

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

# *Relatório de Projeto*

**Algoritmos e Técnicas de Programação**

**Ano Letivo 2025/2026**

**Realizado por:**

Diana Oliveira Rachas a109975

Patrícia Lopes Martins a110152

Inês Carvalho Rodrigues a109716

**Docentes:**

José Carlos Ramalho e Luís Filipe Cunha

Braga, 11 de Janeiro de 2026

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Base de Dados</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Arquitetura e Lógica do Sistema</b>	<b>3</b>
3.1	Estrutura de Classes	3
3.2	Triagem de Manchester e Especialidades	3
3.3	Mecanismo de Desistência	3
<b>4</b>	<b>Análise de Resultados</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Interface Gráfica (FreeSimpleGUI)</b>	<b>6</b>
5.1	Estrutura Janela Principal	6
5.2	Menu Lateral de Navegação	6
5.3	Área de Apresentação de Resultados	7
5.3.1	Botão1 - Configurar Simulação	7
5.3.2	Botão2 - Executar Simulação	7
5.3.3	Botão3 - Limpar Resultados	7
5.3.4	Botão4 - Histórico de Fila	8
5.3.5	Botão5 - Relatório Global da Simulação	8
5.3.6	Botão6 - Estatísticas	8
5.3.7	Botão7 - Pesquisar Doente	8
5.3.8	Botão8 - Ajuda	9
5.3.9	Botão0 - Sair	9
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>10</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>11</b>
	<b>A Interface Gráfica SimpleGUI Anexos</b>	<b>12</b>
	<b>B Gráficos Resultantes da Simulação - Estatísticas</b>	<b>17</b>

# **Lista de Figuras**

1	Login Principal . . . . .	12
2	Janela Principal . . . . .	12
3	Janela Configuração Simulação . . . . .	13
4	Simulação Execução . . . . .	13
5	Histórico da Fila . . . . .	13
6	Tamanho da fila ao longo do tempo . . . . .	14
7	Pessoas na fila de espera . . . . .	14
8	Relatório Global . . . . .	15
9	Estatísticas . . . . .	15
10	Pesquisar Doente . . . . .	16
11	Ajuda . . . . .	16
12	Evolução do tamanho da fila ao longo do tempo . . . . .	17
13	Taxa de ocupação dos médicos durante a simulação . . . . .	17
14	Tamanho Médio da Fila vs Taxa de Chegada . . . . .	18
15	Tempo médio de espera de prioridade . . . . .	18
16	Desistências acumuladas ao longo do tempo . . . . .	19
17	Ocupação de médicos ao longo do tempo . . . . .	19

## 1 Introdução

No âmbito da unidade curricular de Algoritmos e Técnicas de Programação, foi proposto o desenvolvimento de uma aplicação em Python capaz de simular o funcionamento de uma clínica médica. O sistema coordena a chegada aleatória de doentes, o atendimento por médicos disponíveis e o respetivo tempo de consulta, permitindo recolher estatísticas como tempos médios de espera, ocupação dos médicos e evolução das filas.

O principal objetivo deste projeto é analisar o comportamento do sistema, avaliando o impacto da variação de parâmetros como a taxa de chegada de doentes, o número de médicos e a distribuição do tempo de consulta.

Neste relatório apresenta-se a descrição da base de dados utilizada, a estrutura do sistema desenvolvido, os principais resultados obtidos através de gráficos e uma análise crítica do desempenho da simulação.

## 2 Base de Dados

O sistema utiliza dois repositórios de dados em formato JSON:

- **pessoas.json**: Contém o dataset de todos os pacientes.
- **users.json**: Armazena as credenciais (ID e password) para o módulo de autenticação da interface.

### 3 Arquitetura e Lógica do Sistema

#### 3.1 Estrutura de Classes

- **Classe Medico:** A Classe Medico representa um recurso ativo do sistema, sendo responsável por atender doentes de uma especialidade específica e acumular o seu tempo de ocupação. Esta informação é utilizada posteriormente para o cálculo da taxa de utilização dos recursos humanos.
- **Classe Doente:** A Classe Doente encapsula a informação associada a cada paciente, incluindo a prioridade definida pela triagem de Manchester, a especialidade necessária e os tempos relevantes da simulação (chegada, início de atendimento e saída).

#### 3.2 Triagem de Manchester e Especialidades

A triagem consiste na classificação e gestão dos doentes em fila de espera de acordo com a especialidade médica requerida e o grau de prioridade clínica. Prioridade que se divide por três cores que foram identificadas por números, sendo o menor número o de maior prioridade: Vermelho (0), Amarelo (1) e Verde (2). Quando um médico se encontra disponível, é escolhido o doente compatível com a sua especialidade que possua a prioridade mais elevada. Caso existam vários doentes com a mesma prioridade, o critério de desempate utilizado é o tempo de espera, sendo atendido em primeiro lugar o doente que entrou mais cedo na fila.

#### 3.3 Mecanismo de Desistência

Introduziu-se o conceito de tempo maximo de espera. Se um doente não for atendido dentro do tempo limite da sua prioridade (ex: 30 min para Verde), ocorre uma desistência, libertando recursos e registando a falha no sistema.

## 4 Análise de Resultados

A simulação gera indicadores cruciais para a gestão hospitalar:

- **Evolução do tamanho da fila ao longo do tempo:** O 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 durante a simulação:** Este gráfico mostra a ocupação ,em percentagem, de cada médico(identificado pelo ID e especialidade) ao longo de toda a simulação. Valores muito altos, médicos poderão estar em "burnout" ou sistema está no limite enquanto que valores muito baixos, poderão mostrar excesso de médicos para x especialidade ou que a triagem não está a encaminhar corretamente os doentes.
- **Tamanho Médio da Fila vs Taxa de Chegada:** 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. Já a taxa de chegada analisa como é a "pressão"face aos novos doentes na clínica. Executamos a simulação várias vezes, para cada valor de lambda fornecido (taxa de doentes por hora), rodamos a simulação e guardamos o tamanho médio da fila resultante. À medida que a taxa de chegada aumenta o tamanho da fila aumenta de modo quase proporcional, devido à maior afluência para um mesmo número de médicos, levando ao congestionamento da fila.

- **Tempo médio de espera de prioridade:** Os resultados mostram que o tempo médio de espera depende não só do nível de prioridade clínica, mas também do número de doentes em cada categoria. No gráfico da figura 15 apesar de os doentes com prioridade vermelha terem preferência no atendimento, o seu tempo médio de espera acaba por ser semelhante ao dos doentes verdes devido ao reduzido número de casos, tornando a média mais sensível a períodos de espera pontuais. Os doentes verdes, embora mais numerosos, apresentam tempos de espera variados, resultando numa média comparável. Já os doentes com prioridade amarela apresentam tempos médios de espera superiores, uma vez que não beneficiam de prioridade máxima e têm menor probabilidade de entrada imediata em consulta.
  
- **Desistências acumuladas ao longo do tempo:** Este gráfico mostra a perda de pacientes, cada degrau para cima representa um ou mais pacientes que "perderam a paciência" e saíram da fila. O valor final é o número total de pessoas que o sistema não conseguiu atender a tempo.
  
- **Ocupação dos Médicos ao Longo do Tempo:**  
Este gráfico, monitoriza em tempo real o número de médicos que se encontram em consulta em cada instante da simulação. Se o numero de médicos for menor, há maior probabilidade de estarem ocupados, o que se verifica no gráfico da figura 17. Esta visualização é crucial para a gestão clínica pois permite:
  - **Identificar picos de carga:** momentos em que a capacidade total máxima da clínica é atingida.
  - **Analizar períodos de inatividade:** Excesso de médicos para a taxa de chegada do momento.

## 5 Interface Gráfica (FreeSimpleGUI)

A interface foi modernizada para incluir um sistema de login seguro. O dashboard principal separa as operações de configuração, execução e visualização de estatísticas.

### 5.1 Estrutura Janela Principal

Interface principal dividida em duas colunas, do lado esquerdo com sete botões e do lado direito uma caixa de texto onde serão impressas todas as informações desejadas pelo utilizador.

### 5.2 Menu Lateral de Navegação

O menu lateral contém um conjunto de botões numerados, cada um associado a uma funcionalidade específica do sistema. As opções disponíveis são:

- Configurar Simulação
- Executar Simulação
- Limpar Resultados
- Histórico da fila
- Relatório Global da Simulação
- Estatísticas
- Pesquisar Doente
- Ajuda
- Sair

## 5.3 Área de Apresentação de Resultados

A área de leitura principal da interface é constituída por uma caixa de texto, utilizada para apresentar mensagens, resultados da simulação e análises do sistema.

Os resultados são apresentados de forma sequencial e clara, permitindo acompanhar simulação e interpretar os dados produzidos.

### 5.3.1 Botão1 - Configurar Simulação

Esta opção permite ao utilizador definir os parâmetros principais da simulação antes da sua execução. Através de uma janela, é possível configurar o número de médicos disponíveis, o tempo total de simulação, a taxa de chegada de doentes e a distribuição do tempo de consulta. Estas configurações influenciam diretamente o comportamento e os resultados do sistema.

### 5.3.2 Botão2 - Executar Simulação

O botão *Executar Simulação* inicia o processo de simulação com base nos parâmetros previamente definidos. Após a execução, os principais resultados são apresentados na área de output, incluindo informações como o tamanho médio da fila e dados gerais da simulação.

### 5.3.3 Botão3 - Limpar Resultados

Esta funcionalidade permite limpar a área de apresentação de resultados, removendo toda a informação previamente exibida. Esta opção é útil para preparar a interface para uma nova simulação ou para melhorar a clareza visual dos dados apresentados.

### 5.3.4 Botão4 - Histórico de Fila

Este botão abre uma janela que permite ao utilizador analisar detalhadamente o comportamento da fila de espera durante a simulação através de duas vertentes principais:

- **Tamanho da fila ao longo do tempo:** Apresenta um registo textual cronológico indicando em que minuto exato o tamanho da fila sofreu alterações.
- **Pessoas na fila de espera:** Gera uma listagem detalhada que identifica os doentes que estiveram em espera, indicando o ID, o nome, a especialidade necessária e o respetivo nível de prioridade (cor) no momento de cada observação.

### 5.3.5 Botão5 - Relatório Global da Simulação

Este botão permite a visualização de um resumo estatístico consolidado diretamente na área de output principal da interface. O relatório inclui indicadores fundamentais como o número total de doentes atendidos, o total de desistências registadas, os tempos médios de espera e de permanência na clínica, além do detalhe da ocupação percentual de cada médico por especialidade.

### 5.3.6 Botão6 - Estatísticas

O botão *Estatísticas* abre uma janela com um botão correspondente a cada gráfico estatístico que posteriormente se poderá visualizar. Facilita a interpretação visual dos resultados obtidos.

### 5.3.7 Botão7 - Pesquisar Doente

Esta funcionalidade disponibiliza uma ferramenta de consulta individualizada baseada no ID do doente. Ao realizar a pesquisa, o sistema acede aos regtos internos e devolve o percurso completo do indivíduo na simulação, detalhando o seu estado (Atendido ou Desistiu) e sua chegada, início de atendimento e saída.

### 5.3.8 Botão8 - Ajuda

O botão *Ajuda* apresenta uma janela informativa com uma breve explicação sobre o funcionamento da interface gráfica e as funcionalidades disponíveis, auxiliando o utilizador na utilização do sistema.

### 5.3.9 Botão0 - Sair

O botão *Sair* permite encerrar a aplicação de forma segura, terminando o ciclo de execução da interface gráfica.

## 6 Conclusão

Neste projeto foi desenvolvida a simulação de uma clínica médica que permite a gestão da chegada de doentes, do atendimento por parte dos médicos e a recolha de desempenho. O sistema mostrou-se capaz de representar de forma realista situações de congestionamento, variação da carga de trabalho e impacto após configuração de parâmetros.

A análise dos resultados permitiu concluir que a taxa de chegada de doentes e o número de médicos disponíveis têm um impacto direto no tamanho das filas e nos tempos de espera. Observou-se que, para valores elevados de taxa de chegada, o sistema entra rapidamente em regime de saturação.

Em suma, este projeto permitiu aplicar conceitos fundamentais da unidade curricular de Algoritmos e Técnicas de Programação e que são essenciais para projetos de engenharia reais e eficientes, nomeadamente filas de prioridade, simulação de eventos discretos e organização modular do código. Através da análise dos resultados, foi possível compreender o impacto direto da taxa de chegada e da disponibilidade de recursos no desempenho do sistema. Apesar das simplificações assumidas no âmbito do trabalho, o modelo fornece uma base sólida para extensões futuras, como pausas dos médicos, horários diferenciados ou múltiplas execuções para análise estatística mais robusta

## Referências

- [1] Freesimplegui. <https://pypi.org/project/FreeSimpleGUI/>, 2024.
- [2] José Carlos Ramalho. Aulas de algoritmos e tipos de dados 2025. <https://epl.di.uminho.pt/~jcr/AULAS/ATP2025/>, 2025.

## A Interface Gráfica SimpleGUI Anexos

Neste anexo apresentam-se detalhadamente as imagens das interfaces do projeto.

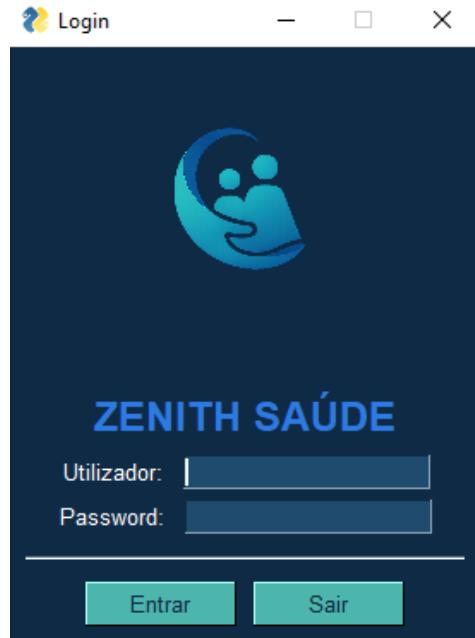


Figura 1: Login Principal

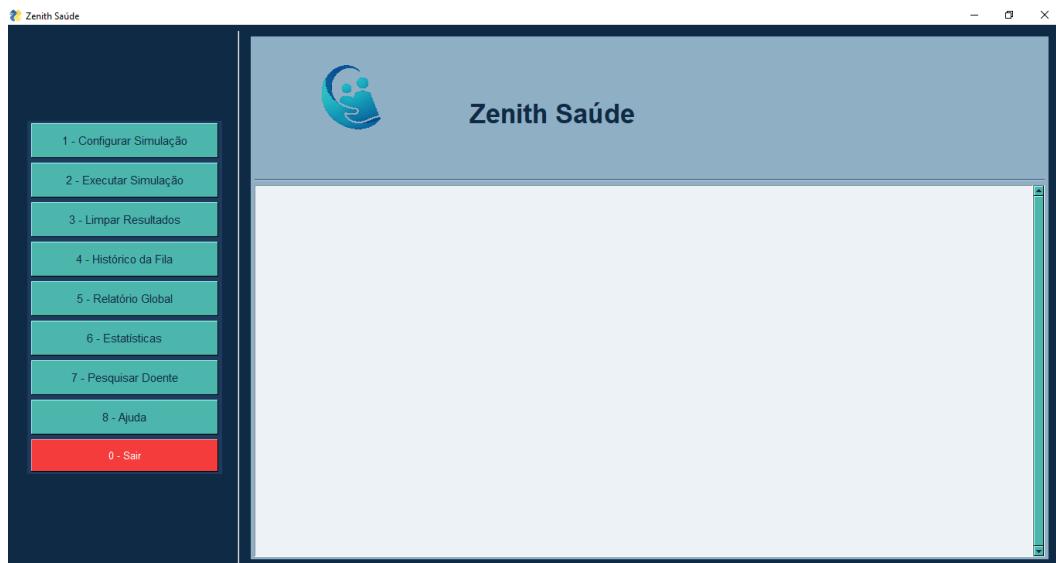


Figura 2: Janela Principal



Figura 3: Janela Configuração Simulação



Figura 4: Simulação Execução



Figura 5: Histórico da Fila

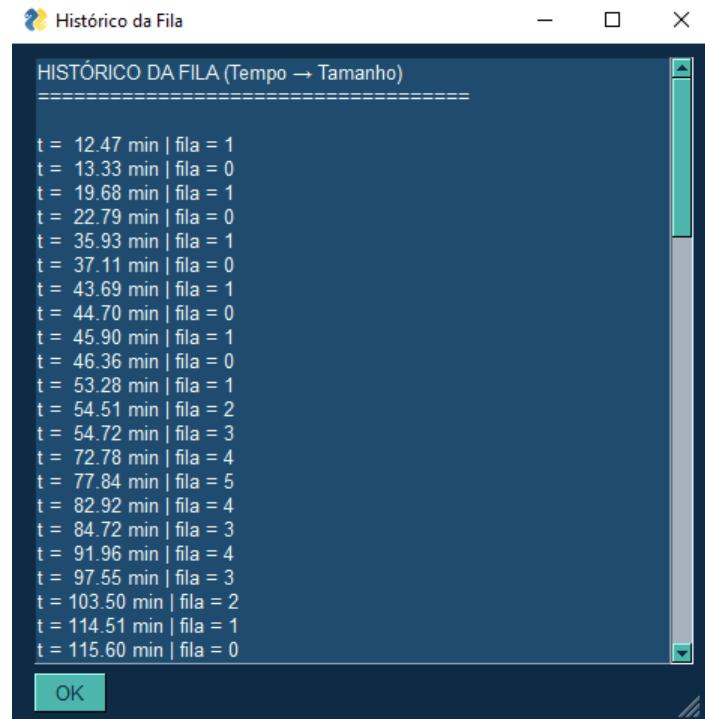


Figura 6: Tamanho da fila ao longo do tempo

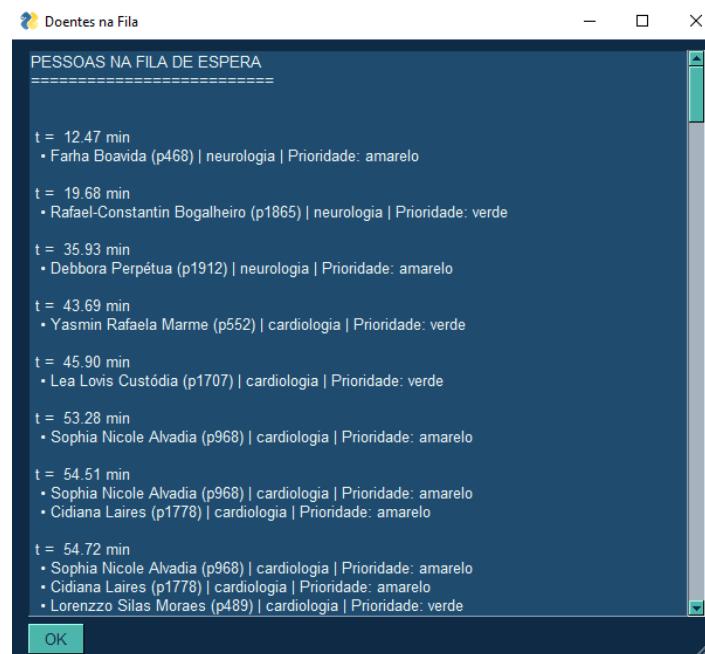


Figura 7: Pessoas na fila de espera



Figura 8: Relatório Global

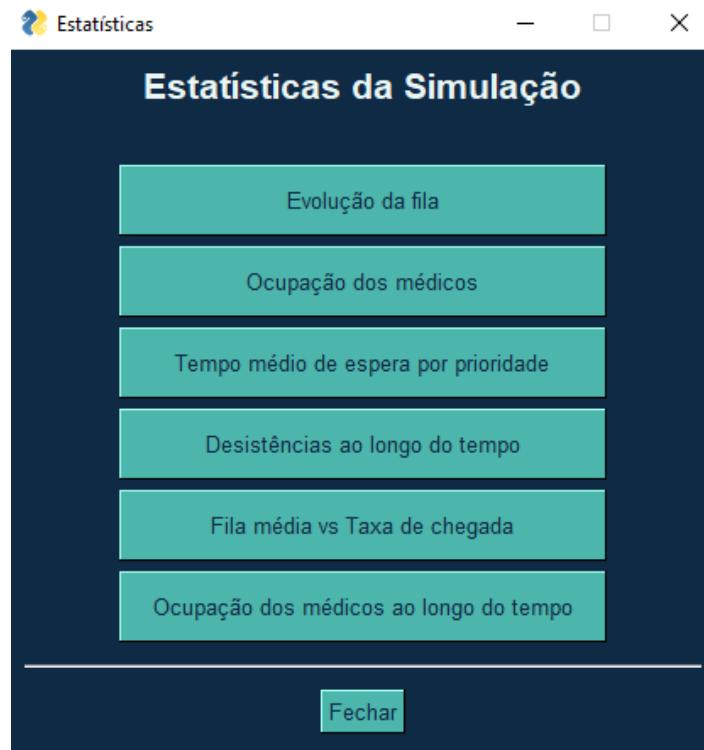


Figura 9: Estatísticas

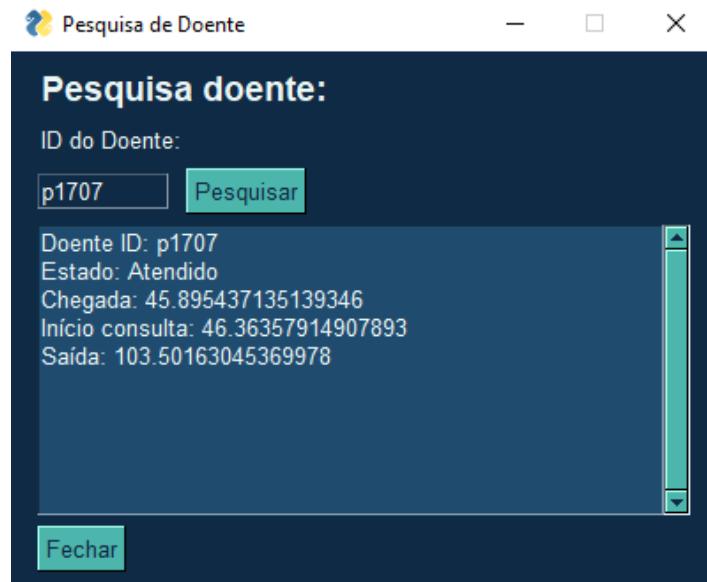


Figura 10: Pesquisar Doente

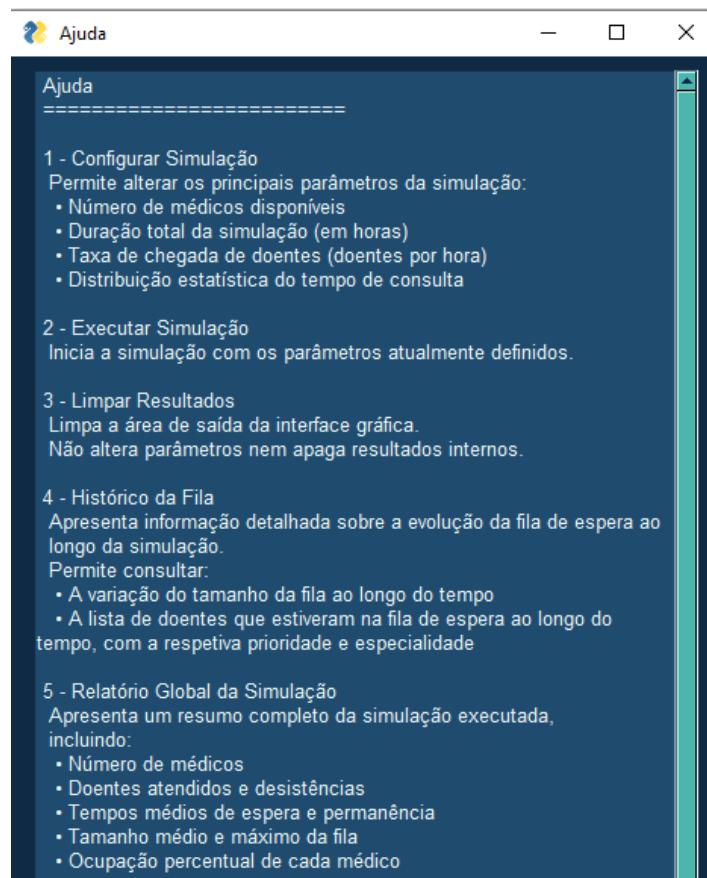


Figura 11: Ajuda

## B Gráficos Resultantes da Simulação - Estatísticas

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

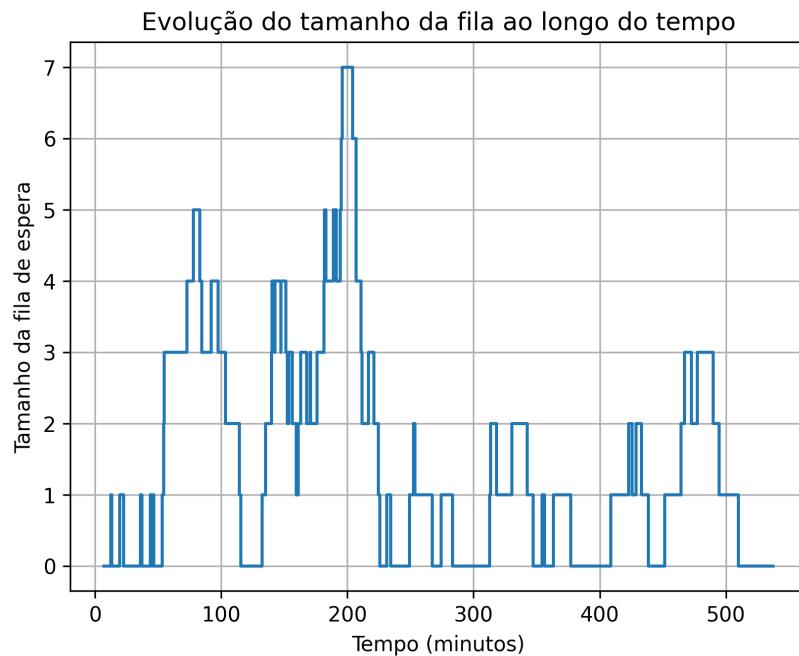


Figura 12: Evolução do tamanho da fila ao longo do tempo.

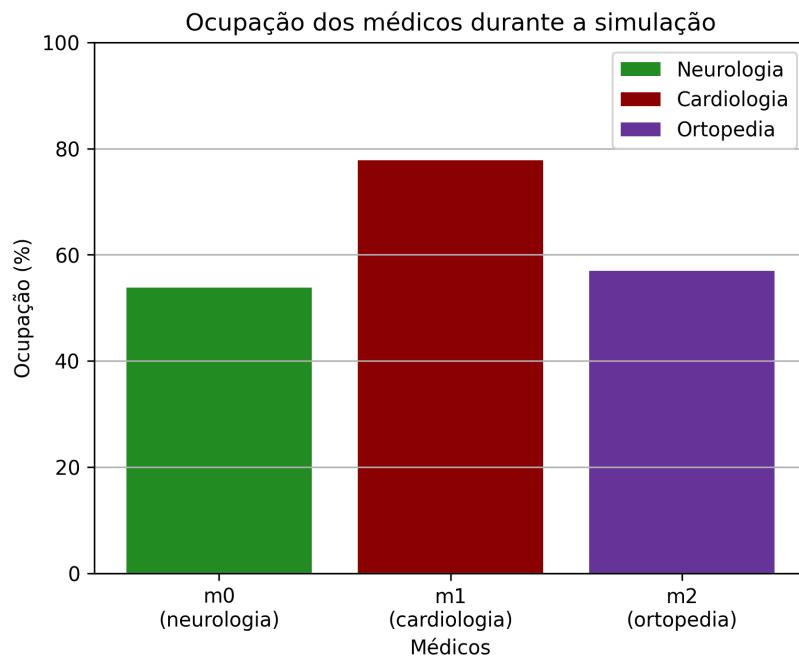


Figura 13: Taxa de ocupação dos médicos durante a simulação

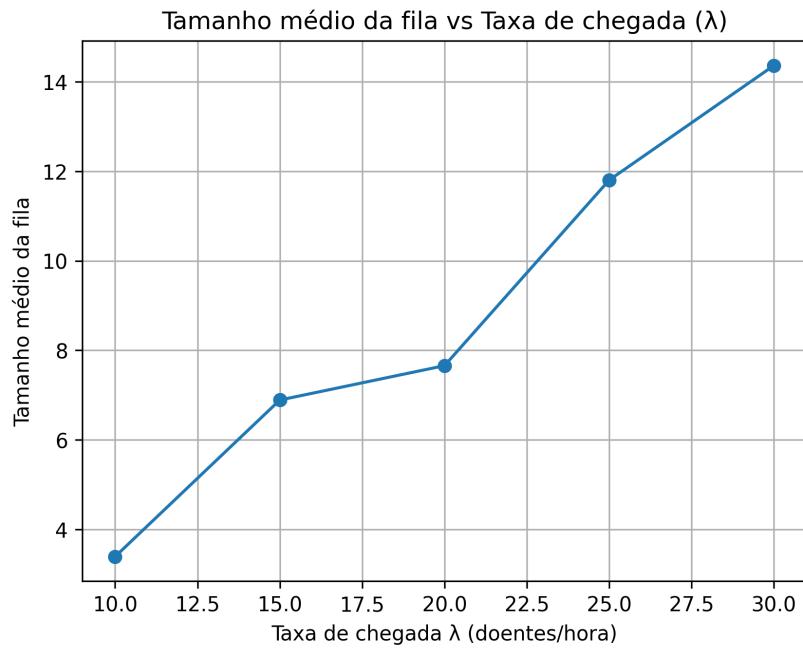


Figura 14: Tamanho Médio da Fila vs Taxa de Chegada

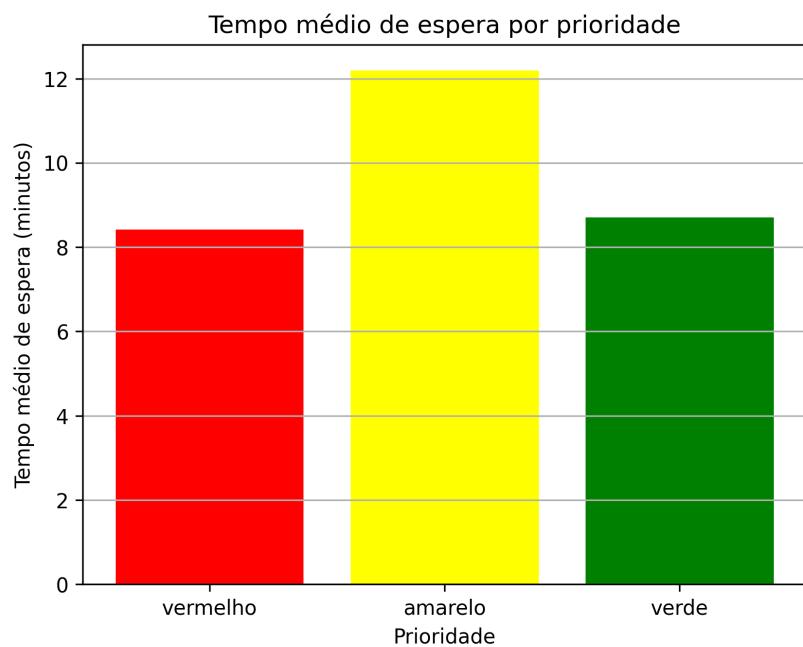


Figura 15: Tempo médio de espera de prioridade

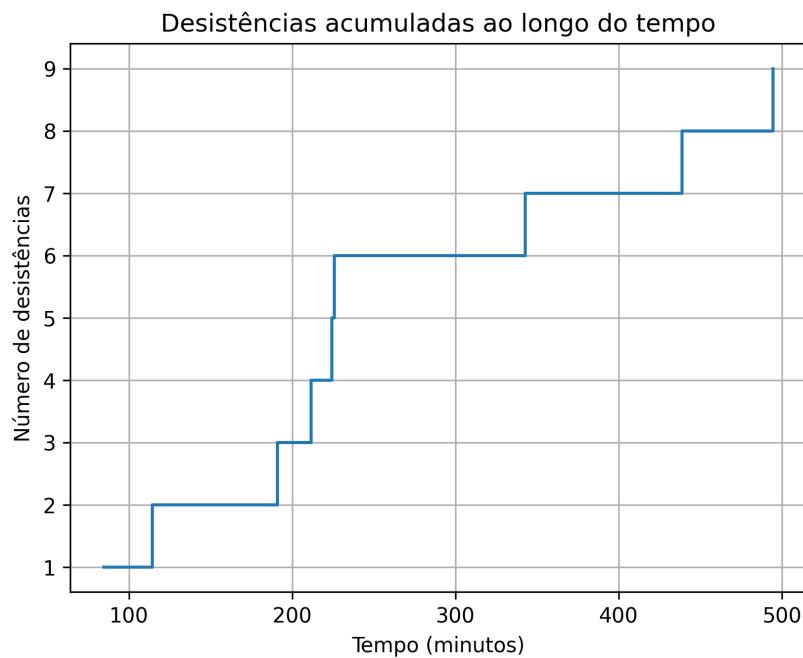


Figura 16: Desistências acumuladas ao longo do tempo

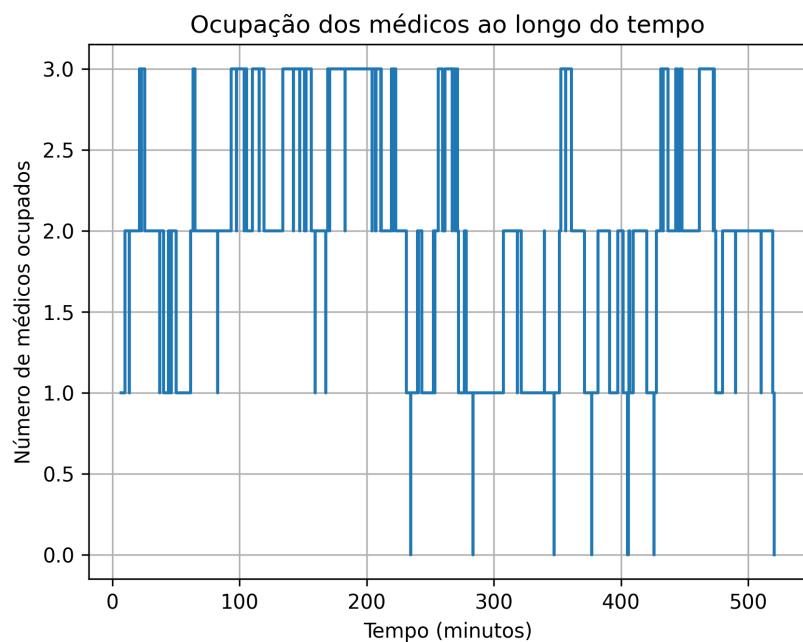


Figura 17: Ocupação de médicos ao longo do tempo