



LICENCIATURA EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

ALGORITMOS E TÉCNICAS DE PROGRAMAÇÃO

Simulador de Clínica Médica

Realizado por:

Mariana Lopes, A112046

Ana Rita Gonçalves, A111540

José Francisco Lopes, A112041

Docente: José Carlos Ramalho

Docente Convidado: Luís Filipe Cunha

11 de janeiro de 2026

Índice

1	Introdução	2
2	Análise e Especificação dos Requisitos	3
2.1	Descrição Informal do Problema e Especificação de Requisitos	3
2.1.1	Descrição Informal do Problema	3
2.1.2	Dados	4
2.1.3	Funcionalidades Implementadas no Sistema	5
3	Conceção e Proposta de Resolução	8
3.1	Conceção do Sistema	8
3.2	Interface Gráfica da Aplicação	8
3.3	Configuração da Clínica	9
3.4	Execução da Simulação	10
3.5	Visualização e Análise de Resultados	10
3.6	Relatórios e Exportação de Dados	14
4	Conclusão	16

1. *Introdução*

No âmbito da Unidade Curricular de Algoritmos e Técnicas de Programação, foi desenvolvida uma aplicação em Python destinada à simulação de uma triagem clínica. O Simulador de Clínica Médica permite criar e carregar uma base de dados de pacientes, simular o atendimento ao longo de um período diário (08h–16h), gerir filas de espera com base em prioridades clínicas e proceder à atribuição de médicos por especialidade.

A aplicação possibilita ainda a importação de ficheiros JSON, a configuração dos principais parâmetros da clínica e a análise dos resultados da simulação através de relatórios em tabela e gráficos estatísticos. Estes recursos permitem avaliar o desempenho do sistema, nomeadamente a evolução das filas de espera, os tempos médios de atendimento e a utilização dos recursos médicos.

Por fim, foram considerados mecanismos de validação de entradas, assegurando a robustez da aplicação, bem como o desenvolvimento de uma interface gráfica intuitiva com recurso às bibliotecas *PySimpleGUI*, *matplotlib*, *datetime* e *heapq*.

2. Análise e Especificação dos Requisitos

2.1 Descrição Informal do Problema e Especificação de Requisitos

2.1.1 Descrição Informal do Problema

Para a elaboração deste projeto optamos por utilizar o modelo da base de dados em JSON fornecido pelo professor, tendo em conta que consiste num formato text-based que se mostra ideal para representar dados estruturados. Esta escolha deve-se à natureza legível e flexível do JSON, que facilita a manipulação e representação de informações de forma clara e organizada.

O Simulador de Clínica Médica foi desenvolvido exclusivamente com uma interface gráfica, sendo toda a interação com o utilizador realizada através de janelas e componentes visuais. A interface permite a configuração dos parâmetros da clínica, a execução da simulação e a visualização dos resultados através de tabelas e gráficos estatísticos, facilitando a análise do desempenho do sistema de forma clara e intuitiva.

2.1.2 Dados

O Simulador de Clínica Médica utiliza uma estrutura de dados baseada em ficheiros JSON, que armazenam uma lista de objetos representando os pacientes a serem atendidos durante a simulação. Cada paciente é descrito através de um conjunto de pares chave–valor, contendo a informação necessária para a gestão da triagem e do atendimento clínico.

- "id": (int) — identifica univocamente o paciente
- "nome": (string) — representa o nome do paciente
- "idade": (int) — indica a idade do paciente
- "especialidade": (string) — define a especialidade médica associada ao atendimento
- "prioridade": (int) — representa o nível de urgência clínica, sendo 1 o mais urgente e 3 o menos urgente
- "tempo_chegada": (string) — indica o instante de chegada do paciente à clínica, em minutos, desde a abertura (08h00)

A título de exemplo, apresenta-se de seguida um paciente representado na estrutura de dados utilizada:

```
{  
    "id": 1,  
    "nome": "Ana 1",  
    "idade": 34,  
    "especialidade": "Clínica Geral",  
    "prioridade": 2,  
    "tempo_chegada": 45.5  
}
```

2.1.3 Funcionalidades Implementadas no Sistema

O sistema desenvolvido integra um conjunto abrangente de funcionalidades que permitem ao utilizador configurar, executar e analisar simulações do funcionamento de uma clínica médica. Estas funcionalidades foram concebidas com o objetivo de proporcionar flexibilidade, clareza na análise dos resultados e facilidade de utilização.

Configuração da Clínica

A aplicação permite a configuração dinâmica dos principais parâmetros da clínica, nomeadamente:

- Número de médicos disponíveis por especialidade (Clínica Geral, Cardiologia e Ortopedia);
- Taxa de chegada de pacientes por hora;
- Tempo médio de consulta;
- Distribuição estatística do tempo de atendimento (Exponencial, Normal ou Uniforme).

Esta funcionalidade possibilita a adaptação do simulador a diferentes cenários operacionais, permitindo a análise do impacto de alterações na capacidade de atendimento da clínica.

Gestão de Dados dos Pacientes

O sistema suporta a gestão dos dados dos pacientes através de:

- Geração automática de cenários de pacientes com base na taxa de chegada definida;
- Importação de bases de dados externas em formato JSON;

Os dados importados ou gerados incluem informação relativa à especialidade, prioridade, idade e tempo de chegada de cada paciente.

Execução da Simulação

A funcionalidade central do sistema consiste na execução da simulação do atendimento da clínica ao longo do período de funcionamento diário. Durante a simulação, são considerados:

- Chegadas aleatórias de pacientes;
- Filas de espera independentes por especialidade;
- Priorização dinâmica dos pacientes;
- Alocação automática de médicos disponíveis.

O processo é baseado em simulação a eventos discretos, assegurando uma modelação realista do fluxo de atendimento.

Visualização Gráfica dos Resultados

Após a execução da simulação, o sistema disponibiliza um conjunto de gráficos que permitem uma análise visual do desempenho da clínica, incluindo:

- Evolução do tamanho da fila de espera ao longo do tempo;
- Taxa de ocupação dos médicos durante o período de simulação;
- Análise de sensibilidade entre a taxa de chegada de pacientes e o tempo médio de espera.

Estas visualizações facilitam a interpretação dos resultados e a identificação de anomalias.

Relatórios e Estatísticas

O sistema gera relatórios detalhados que apresentam estatísticas globais e segmentadas, tais como:

- Número total de pacientes atendidos;
- Tempo médio de espera global;
- Tempo médio de espera por nível de prioridade;

- Taxa média de ocupação dos médicos.

Os relatórios podem ser visualizados diretamente na aplicação ou exportados para ficheiros externos.

Exportação de Resultados

Os resultados da simulação podem ser exportados para um ficheiro no formato CSV, permitindo:

- Arquivamento dos dados;
- Análises complementares em ferramentas externas;
- Partilha dos resultados obtidos.

Previsão Mensal de Funcionamento

A aplicação inclui uma funcionalidade de previsão mensal que simula o funcionamento da clínica para cada dia do mês atual. Os resultados são apresentados sob a forma de um calendário interativo, no qual cada dia é classificado de acordo com o nível médio de ocupação dos médicos.

Interface de Apoio ao Utilizador

Para facilitar a utilização da aplicação, foi implementada uma funcionalidade de ajuda que disponibiliza instruções detalhadas sobre cada operação disponível no sistema, promovendo uma melhor experiência de utilização.

float

3. Conceção e Proposta de Resolução

Neste capítulo é apresentada a conceção do sistema desenvolvido, bem como a proposta de resolução adotada para a implementação do simulador de funcionamento de uma clínica médica. São descritas as decisões tomadas ao nível da interface, da estrutura do sistema e das funcionalidades disponibilizadas ao utilizador.

3.1 Conceção do Sistema

A aplicação foi concebida com o objetivo de simular o funcionamento de uma clínica médica de forma realista, permitindo analisar o impacto de diferentes configurações no tempo de espera dos pacientes e na ocupação dos médicos. Para tal, optou-se por uma abordagem modular, separando a lógica da simulação, a gestão de dados e a interface com o utilizador.

3.2 Interface Gráfica da Aplicação

Para o desenvolvimento da Interface Gráfica foi utilizada a biblioteca *PySimpleGUI*, que permite a criação de interfaces simples e funcionais de forma eficiente. A Interface Principal da aplicação disponibiliza acesso direto a todas as funcionalidades implementadas no sistema.

A partir desta interface, o utilizador pode configurar os parâmetros da clínica, executar simulações, visualizar gráficos de análise e relatórios em tabela e importar e exportar dados.

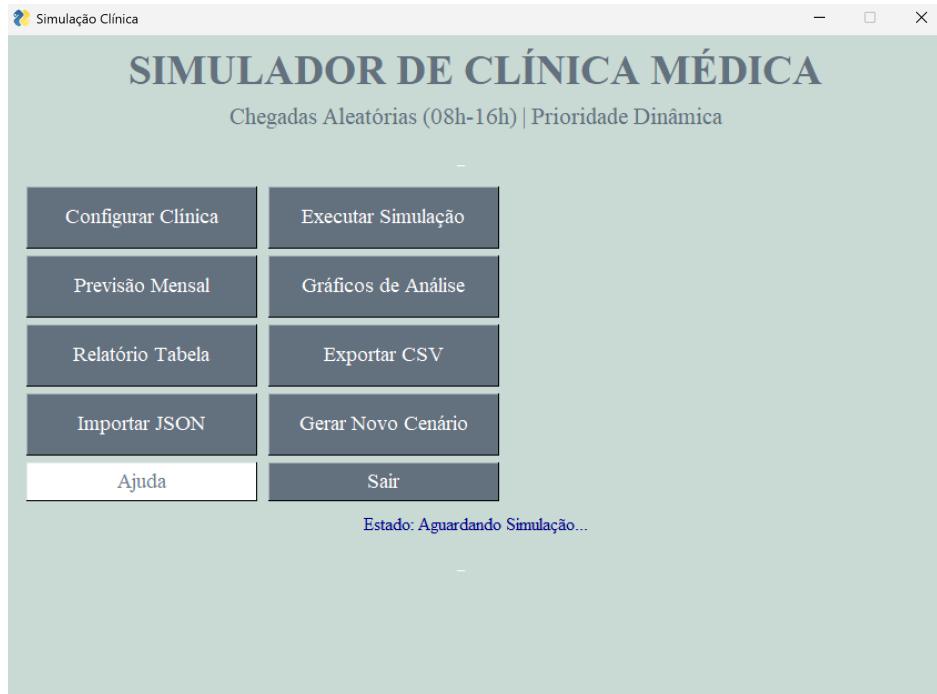


Figura 3.1: Interface Principal do Sistema

3.3 Configuração da Clínica

A aplicação permite a configuração dos principais parâmetros da clínica médica, nomeadamente:

- Número de médicos por especialidade;
- Taxa de chegada de pacientes;
- Tempo médio de atendimento;
- Distribuição estatística do tempo de consulta.

Esta configuração é realizada através de uma interface dedicada, garantindo que apenas valores válidos são aceites, evitando erros durante a simulação.

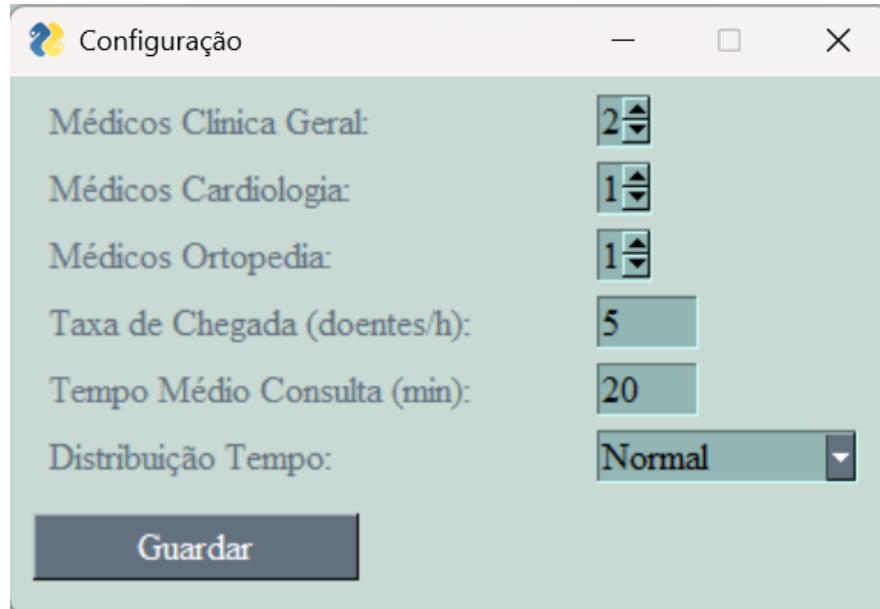


Figura 3.2: Interface de Configuração da Clínica

3.4 Execução da Simulação

Após a configuração dos parâmetros, o utilizador pode iniciar a simulação do funcionamento da clínica. Durante a simulação são considerados:

- Chegadas aleatórias de pacientes;
- Filas de espera independentes por especialidade;
- Prioridades dos pacientes;
- Disponibilidade dos médicos.

O sistema baseia-se numa simulação a eventos discretos, permitindo representar de forma fiel o comportamento real de uma clínica médica.

3.5 Visualização e Análise de Resultados

Após a execução da simulação, a aplicação apresenta os resultados sob a forma de gráficos e estatísticas, permitindo uma análise detalhada do desempenho da clínica. Entre os resultados apresentados destacam-se:

- Tempo médio de espera dos pacientes;

- Número total de pacientes atendidos;
- Taxa de ocupação dos médicos;
- Evolução das filas de espera ao longo do tempo.

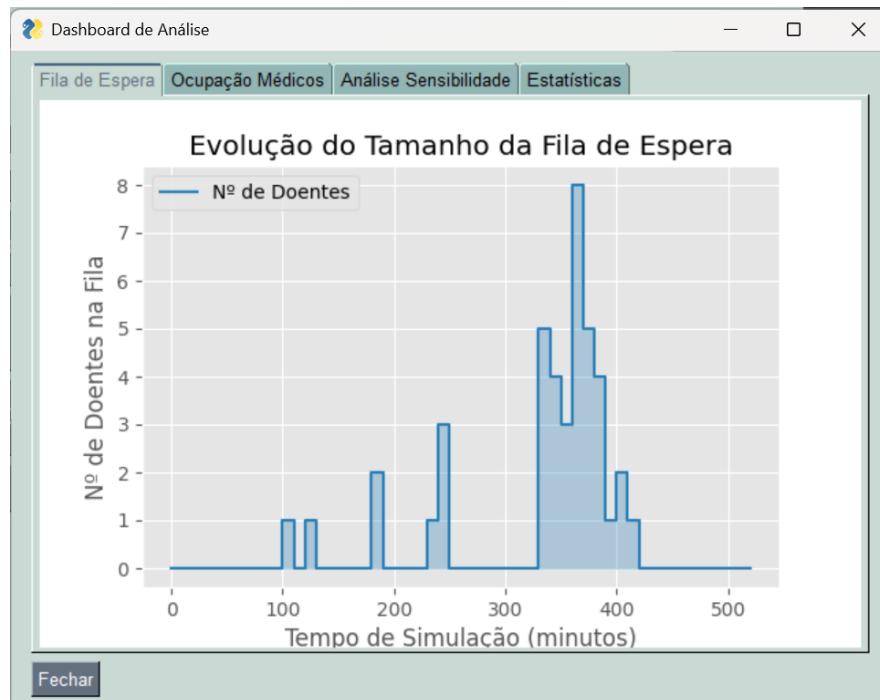


Figura 3.3: Visualização Gráfica dos Resultados da Simulação



Figura 3.4: Visualização Gráfica dos Resultados da Simulação



Figura 3.5: Visualização Gráfica dos Resultados da Simulação

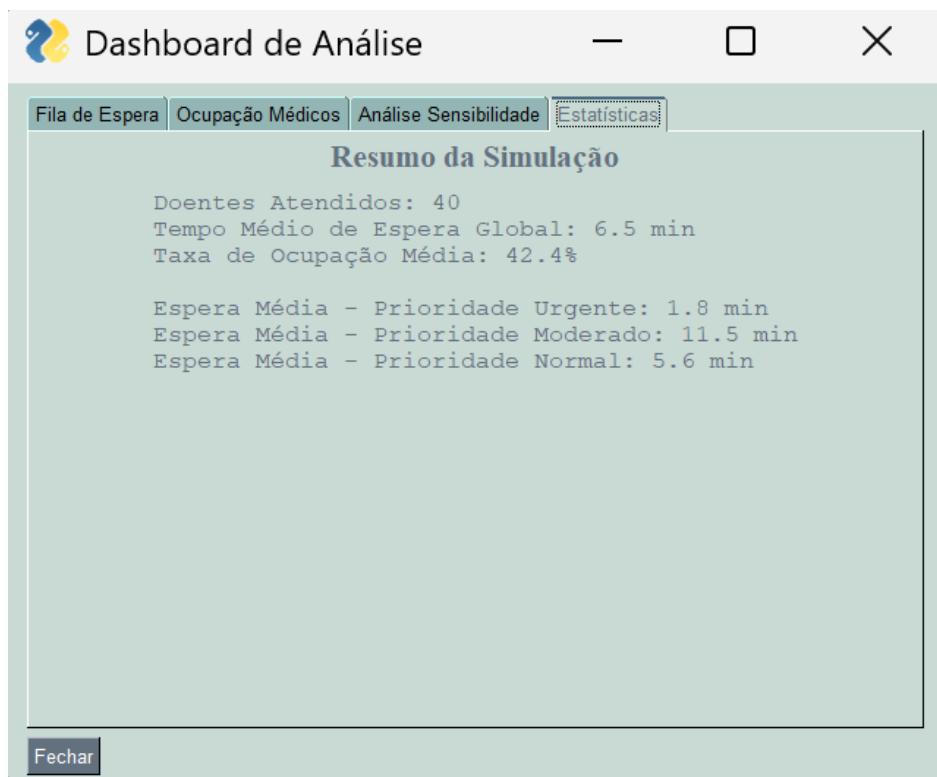


Figura 3.6: Estatísticas

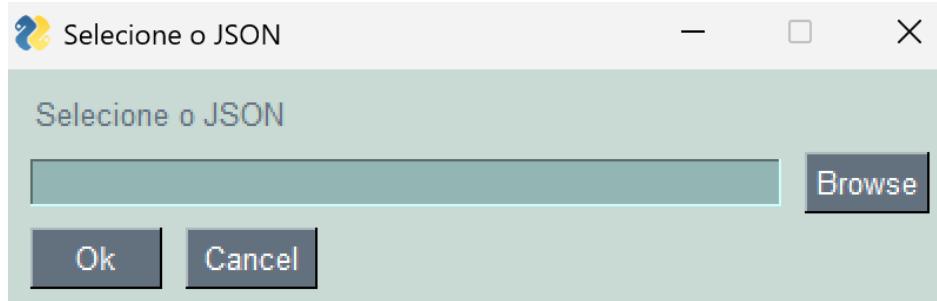


Figura 3.7: Importar Ficheiro JSON

ID	Nome	Idade	Especialidade	Prio	Chegada	Médico	Inicio	Saída	Duração	Espera
p191	Lugh Ortigão	41	Cardiologia	2	08:24	Dr. 3	08:44	08:44	20.6	0.0
p192	Catharina Corcino	43	Ortopedia	1	08:39	Dr. 4	08:59	09:02	22.6	0.0
p625	Tabatha Maria Serroo	90	Clinica Geral	3	08:41	Dr. 1	08:41	09:05	23.4	0.0
p623	Sara Beatriz Camarin	61	Cardiologia	2	09:09	Dr. 3	09:09	09:29	20.7	0.0
p621	Rafaela Lutzen Aguiha	23	Ortopedia	1	09:21	Dr. 4	09:21	09:25	4.0	0.0
p621	Joséia Marinho	23	Cardiologia	3	09:18	Dr. 3	09:29	09:54	24.6	11.6
p392	Tomas Júnior Sotome	68	Cardiologia	1	09:34	Dr. 3	09:54	10:06	11.6	20.3
p161	Beatriz Isabel Aguiha	97	Cardiologia	2	09:49	Dr. 3	10:06	10:31	24.8	16.9
p166	Suryanne Geadas	38	Ortopedia	3	09:54	Dr. 4	09:54	10:17	23.4	0.0
p1755	Nurra Lobato	77	Ortopedia	3	10:13	Dr. 4	10:17	10:43	26.2	4.4
p857	Rúdi Capela	40	Cardiologia	3	10:18	Dr. 3	10:31	10:49	18.2	12.6
p1359	Miranda do Rosário Ant	40	Clinica Geral	1	10:24	Dr. 1	10:24	10:44	19.5	0.0
p621	Amedie Galha	72	Ortopedia	2	10:39	Dr. 4	10:43	11:01	17.6	4.6
p1682	Maria Manuela Cardoso	86	Clinica Geral	1	10:40	Dr. 2	10:40	11:01	21.4	0.0
p1118	Asan Dória	53	Ortopedia	3	10:58	Dr. 4	11:01	11:23	22.1	2.9
p1371	Sanjai Pedrosa	52	Ortopedia	3	11:08	Dr. 4	11:23	11:50	27.1	14.8
p334	Martim Alexandre Mill	18	Ortopedia	3	11:24	Dr. 4	11:50	12:08	17.8	26.4
p1610	Anaiza Gougeia	86	Clinica Geral	1	11:44	Dr. 1	11:44	12:06	22.0	0.0
p1044	Lara Yasmine Fuent	90	Clinica Geral	2	12:02	Dr. 2	12:02	12:16	14.5	0.0
p89	Linette Barreço	77	Clinica Geral	3	12:03	Dr. 1	12:06	12:34	27.3	3.2
p467	Mário Dimis Vasão	22	Clinica Geral	3	12:20	Dr. 2	12:20	12:44	23.3	0.0
p1180	Jozenny Alvarez	51	Cardiologia	3	12:24	Dr. 3	12:24	12:46	21.8	0.0
p1979	Arham Mioludo	79	Ortopedia	2	12:32	Dr. 4	12:32	12:54	22.5	0.0
p1477	Anunciação Melreira	73	Cardiologia	1	12:34	Dr. 3	12:46	13:04	18.3	12.0
p1732	Otto Saago	63	Clinica Geral	2	12:44	Dr. 1	12:44	13:03	18.4	0.0
p1430	Idalina Renata Leitoo	60	Cardiologia	2	12:56	Dr. 3	13:04	13:22	18.1	8.0
p314	Divinando Luto	41	Cardiologia	2	13:34	Dr. 3	13:34	13:54	20.1	0.0
p628	Jeryksion Pinhel	86	Ortopedia	3	13:36	Dr. 4	13:36	13:51	15.6	0.0
p1942	Raphaela Serrão	68	Cardiologia	3	13:39	Dr. 3	13:54	14:24	29.9	15.1
p932	Ahmed Miguel Gasil	53	Cardiologia	1	14:01	Dr. 3	14:24	14:42	17.7	22.9
p237	Bartolomeu Perestrel	78	Clinica Geral	2	14:09	Dr. 1	14:09	14:24	14.8	0.0

Figura 3.8: Relatório de Atendimento

O Relatório de Atendimento apresenta, em formato de tabela, a informação detalhada dos pacientes atendidos durante a simulação, facilitando a identificação visual dos diferentes níveis de prioridade, permitindo uma análise rápida e clara dos resultados da simulação.

3.6 Relatórios e Exportação de Dados

O sistema permite ainda a geração de relatórios estatísticos detalhados, bem como a exportação dos resultados para ficheiros externos em formato CSV. Esta funcionalidade facilita a análise posterior dos dados e a comparação entre diferentes cenários de simulação.

Esta interface garante maior flexibilidade e torna o sistema acessível a utilizadores com diferentes preferências de interação.



Figura 3.9: Calendário Mensal

Temos também um calendário que apresenta uma visão mensal da atividade da clínica, mostrando os dados para cada dia. A utilização de cores permite identificar rapidamente os dias com maior carga de atendimento, tudo isto de forma a possibilitar uma fácil e imediata análise destes dados num certo período de tempo

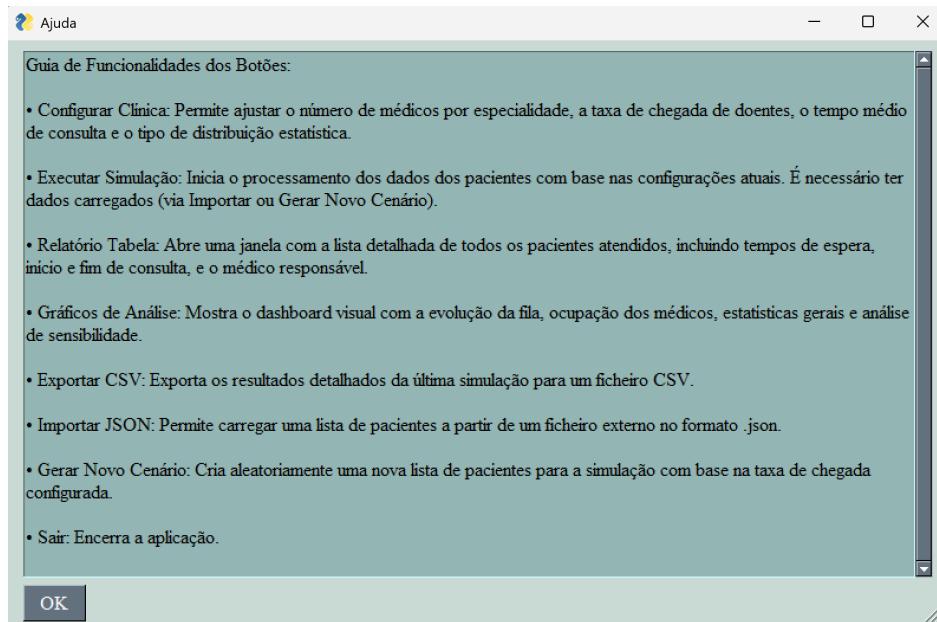


Figura 3.10: Ajuda

Por fim, desenvolvemos o botão "Help". Ao carregar neste, abre-se um pop-up em que consta toda a informação sobre como proceder para cada uma das funcionalidades disponíveis na aplicação.

4. Conclusão

De modo geral, através da utilização da linguagem Python e das bibliotecas FreeSimpleGUI, matplotlib e numpy, foi possível desenvolver uma aplicação capaz de simular e gerir o fluxo de atendimento de uma clínica médica. O sistema cumpre o objetivo de modelar cenários reais, permitindo a gestão de uma base de dados de pacientes em JSON e a execução de simulações baseadas em prioridades e tempos de chegada aleatórios. A aplicação garante a persistência dos dados e oferece uma interface intuitiva para configurar parâmetros críticos, como o número de médicos por especialidade e as distribuições de tempo de consulta.

Para além dos requisitos fundamentais de simulação, o projeto distinguiu-se pela implementação de funcionalidades de análise avançada. Destaca-se a criação de um calendário de **Previsão Mensal**, que permite visualizar a carga estimada de trabalho ao longo do mês, e um painel de *dashboards* gráficos. Estes gráficos, gerados via matplotlib, oferecem uma leitura imediata da evolução das filas de espera e da taxa de ocupação dos médicos. Adicionalmente, a ferramenta de **Análise de Sensibilidade** revelou-se crucial para testar a resposta da clínica a diferentes taxas de afluência, conferindo ao sistema uma utilidade prática para o apoio à decisão.

A elaboração deste trabalho permitiu consolidar conhecimentos sobre estruturas de dados complexas, como filas de prioridade, e a integração de interfaces gráficas com lógica matemática. Embora o sistema funcione corretamente e de forma interativa, identificam-se áreas para otimização futura. Uma proposta pertinente seria o refinamento do comportamento dos pacientes, introduzindo taxas de desistência (*reneging*) por tempo excessivo de espera, bem como a implementação de horários de turno variáveis para a equipa médica. Em suma, o projeto atingiu os objetivos propostos, entregando uma solução robusta e visualmente informativa para a gestão clínica.