



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

# Algoritmos e Técnicas de Programação

## Sistema de Simulação de Clínica Médica

### **Grupo 19**

Carlos Araújo – a107187

Eva Mendes – a111551

Maria Luísa Pinto – a112117

### **Docentes:**

José Carlos Leite Ramalho

Luís Filipe Costa Cunha

Ano Letivo 2025/2026

# Conteúdo

0.1	Introdução . . . . .	2
0.2	Descrição Geral do Sistema . . . . .	3
0.3	Requisitos . . . . .	3
0.4	Instalação . . . . .	3
0.5	Execução da Aplicação . . . . .	3
0.6	Base de Dados . . . . .	4
0.7	Parâmetros da Simulação . . . . .	5
0.8	Interface Gráfica . . . . .	5
0.9	Área de Apresentação de Resultados . . . . .	5
0.10	Organização da Janela Principal . . . . .	5
0.11	Ecrã de Login . . . . .	6
0.12	Configurar Simulação . . . . .	6
0.13	Executar Simulação . . . . .	6
0.14	Estatísticas . . . . .	6
0.15	Explicação Gráfica . . . . .	7
0.16	Análise de Resultados . . . . .	8
0.17	Interface Gráfica . . . . .	8
0.18	Gráficos Resultantes da Simulação . . . . .	11
0.19	Conclusão . . . . .	13
0.20	Bibliografia . . . . .	14

## 0.1 Introdução

No contexto da unidade curricular de Algoritmos e Técnicas de Programação, foi desenvolvido um projeto que consiste na criação de uma aplicação em Python destinada a simular o funcionamento de uma clínica médica. Este sistema modela a chegada aleatória de pacientes, o atendimento por parte dos médicos disponíveis e a duração das consultas, possibilitando a recolha de diversas estatísticas, tais como o tempo médio de espera, o estado de ocupação dos médicos e a evolução das filas de espera.

O principal objetivo deste trabalho é estudar o comportamento do sistema, analisando a influência de diferentes parâmetros, nomeadamente a taxa de chegada dos pacientes, o número de médicos em serviço e a distribuição dos tempos de consulta.

Neste relatório é apresentada a descrição da base de dados utilizada, a arquitetura do sistema implementado, os principais resultados obtidos através de representações gráficas e uma análise crítica do desempenho da simulação.

## 0.2 Descrição Geral do Sistema

O sistema foi desenvolvido em Python para a gestão e análise de simulações clínicas, disponibilizando uma interface gráfica simples e intuitiva através da biblioteca *FreeSimpleGUI*.

## 0.3 Requisitos

- Python 3.7 ou superior

## 0.4 Instalação

Para instalar os pacotes necessários, executar o seguinte comando:

```
pip install numpy matplotlib FreeSimpleGUI
```

## 0.5 Execução da Aplicação

Para iniciar o sistema clínico:

```
python atpfinal.py
```

## 0.6 Base de Dados

O sistema utiliza um repositório de dados em formato JSON, designado por `pessoas.json`, que contém informações relativas aos vários pacientes utilizados na simulação.

```
952 {
953   "nome": "Danish Sarrazola",
954   "idade": 57,
955   "sexo": "masculino",
956   "morada": {
957     "cidade": "Trofa",
958     "distrito": "Porto"
959   },
960   "BI": "69150374-0",
961   "profissao": "Controlador de tráfego aéreo",
962   "partido_politico": {
963     "party_abbr": "UEDS",
964     "party_name": "União de Esquerda para a Democracia Socialista"
965   },
966   "religiao": "Hinduísmo",
967   "desportos": [
968     "Golfe",
969     "Pelota Basca",
970     "Shotokai",
971     "Jiu-Jitsu",
972     "Corrida de Aventura",
973     "Kempo",
974     "Atletismo",
```

Figura 1: Parte do ficheiro JSON

## 0.7 Parâmetros da Simulação

Os principais parâmetros configuráveis do sistema são apresentados de seguida:

```
NUM_MEDICOS = 3
TAXA_CHEGADA = 10 / 60      # 10 doentes por hora
TEMPO_MEDIO_CONSULTA = 15
TEMPO_SIMULACAO = 8 * 60    # Aproximadamente 8 horas
DISTRIBUICAO_TEMPO_CONSULTA = "exponencial" | "normal" | "uniforme"
```

## 0.8 Interface Gráfica

A interface gráfica oferece uma navegação intuitiva através de vários botões, permitindo configurar, executar e analisar a simulação de forma eficiente. São apresentados dados como a chegada de pacientes à clínica, a ocupação médica, os tempos médios de espera e de consulta, bem como o tempo total passado na clínica.

## 0.9 Área de Apresentação de Resultados

A área principal de leitura consiste numa caixa de texto destinada à apresentação de mensagens, resultados da simulação e análises do sistema, exibidas de forma sequencial e clara.

## 0.10 Organização da Janela Principal

A interface principal está dividida em duas colunas:

- Lado esquerdo: botões e campos de entrada de parâmetros
- Lado direito: área de visualização dos resultados e dados dos pacientes

## 0.11 Ecrã de Login

O acesso ao sistema é protegido por palavra-passe, impedindo alterações ou simulações sem autorização.

## 0.12 Configurar Simulação

Permite definir os parâmetros principais da simulação, como o número de médicos, tempo total, taxa de chegada e distribuição do tempo de consulta.

## 0.13 Executar Simulação

Inicia o motor de simulação, registando eventos em tempo real e processando os atendimentos.

## 0.14 Estatísticas

- Evolução da fila ao longo do tempo
- Ocupação dos médicos
- Taxa média da fila vs taxa de chegada
- Tempo médio dos pacientes na clínica

## 0.15 Explicação Gráfica

**Evolução do tamanho da fila ao longo do tempo:** Este gráfico evidencia um crescimento inicial do tamanho da fila, resultado da adaptação do sistema à taxa de chegada de doentes. Após esse período, observa-se uma estabilização da fila, indicando que a capacidade de atendimento da clínica é suficiente para absorver a procura na maioria do tempo. No entanto, pequenos picos revelam momentos pontuais de congestionamento;

**Ocupação dos médicos:** Apresenta a ocupação de cada médico ao longo de toda a simulação. Valores muito altos representam o limite dos consultórios a serem ocupados por consultas enquanto valores muito baixos, poderão mostrar excesso de médicos para determinada especialidade;

**Tamanho Médio da Fila vs Taxa de Chegada de pacientes:** O tamanho médio da fila foi calculado como uma média ponderada pelo tempo, refletindo o número médio de doentes em espera ao longo da simulação. A medida que a taxa de chegada aumenta o tamanho da fila aumenta de modo proporcional, devido à maior afluência para um mesmo número de médicos, levando ao congestionamento da fila.

**Tempo médio na clínica por paciente:** Este gráfico representa o tempo médio que cada paciente permanece na clínica, desde a sua chegada até ao final da consulta. Este valor inclui tanto o tempo de espera na fila como o tempo efetivo de atendimento médico. Observa-se que, à medida que a taxa de chegada de doentes aumenta ou o número de médicos se mantém limitado, o tempo médio na clínica tende a aumentar, refletindo o crescimento das filas e dos tempos de espera. Este comportamento evidencia o impacto direto da carga do sistema na experiência do paciente e no desempenho global da clínica.



## 0.16 Análise de Resultados

Os gráficos obtidos permitem avaliar indicadores cruciais para a gestão hospitalar, tais como o comportamento da fila de espera, a ocupação dos médicos e o impacto da taxa de chegada no tempo médio de permanência dos pacientes.

Observa-se que, à medida que a taxa de chegada aumenta ou o número de médicos se mantém limitado, ocorre um aumento do congestionamento, refletindo-se em tempos de espera mais elevados.

## 0.17 Interface Gráfica

De seguida, apresentam-se detalhadamente as imagens das interfaces do projeto em simulação:

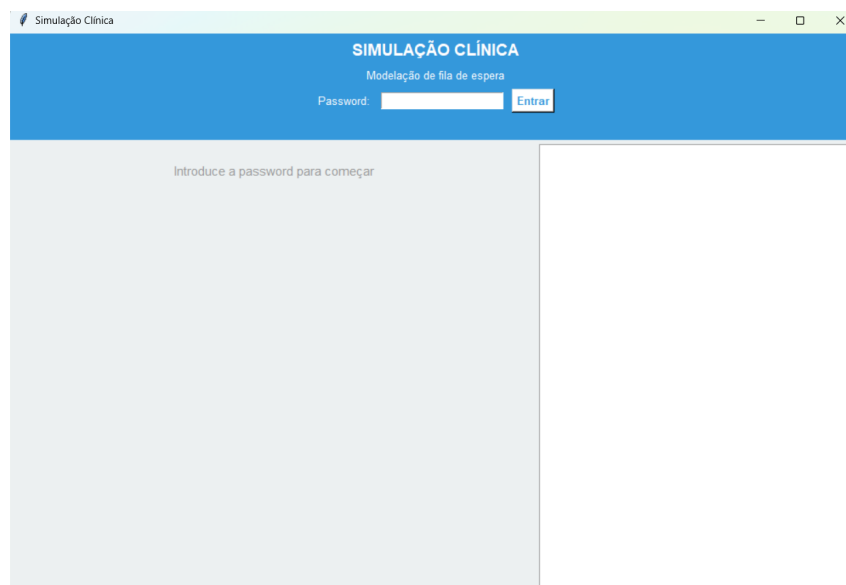


Figura 2: Ecrã Login

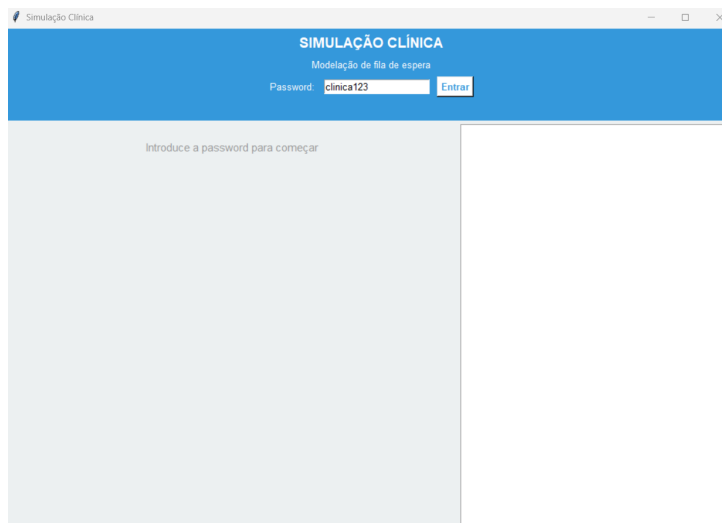


Figura 3: Introdução da Palavra Passe

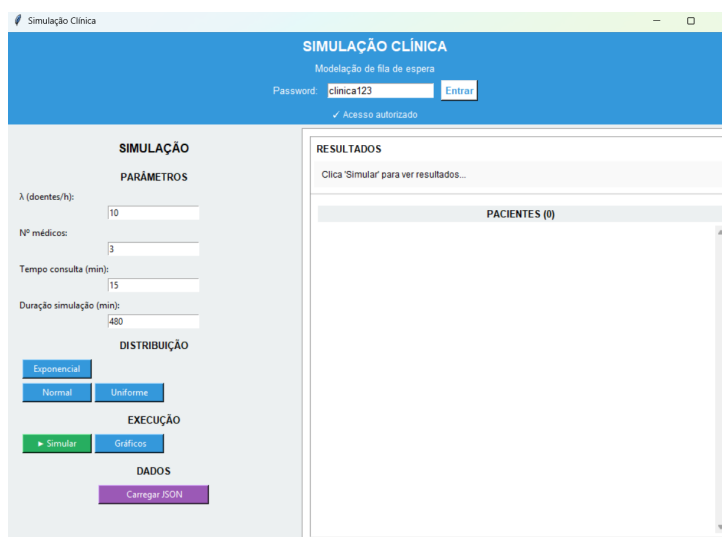


Figura 4: Janela Principa da Clínica

Simulação Clínica

SIMULAÇÃO CLÍNICA

Modelação de fila de espera

Password:

✓ Acesso autorizado

SIMULAÇÃO

PARÂMETROS

λ (doentes/h):

Nº médicos:

Tempo consulta (min):

Duração simulação (min):

DISTRIBUIÇÃO

Exponencial

Normal

Uniforme

EXECUÇÃO

▶ Simular

Gráficos

DADOS

Carregar JSON

RESULTADOS

Clica 'Simular' para ver resultados...

PACIENTES (2000)

1. Neyanne Sampaio

Prioridade: 4

2. Santiago Cláudio Bal

Prioridade: 3

3. Yona Carrapatoso

Prioridade: 2

4. Iolanda Raquel Camac

Prioridade: 1

5. Mafisse Troncoo

Prioridade: 2

6. David Alexandru Mela

Prioridade: 1

7. Ilie Filip Fartura

Prioridade: 4

8. Vanvara Eusebio

Prioridade: 4

Figura 5: Carregamento dos Pacientes do Json

Simulação Clínica

SIMULAÇÃO CLÍNICA

Modelação de fila de espera

Password:

✓ Acesso autorizado

SIMULAÇÃO

PARÂMETROS

λ (doentes/h):

Nº médicos:

Tempo consulta (min):

Duração simulação (min):

DISTRIBUIÇÃO

Exponencial

Normal

Uniforme

EXECUÇÃO

▶ Simular

Gráficos

DADOS

Carregar JSON

RESULTADOS

Doentes atendidos: 120  
Tempo espera: 0.5 min  
Tempo consulta: 14.1 min  
Tempo total: 14.6 min  
Fila média: 0.1  
Fila máxima: 3  
Ocupação médicos: 70.4%

PACIENTES (2000)

1. Neyanne Sampaio

Prioridade: 4

2. Santiago Cláudio Bal

Prioridade: 3

3. Yona Carrapatoso

Prioridade: 2

4. Iolanda Raquel Camac

Prioridade: 1

5. Mafisse Troncoo

Prioridade: 2

6. David Alexandru Mela

Prioridade: 1

7. Ilie Filip Fartura

Prioridade: 4

Figura 6: Relatório Global da Simulação

## 0.18 Gráficos Resultantes da Simulação

Neste anexo apresentam-se os gráficos detalhados obtidos durante a execução de uma simulação do nosso sistema de atendimento hospitalar.

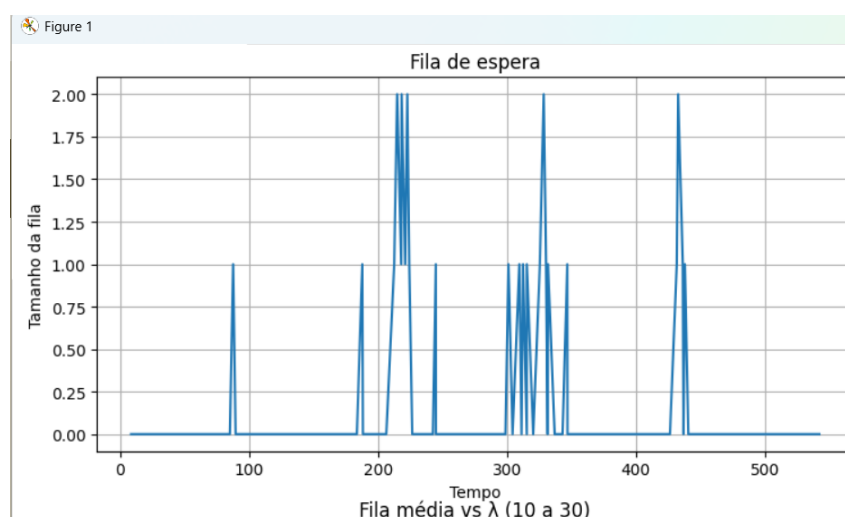


Figura 7: Evolução do tamanho da fila ao longo do tempo.

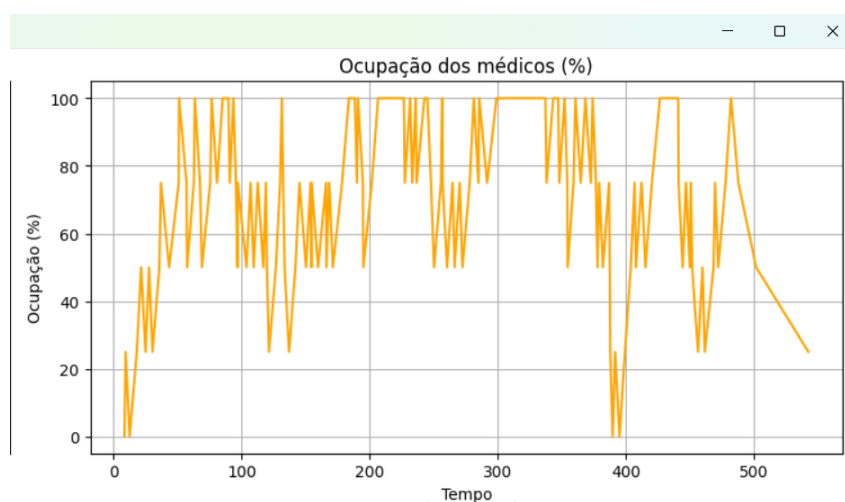


Figura 8: Taxa de ocupação dos médicos durante a simulação

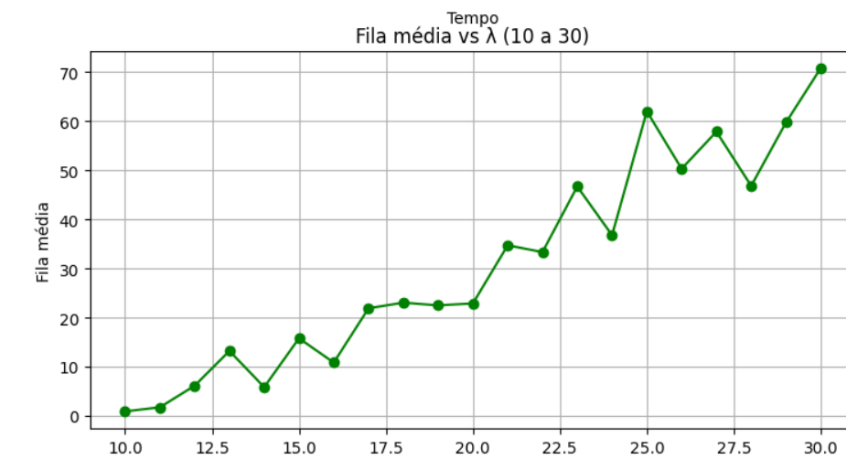


Figura 9: Tamanho médio da fila vs Taxa de chegada de pacientes



Figura 10: Tempo médio na clinica por paciente

## 0.19 Conclusão

O projeto permitiu implementar uma simulação eficaz do funcionamento de uma clínica médica, possibilitando a análise do impacto de diferentes parâmetros no desempenho do sistema. Verificou-se que a taxa de chegada dos doentes e o número de médicos influenciam diretamente o tamanho das filas e os tempos médios de atendimento.

Este trabalho contribuiu para a aplicação prática de conceitos fundamentais da unidade curricular, como simulação de eventos discretos, filas de espera e organização modular do código. Apesar das simplificações adotadas, o modelo constitui uma base sólida para futuras extensões, como pausas dos médicos, horários diferenciados ou múltiplas simulações para análises estatísticas mais aprofundadas.

## 0.20 Bibliografia

<https://epl.di.uminho.pt/jcr/AULAS/ATP2025/>

<https://www.tutorialspoint.com/pysimplegui/index.htm>

Sebenta de Ajuda do Latex