



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Inteligência Ambiente e Sensorização

Trabalho Prático de Grupo 1

Ano Letivo 2023/2024

Mestrado/ Área de especialização em Informática Médica

Grupo: Diogo Rodrigues PG54450

Lia Madurago PG53633

Inês Faria A95494

Docentes: Paulo Novais

Dalila Durães

Braga, 12 de abril de 2024

Resumo

O presente relatório insere-se no âmbito da Unidade Curricular de Ambientes Inteligentes para a Saúde. Este projeto destina-se à implementação de um sistema inteligente capaz de perceber o ambiente, recolhendo e monitorizando através de sensores físicos e/ou virtuais, interpretando esses dados e tomando decisões autonomamente.

Índice

1	Introdução	1
2	Desenvolvimento	3
2.1	Preliminares	3
2.1.1	<i>Python</i>	3
2.1.2	<i>Adafruit IO</i>	3
2.1.3	IFTTT	3
2.1.4	<i>Microsoft Excel</i>	3
2.2	<i>Google Sites</i>	3
2.3	<i>Air Pollution API</i>	4
2.4	Arquitetura da Aplicação	4
2.5	<i>Scripts em Python</i>	5
2.5.1	<i>povoamentoDados.py</i>	5
2.5.2	<i>pedido.py</i> e <i>Adafruit IO</i>	6
2.5.3	IFTTT	7
2.6	<i>Google Sites</i>	9
3	Análise dos gráficos obtidos	9
4	Conclusão	11
5	Referências	12

Índice de Figuras

Figura 1:	Esquema da arquitetura da aplicação	5
Figura 2:	<i>Feed</i> referente ao registo dos valores baixos de SpO2.	7
Figura 3:	<i>Feed</i> referente ao registo dos valores da qualidade do ar.	7
Figura 4:	Notificação referente à utilização da bomba da asma.	8
Figura 5:	Notificação referente à qualidade do ar na cidade de Lisboa.	8
Figura 6:	Página inicial da aplicação <i>web</i>	9
Figura 7:	Página dos dados estatísticos.	9
Figura 8:	Distribuição dos valores recolhidos.	10
Figura 9:	Registo dos valores de SpO2.	10
Figura 10:	Gráfico dos valores da SpO2 vs valores da QA.	11

1 Introdução

O trabalho prático realizado insere-se na monitorização dos níveis de saturação de oxigénio (SpO₂) em indivíduos com asma.

A asma é uma doença inflamatória crónica dos brônquios que se inicia, habitualmente, na infância, mas que pode surgir em qualquer idade. Os doentes com asma, se estiverem controlados, podem fazer as suas atividades quer profissionais quer desportivas, sem qualquer limitação. O tratamento adequado é fundamental para uma melhoria da qualidade de vida.

É uma doença muito frequente nas crianças e caracteriza-se por um processo inflamatório crónico nas vias aéreas, que as torna mais reativas. Perante determinados estímulos, os brônquios ficam obstruídos e surgem os sintomas da doença, habitualmente episódios de tosse seca persistente, dificuldade em respirar ou sensação de aperto no peito.

Afeta cerca de um milhão de portugueses (Inquérito Nacional de Prevalência da Asma), sendo uma patologia que, na maioria dos casos, não se pode prevenir. No entanto, é possível controlá-la em mais de 90% das ocorrências. Para tal, há medidas farmacológicas e não farmacológicas que possibilitam aos asmáticos uma boa qualidade de vida e bem-estar.

Sabe-se, pelo Inquérito Nacional sobre o Controlo da Asma em Portugal, que apenas 57% dos indivíduos têm a sua doença controlada, ou seja, cerca de 300 mil ainda carecem de intervenção.

Os sintomas incluem, tosse, chiadeira no peito ou pieira, falta de ar, aperto no peito com o esforço físico e cansaço e dificuldade em fazer as atividades do dia a dia. Estes sintomas podem ser ocasionais ou mantidos ao longo do ano, podendo variar de ligeiros a graves. A maioria dos doentes apresenta outras manifestações ligadas a alergias noutros órgãos como o nariz, olhos ou pele. A rinite alérgica é um fator de risco para o desenvolvimento de asma.

Para confirmar o diagnóstico os dados clínicos são muito importantes, nomeadamente a existência dos sintomas típicos, outras doenças alérgicas e a existência de familiares com alergias, principalmente pais e irmãos.

O tratamento tem como objetivo o controlo da inflamação que existe ao nível dos brônquios. Dessa forma, os medicamentos utilizados têm uma ação anti-inflamatória e os mais frequentemente prescritos são os corticoides inalados. Também pode ser utilizado antagonistas dos leucotrienos, que exerce o mesmo efeito. A qualquer destes dois tipos de fármacos é útil juntar um broncodilatador.

Tendo em conta que a asma é uma doença crónica, a terapêutica deve ser feita diariamente. É também importante acompanhar outras patologias que possam eventualmente coexistir,

como a rinite alérgica.

Numa situação de crise de dificuldade respiratória, é necessário que a criança inicie de imediato o esquema terapêutico de urgência prescrito pelo médico.

Caso a terapêutica seja cumprida e a asma esteja controlada, os indivíduos com esta patologia pode e deve fazer exercício físico - ainda assim, pode ser necessário fazer o broncodilatador antes da aula de educação física. O exercício deve ser adaptado, devendo a aula começar por corridas rápidas e curtas e não por uma corrida prolongada. Sempre que surjam queixas durante o exercício, este deve ser parado e só retomado quando houver resolução dos sintomas.[1]

2 Desenvolvimento

2.1 Preliminares

Para garantir o entendimento adequado de todo o projeto, é fundamental uma breve contextualização teórica de determinados conceitos. Inclui a linguagem utilizada, as ferramentas aplicadas e toda a teoria relacionada à doença em estudo. Esse conhecimento prévio permitiu a estruturação das diversas notificações e gráficos no projeto.

2.1.1 *Python*

O Python é uma linguagem de programação amplamente usada em aplicações *web*, desenvolvimento de *software*, ciência de dados e *machine learning* (ML). Desta forma, o *Python* é utilizado, dado a sua grande eficiência e de ser de fácil aprendizagem, podendo ser executado em muitas plataformas diferentes. [2]

2.1.2 *Adafruit IO*

Adafruit IO é uma plataforma projetada para exibir, responder e interagir com dados de um projeto, podendo manter os dados privados (os *feeds* de dados estão privados por padrão) e seguros.[3] No entanto, neste projeto, os *feeds* criados encontram-se públicos.

2.1.3 IFTTT

IFTTT é a abreviatura de *If This Then That* e permite a criação de declarações condicionais simples, chamadas *applets*. Essas *applets* são utilizadas para automatizar determinadas tarefas entre diferentes dispositivos. Neste caso, irão ser utilizadas para criar *triggers* para situações de aviso.

2.1.4 *Microsoft Excel*

O *Microsoft Excel* é o principal programa de *software* de folhas de cálculo da indústria e uma ferramenta avançada para a análise e visualização de dados. Neste projeto, foi utilizado não só para o armazenamento dos dados recolhidos e simulados, mas também para a criação de gráficos estatísticos para retirar conclusões do trabalho desenvolvido.

2.2 *Google Sites*

O *Google Sites* é uma plataforma gratuita oferecida pelo *Google* que permite criar *websites* de forma simples e intuitiva, sem a necessidade de conhecimento avançado em programação

ou em *design*. Assim, foi utilizado para criar uma interface intuitiva dos resultados obtidos, sendo que mais tarde seria convertido numa aplicação *web* com autenticação incluída.

2.3 *Air Pollution API*

O *OpenWeatherMap API* é uma interface de programação de aplicações (API) fornecida pelo *OpenWeatherMap*, um serviço que fornece informações meteorológicas em tempo real e previsões do tempo para locais em todo o mundo. A API oferece acesso a uma ampla gama de dados meteorológicos, incluindo condições atuais, previsões de curto e longo prazo, índices de qualidade do ar e muito mais. Assim, para o contexto deste trabalho, foi utilizada a *Air Pollution API*, uma API que oferece informações relativas ao índice de qualidade do ar (AQI) e à concentração de certos componentes que influenciam diretamente o índice. Este AQI varia entre os valores de 1 a 5, sendo que 1 = Bom, 2 = Satisfatório, 3 = Moderado, 4 = Mau, 5 = Muito mau. [3]

2.4 Arquitetura da Aplicação

A arquitetura escolhida para o desenvolvimento da aplicação consistiu, como referido anteriormente, na implementação de meios de comunicação entre um conjunto de dados - dados relativos à saturação de oxigénio -, e um sensor virtual (*Air Pollution API*, proveniente do *OpenWeather Map*) que recolhe dados acerca a poluição do ar, neste caso, da cidade de Lisboa. Foi criada também uma componente central, um *backend*, nomeadamente uma API em *Python*, onde os dados são tratados e processados. Por fim, a implementação de um *frontend* para visualização dos dados, através das plataformas *Google Sites* e *Microsoft Excel*, e ainda foi feita a conexão dos dados à plataforma IFTTT, que permite a receção de notificações no dispositivo móvel do utilizador, tendo por base relações condicionais e os dados recolhidos ou simulados dos dados recolhidos. A figura seguinte apresenta um esquema que representa esta arquitetura.

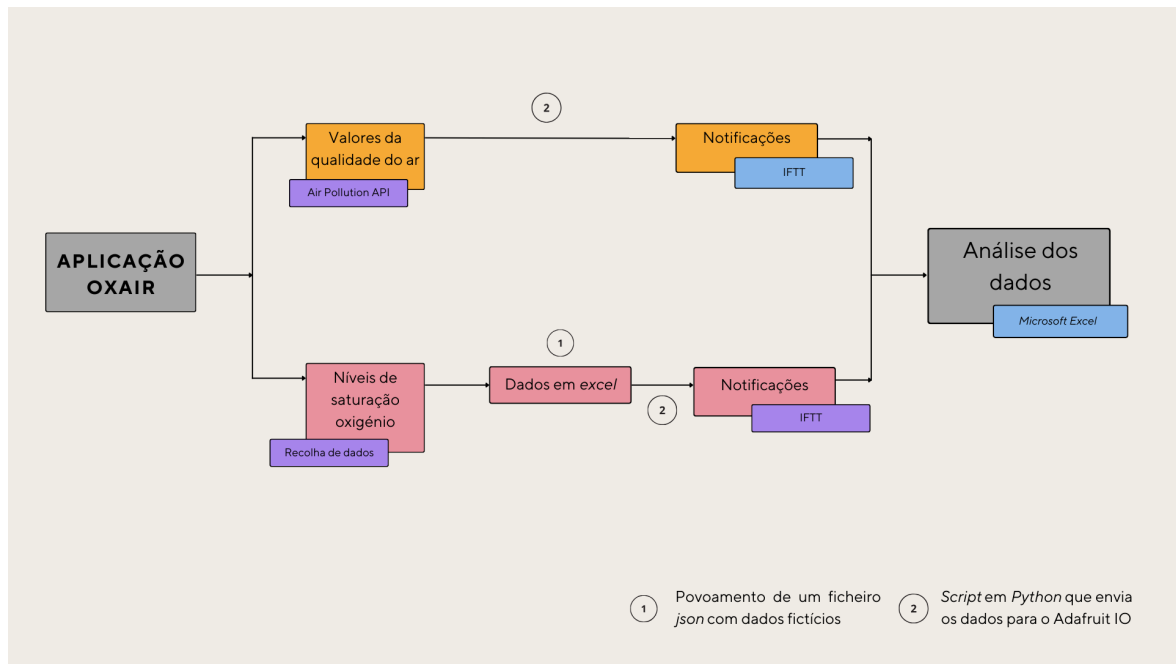


Figura 1: Esquema da arquitetura da aplicação

2.5 Scripts em Python

2.5.1 povoamentoDados.py

Como já referido *a priori*, foram implementados meios de comunicação entre um conjunto de dados recolhidos, relativos à saturação de oxigénio (SpO2) de um utilizador, e dados provenientes de uma API pública, a *Air Pollution API*. Desta forma, inicialmente, foi criado o ficheiro *povoamentoDados.py* para simular valores de saturação de oxigénio para um único paciente, o António. Estes dados foram adicionados a um ficheiro *json*, assim como todos os dados previamente recolhidos. O processo de simulação utiliza a média e o desvio padrão do logaritmo dos valores de saturação de oxigénio para obtermos valores mais adequados à realidade.

O ficheiro *json* criado possui informações sobre o horário (date e hora) que as informações foram recolhidas, o valor de saturação de oxigénio naquele instante e o nome do paciente e é atualizado em curtos intervalos de tempo para auxiliar na previsão de possíveis ataques de asma que possam acontecer. Esse ficheiro tem como estrutura a seguinte:

```
{ 'data' : [
    { 'Tempo(s)': Y-m-d H:M:S, 'SpO2 (%)': valor, 'username': antonio
    }
]}
```

De seguida, é definido um intervalo de tempo para o paciente, argumento da função *novos_dados_02*, criada para gerar valores de saturação de oxigénio dentro de um intervalo de tempo. Assim, a cada 5 minutos, a função calcula a hora do dia e verifica se existe uma entrada para a respetiva hora no dicionário mencionado acima. Se a entrada existir, gera um novo valor de saturação de oxigénio, utilizando a distribuição log-normal com a média e o desvio padrão do logaritmo dos valores. Para além disso, são adicionados ao ficheiro *json* a data correspondente e o nome do utilizador.

A função para por 0,5 segundos antes de criar o valor seguinte. Além disso, atualiza o registo de dados de 1 em 1 segundo.

Por fim, é criado um *loop* para chamar a função mencionada anteriormente para o utilizador com o seu respetivo intervalo de tempo. Assim sendo estes novos dados podem ser utilizados para fins de análise.

2.5.2 *pedido.py* e *Adafruit IO*

Posteriormente, foi criado o ficheiro *pedido.py* de forma a simular valores de saturação de oxigénio em tempo real a cada 10 segundos e que contém toda a lógica por detrás das notificações recebidas pelo utilizador. Deste modo, procedeu-se à criação de credenciais para aceder à *Adafruit IO* e ao *Air Pollution API*. Como no documento anterior, foi criado um ficheiro *json* para armazenar o histórico dos valores da qualidade do ar e foram carregados os valores de SpO2 do ficheiro *json*. Estes valores foram extraídos e houve a criação de um dicionário para armazenar a média e o desvio padrão para cada minuto.

Por outro lado, houve também a extração de dados relativos à qualidade do ar na cidade de Lisboa do *Air Pollution API*, sendo guardados no ficheiro *json* mencionado para o efeito.

Por fim, averiguou-se se as condições associadas às notificações são verificadas para haver a criação de dois *feeds* no *Adafruit IO*, um referente aos valores da poluição e outros aos valores da SpO2. Assim, no que toca ao primeiro *feed*, *alta-poluicao-antonio*, foi atribuído um valor de 3 para a respetiva condição, neste caso, valores maiores ou iguais a 3. Já o segundo *feed*, *baixos-valoresantonio*, o valor de comparação consiste no exponencial da média calculada, pelo que, quando esse valor é inferior a 90, esse valor é registado no *Adafruit IO*.

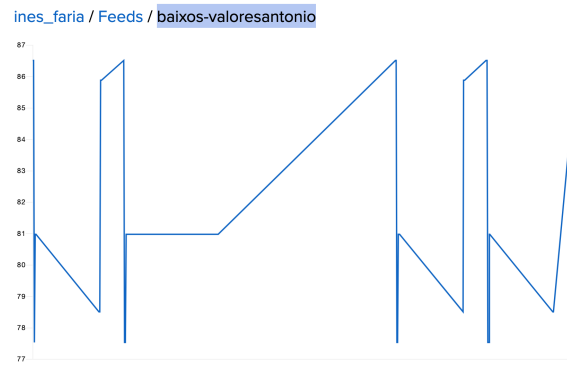


Figura 2: *Feed* referente ao registo dos valores baixos de SpO2.

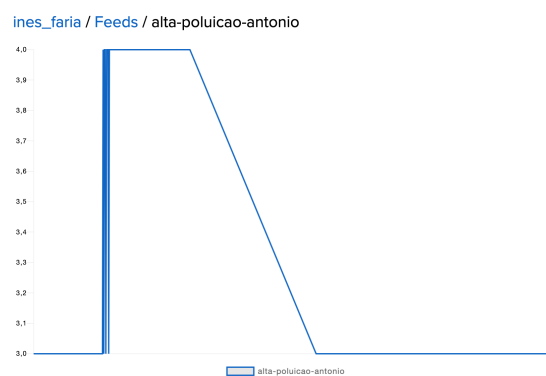


Figura 3: *Feed* referente ao registo dos valores da qualidade do ar.

2.5.3 IFTTT

Criadas estas condições, estes valores foram igualmente arbitrados aquando da associação com o IFTTT para a criação dos *triggers*. Foram criados dois tipos de notificações - aviso acerca da qualidade do ar e aviso acerca da necessidade da utilização da bomba da asma por parte do utilizador.

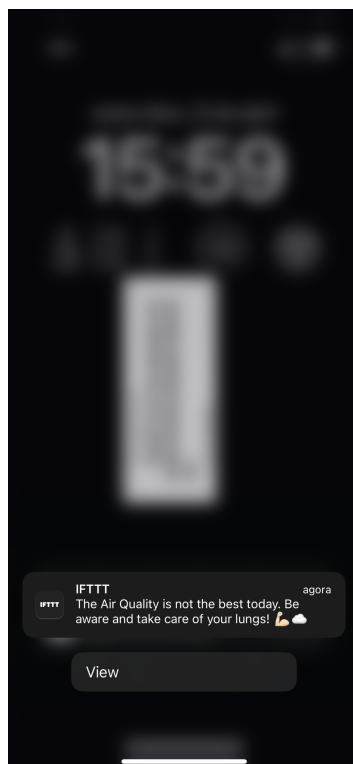


Figura 4: Notificação referente à utilização da bomba da asma.

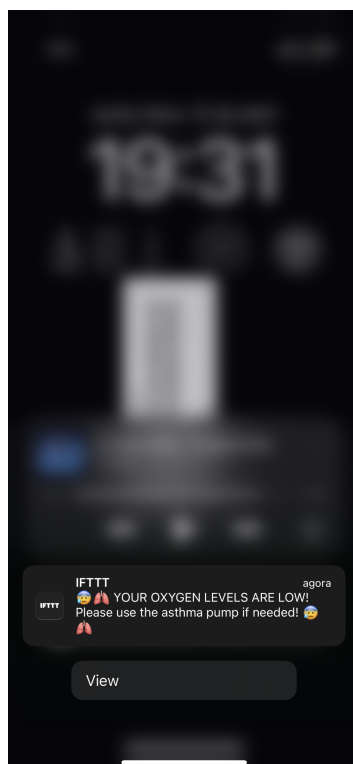


Figura 5: Notificação referente à qualidade do ar na cidade de Lisboa.

2.6 Google Sites

A plataforma *Google Sites* foi utilizada para criar uma interface para a visualização dos gráficos obtidos. Assim, esta plataforma possui uma página referentes aos dados estatísticos e um botão que redirecionar para uma página referente ao *ranking* das cidades mais poluentes [6], avaliadas através do índice da qualidade do ar.

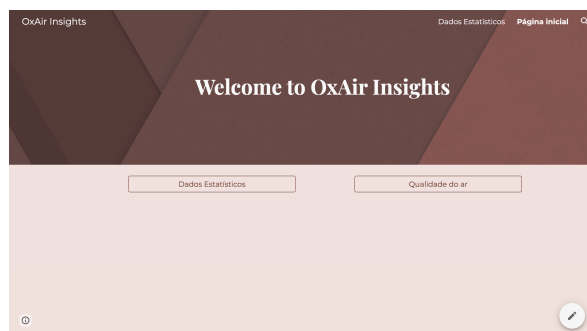


Figura 6: Página inicial da aplicação *web*.

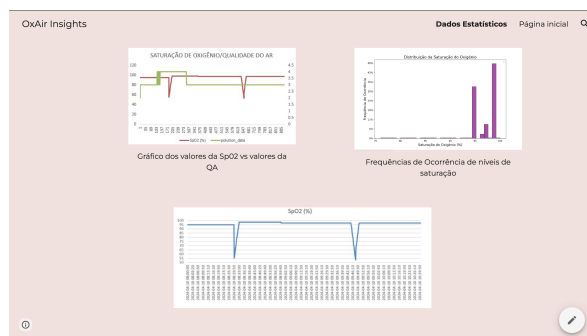


Figura 7: Página dos dados estatísticos.

Desta forma, o objetivo principal era criar uma aplicação *web*, acedida através de um sistema de autenticação, utilizando o AuthPro, sendo que não foi possível esta abordagem.

3 Análise dos gráficos obtidos

Inicialmente, e antes de se avançar para o povoamento e simulação dos valores de SpO2 para o utilizador António, procedeu-se à análise da distribuição dos valores recolhidos para concluir quais seriam os valores considerados normais do utilizador e aqueles que não para, posteriormente, ser possível avaliar se os valores simulados seriam representativos dos dados reais. Assim, foi utilizado o *Microsoft Excel* para a criação de gráficos estatísticos que permitem o acompanhamento dos picos e das quedas dos valores, bem como padrões que se possam estabelecer, possibilitando ajustes ou reformulação do tratamento do paciente.

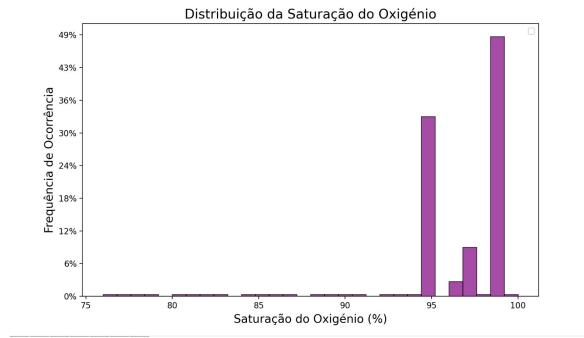


Figura 8: Distribuição dos valores recolhidos.

Após o povoamento das tabelas e da simulação dos valores, procedeu-se à análise dos mesmos para avaliar as quebras que o utilizador teve, assim como a influência da qualidade do ar nas mesmas.

Primeiramente, obteve-se um gráfico que demonstra os valores de SpO2 durante um certo período de tempo, onde se registaram duas quedas dos valores, indicando, neste caso, possíveis ataques de asma do utilizador.

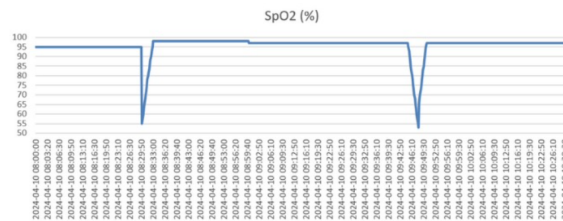


Figura 9: Registo dos valores de SpO2.

A qualidade do ar (QA), como já anteriormente mencionado, é um dos fatores que podem auxiliar na inflamação das vias respiratórias e, consequentemente, despoletar ataques de asma. Assim, de acordo os valores obtidos segundo a API utilizada, interseitou-se o gráfico obtido acima para analisar a influência da QA nos valores de SpO2 no sangue do utilizador.

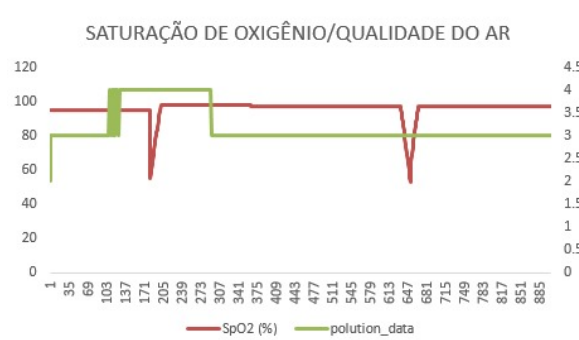


Figura 10: Gráfico dos valores da SpO2 vs valores da QA.

Como é possível verificar, os valores da qualidade do ar variam entre o 3 e o 4, sendo quando este valor se encontra no 4, há a despoletação de um possível ataque de asma por parte do utilizador. Pode-se, desta forma, concluir que o mesmo possa ter influência neste episódio.

4 Conclusão

A implementação de sistemas inteligentes capazes de monitorizar os níveis de saturação de oxigênio em pacientes representa um avanço significativo no controlo de condições médicas que afetam a oxigenação do sangue, como a asma.

Os dados de saturação de oxigênio dos pacientes podem ser recolhidos, tratados e processados de forma eficiente, permitindo a sua visualização por meio de um *frontend* desenvolvido pela plataforma Google Sites, tornando as informações mais acessíveis para o utilizador. Para além disso, a conexão com plataformas como o IFTTT possibilita o envio de notificações e alertas relevantes ao paciente, melhorando ainda mais a eficácia do sistema na monitorização da saturação de oxigênio e, consequentemente, contribuindo para a melhoria da sua qualidade de vida.

Apesar dos resultados alcançados com sucesso, foram identificados alguns obstáculos durante o processo. Numa primeira análise e desenvolvimento do trabalho, foi optado por fazer o povoamento de documentos no *Google Sheets*, pelo que se recorreu à API específica da aplicação, assim como ao *AuthPro*, um *software* que permite construir um sistema de autenticação para aplicações *web*, sendo que, neste caso, iria ser utilizada para o *Google Sites*. Neste sentido, o acesso aos dados do *Google Sheets* permitiria também a criação de gráficos de monitorização que iriam ser atualizados ao longo do tempo que, posteriormente, iriam ser visíveis no *Google Sites*. No entanto, esta linha estratégica não foi bem conseguida, pelo que se optou pela utilização do *Microsoft Excel*.

Para além disso, houve algumas limitações associadas às ferramentas utilizadas, destacando um problema aquando a conexão entre a plataforma IFTTT com o *Adafruit IO* que acabou por ser solucionado no final.

Para futuras melhorias no projeto, seria interessante desenvolver uma aplicação integrada que abranja todas as funcionalidades alcançadas até o momento. Essa aplicação poderia incluir desde o processo de autenticação até à exibição de estatísticas e o envio de notificações, proporcionando uma solução mais flexível e abrangente. Outras funcionalidades, como a possibilidade de entrar em contacto com profissionais de saúde, registrar informações sobre a respiração ou integrar-se a dispositivos como smartwatches para monitorização contínua, poderiam ser exploradas. Ademais, se houvesse acesso às APIs dos dispositivos utilizados para a recolha dos dados, seria viável implementar a monitorização contínua da saturação de oxigénio diretamente a partir desses dispositivos.

5 Referências

- [1] <https://www.cuf.pt/saude-a-z/asma>
- [2] <https://smarterexecution.pt/python-o-que-e-e-para-que-serve/>
- [3] <https://openweathermap.org/api/air-pollution>
- [4] <https://learn.adafruit.com/category/adafruit-io>
- [5] <https://help.ifttt.com/hc/en-us/articles/115010158167-How-does-IFTTT-work>
- [6] <https://www.iqair.com/world-air-quality-ranking>