

# MODELAÇÃO E DESEMPENHO DE REDES E SERVIÇOS

## MINI-PROJETO 1

Eduardo Alves: nºmec 104179

Mariana Silva: nºmec 98392



universidade  
de aveiro

eduardoalves@ua.pt  
marianabarbara@ua.pt

[Link Repositório GitHub](#)

Universidade de Aveiro  
Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática  
2025

# Contents

<b>1</b>	<b>Notas Gerais</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Introdução</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Task 1</b>	<b>6</b>
3.1	Exercicio 1a . . . . .	6
3.1.1	Contexto . . . . .	6
3.1.2	Implementação . . . . .	6
3.1.3	Resultados . . . . .	6
3.2	Exercicio 1b . . . . .	7
3.2.1	Contexto . . . . .	7
3.2.2	Implementação . . . . .	7
3.2.3	Resultados . . . . .	7
3.3	Exercicio 1c . . . . .	8
3.3.1	Contexto . . . . .	8
3.3.2	Implementação . . . . .	8
3.3.3	Resultados . . . . .	8
3.4	Exercicio 1d . . . . .	9
3.4.1	Contexto . . . . .	9
3.4.2	Implementação . . . . .	9
3.4.3	Resultados . . . . .	9
3.5	Exercicio 1e . . . . .	10
3.5.1	Contexto . . . . .	10
3.5.2	Implementação . . . . .	10
3.5.3	Resultados . . . . .	10
3.6	Exercicio 1f . . . . .	11
3.6.1	Contexto . . . . .	11
3.6.2	Implementação . . . . .	11
3.6.3	Resultados . . . . .	11
3.7	Exercicio 1g . . . . .	12
3.7.1	Contexto . . . . .	12
3.7.2	Implementação . . . . .	12
3.7.3	Resultados . . . . .	12
3.8	Exercicio 1h . . . . .	13
3.8.1	Contexto . . . . .	13
3.8.2	Implementação . . . . .	13
3.8.3	Resultados . . . . .	13
3.9	Exercicio 1i . . . . .	14
3.9.1	Contexto . . . . .	14
3.9.2	Implementação . . . . .	14
3.9.3	Resultados . . . . .	14
3.10	Exercicio 1j . . . . .	15
3.10.1	Contexto . . . . .	15
3.10.2	Implementação . . . . .	15
3.10.3	Resultados . . . . .	15

<b>4</b>	<b>Parte 2</b>	<b>16</b>
4.1	Exercicio 2a . . . . .	16
4.1.1	Contexto . . . . .	16
4.1.2	Implementação . . . . .	16
4.1.3	Resultados . . . . .	16
4.2	Exercicio 2b . . . . .	17
4.2.1	Contexto . . . . .	17
4.2.2	Implementação . . . . .	17
4.2.3	Resultados . . . . .	17
4.3	Exercicio 2c . . . . .	18
4.3.1	Contexto . . . . .	18
4.3.2	Implementação . . . . .	18
4.3.3	Resultados . . . . .	18
4.4	Exercicio 2d . . . . .	19
4.4.1	Contexto . . . . .	19
4.4.2	Implementação . . . . .	19
4.4.3	Resultados . . . . .	19
4.5	Exercicio 2e . . . . .	20
4.5.1	Contexto . . . . .	20
4.5.2	Implementação . . . . .	20
4.5.3	Resultados . . . . .	20

## List of Figures

# 1 Notas Gerais

- Todos os membros do grupo contribuíram de forma equilibrada e ativa para o desenvolvimento deste projeto, participando nas fases de planejamento, implementação e testes. O trabalho foi realizado de forma colaborativa, garantindo uma divisão justa das tarefas e a integração das ideias de todos os elementos.
- O repositório completo do projeto encontra-se disponível no seguinte link:  
[https://github.com/marianabarbara/MDRS\\_Projects](https://github.com/marianabarbara/MDRS_Projects)
- Foram realizados testes funcionais e de integração para garantir o correto funcionamento do sistema e a coerência entre os diferentes módulos.
- É importante salientar que, embora o repositório do projeto tenha permanecido privado durante o seu desenvolvimento, foi disponibilizado publicamente perto do período de entrega para efeitos de avaliação.

## 2 Introdução

O objetivo deste projeto é analisar e avaliar o desempenho de ligações ponto-a-ponto que suportam serviços de pacotes, recorrendo à modelação e simulação de diferentes cenários em *MATLAB*. Pretende-se compreender o impacto de diversos parâmetros de rede, tais como capacidade do canal, tamanho médio dos pacotes e taxa de chegada no desempenho global do sistema, nomeadamente no que diz respeito à perda média de pacotes, ao atraso médio e à eficiência do enlace.

O projeto será dividido em duas tarefas principais, cada uma com objetivos e componentes específicos. Em todas as simulações, serão realizadas 50 execuções independentes com um critério de paragem de  $P = 100\,000$ , sendo posteriormente calculados os valores estimados e os intervalos de confiança a 90%, apresentados sob a forma de gráficos de barras com barras de erro.

- **Task 1** Nesta fase será avaliado o desempenho de um sistema de transmissão ponto-a-ponto através do desenvolvimento e adaptação de simuladores orientados a eventos (*Simulator1*, *Simulator1A* e *Simulator1B*). O principal objetivo é analisar o comportamento do sistema sob diferentes condições de tráfego e políticas de enfileiramento, bem como comparar os resultados obtidos por simulação com valores teóricos derivados de modelos analíticos de filas (*queueing models*).
  - 1a: Estimar, por simulação, a perda média de pacotes e o atraso médio para diferentes taxas de chegada  $\lambda$ , considerando pacotes com tamanho médio de  $f = 1\,000\,000$  Bytes.
  - 1b: Repetir as experiências anteriores considerando  $f = 10\,000$  Bytes e analisar as diferenças observadas em relação à alínea anterior.
  - 1c: Desenvolver uma nova versão do simulador, denominada *Simulator1A*, capaz de calcular separadamente os parâmetros de desempenho para pacotes com tamanhos específicos (64, 110 e 1518 Bytes).
  - 1d: Utilizar o *Simulator1A* para estimar a perda média e o atraso médio, tanto para o conjunto total de pacotes como para cada um dos três tamanhos especiais.

- 1e: Determinar, através de um modelo analítico M/G/1, os valores teóricos correspondentes e compará-los com os resultados obtidos por simulação.
  - 1f: Repetir as experiências de 1d para  $f = 10\,000$  Bytes e justificar as diferenças obtidas.
  - 1g: Desenvolver uma nova versão do simulador, **Simulator1B**, que introduz um sistema de prioridades baseado no tamanho dos pacotes.
  - 1h: Utilizar o **Simulator1B** para estimar o desempenho do sistema com as prioridades definidas, considerando  $f = 1\,000\,000$  Bytes.
  - 1i: Repetir as experiências de 1h para  $f = 10\,000$  Bytes e analisar as diferenças observadas.
  - 1j: Comparar e justificar as diferenças entre os resultados obtidos com os simuladores **Simulator1A** e **Simulator1B**.
- **Task 2** Nesta etapa será avaliado o desempenho de um sistema que suporta múltiplos serviços de tráfego (dados e VoIP), utilizando e modificando o simulador **Simulator3** para incluir erros de transmissão no enlace. O objetivo é compreender o impacto da taxa de erro de bits e do número de fluxos VoIP no desempenho do sistema e na eficiência do canal.
    - 2a: Desenvolver uma nova versão do simulador, **Simulator3A**, que considera a introdução de uma taxa de erro de bits ( $b$ ) como parâmetro adicional.
    - 2b: Estimar, por simulação, a perda média de pacotes para os serviços de dados e VoIP, variando o número de fluxos VoIP ( $n$ ).
    - 2c: Estimar o atraso médio de pacotes para cada serviço, nas mesmas condições anteriores.
    - 2d: Calcular o débito total (*throughput*) do enlace em cada cenário e analisar o comportamento do sistema.
    - 2e: Desenvolver um modelo analítico em *MATLAB* para determinar o valor teórico do *throughput* total e compará-lo com os resultados obtidos por simulação.

## 3 Task 1

### 3.1 Exercício 1a

#### 3.1.1 Contexto

#### 3.1.2 Implementação

#### 3.1.3 Resultados

## **3.2 Exercício 1b**

### **3.2.1 Contexto**

### **3.2.2 Implementação**

### **3.2.3 Resultados**



### **3.3 Exercício 1c**

#### **3.3.1 Contexto**

#### **3.3.2 Implementação**

#### **3.3.3 Resultados**

## **3.4 Exercício 1d**

### **3.4.1 Contexto**

### **3.4.2 Implementação**

### **3.4.3 Resultados**

## **3.5 Exercício 1e**

### **3.5.1 Contexto**

### **3.5.2 Implementação**

### **3.5.3 Resultados**

## **3.6 Exercício 1f**

### **3.6.1 Contexto**

### **3.6.2 Implementação**

### **3.6.3 Resultados**

## **3.7 Exercício 1g**

### **3.7.1 Contexto**

### **3.7.2 Implementação**

### **3.7.3 Resultados**

## **3.8 Exercício 1h**

### **3.8.1 Contexto**

### **3.8.2 Implementação**

### **3.8.3 Resultados**

## **3.9 Exercício 1i**

### **3.9.1 Contexto**

### **3.9.2 Implementação**

### **3.9.3 Resultados**

### **3.10 Exercício 1j**

#### **3.10.1 Contexto**

#### **3.10.2 Implementação**

#### **3.10.3 Resultados**



## 4 Parte 2

### 4.1 Exercício 2a

#### 4.1.1 Contexto

#### 4.1.2 Implementação

#### 4.1.3 Resultados

## 4.2 Exercício 2b

### 4.2.1 Contexto

### 4.2.2 Implementação

### 4.2.3 Resultados

## 4.3 Exercício 2c

### 4.3.1 Contexto

### 4.3.2 Implementação

### 4.3.3 Resultados

## 4.4 Exercício 2d

### 4.4.1 Contexto

### 4.4.2 Implementação

### 4.4.3 Resultados

## 4.5 Exercício 2e

### 4.5.1 Contexto

### 4.5.2 Implementação

### 4.5.3 Resultados