Para cada grupo de trabalho será fornecido um ficheiro contendo uma amostra de uma hora de ponta com a caracterização do número, tipo e duração das chamadas. Pretende-se efetuar uma caracterização estatística das chamadas:

- Ritmo de chamadas para cada tipo;
- Distribuição do tipo de chamadas;
- Caracterização estatística da duração das chamadas;

É objetivo do trabalho simular o sistema descrito, desenvolvendo um modelo computacional que permita obter as seguintes medidas de desempenho do sistema:

- Probabilidade de bloqueio global e por sistema;
- Probabilidade de espera no centro 112 e INEM;
- Número médio de chamadas em espera em cada sistema;
- Ocupação média dos operadores dos dois sistemas;
- Distribuição do tempo de espera;
- Probabilidade de espera superior ao tempo de referência em cada sistema.

Pretende-se dimensionar o sistema, quer em termos do número de linhas dos dois centros de atendimentos, quer em termos do número de operadores, para se obter os seguintes resultados de desempenho:

- Probabilidade de bloqueio de 0.1% (em qualquer um dos sistemas);
- Probabilidade de espera superior a 30 segundos no primeiro sistema: 5%
- Probabilidade de espera total superior a 60 segundos para as chamadas de emergência médica: 3%

Considere um aumento do número de chamadas de 20% e determine o aumento necessário nos recursos dos centros de atendimento.

### **Considerações**

O trabalho será realizado por grupos de 3 alunos, cuja composição deverá ser registada em formulário: <https://goo.gl/forms/BLGUqLzVI3RSUXhl3>. Para cada grupo de trabalho será disponibilizado um ficheiro com dados para a realização da terceira componente.

O modelo poderá ser desenvolvido em qualquer plataforma/linguagem de programação. Esta escolha deverá ser justificada no relatório.

### **Avaliação**

Na avaliação do trabalho é valorizada não apenas o alcançar dos objetivos definidos no trabalho, mas também a capacidade crítica de análise de resultados.

É igualmente valorizada a capacidade escrita e expositiva do trabalho, permitindo aos alunos o desenvolvimento das capacidades de organização e escrita de um relatório, capacidade de síntese e qualidade da apresentação escrita e oral.

A avaliação incidirá sobre as seguintes componentes:

1. Relatório do trabalho com um máximo de 30 páginas úteis;
2. Abordagem e resultados obtidos.

Serão critérios de avaliação:

- Clareza, organização e qualidade da abordagem aos tópicos propostos e capacidade de síntese;
- Correção, objectividade e apresentação do relatório apresentado;

Será publicada a grelha de avaliação a utilizar na avaliação com os diferentes critérios e respectiva ponderação no cálculo da classificação final.

### **Prazo de Entrega**

O relatório do trabalho e respetivo ficheiro de configuração deverá ser entregue em formato eletrónico, por *mail*, até **3 de janeiro de 2019**.

*A não entrega do trabalho na referida data implicará a reprovação na disciplina.*

*ISEL, 22/10/2018*