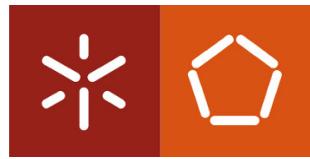


UNIVERSIDADE DO MINHO

ESCOLA DE ENGENHARIA



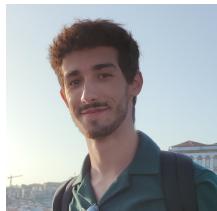
## Sensorização e Ambiente

Mestrado em Engenharia Informática

Grupo 8



Catarina Martins  
PG50289



Eduardo Magalhães  
PG50352



Laura Rodrigues  
PG50542

Maio 2023

## Resumo

O seguinte projeto foi desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular de Sensorização e Ambiente, onde a principal motivação foi implementar um sistema de sensorização capaz de obter dados e gerar informação útil de acordo com o contexto do ambiente onde está inserido. Para tal, foi necessário recorrer à integração de sensores físicos ou virtuais, possibilitando, assim, a monitorização do ambiente que o rodeia, focando domínios emergentes como a Sensorização Móvel.

**Área de aplicação:** Cultura

**Palavras-Chave:** Android, AdamasTour, Monumentos, Sensorização, Geofencing, Mapa

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
1.1	Contextualização e Motivação . . . . .	3
1.2	Justificação e utilidade do sistema . . . . .	3
1.3	Estabelecimento da identidade do projeto . . . . .	4
1.4	Dados de Desenvolvimento . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Estado da Arte</b>	<b>5</b>
2.1	Around Me . . . . .	5
2.2	Travizco . . . . .	6
2.3	Weather Pro free . . . . .	6
2.4	A nossa aplicação . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Análise da Arquitetura e funcionalidades</b>	<b>8</b>
3.1	Análise da Arquitetura . . . . .	8
3.1.1	Arquitetura do Sistema . . . . .	8
3.1.2	Recolha e armazenamento de dados . . . . .	9
3.2	Funcionalidades . . . . .	11
3.3	Machine Learning . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Resultados obtidos</b>	<b>13</b>
4.1	Interfaces do Sistema . . . . .	13
4.2	Análise do sucesso da implementação . . . . .	16
4.3	Limitações da implementação . . . . .	17
<b>5</b>	<b>Conclusões e Trabalho futuro</b>	<b>18</b>

# **Capítulo 1**

## **Introdução**

### **1.1 Contextualização e Motivação**

No contexto social atual verificou-se, como resposta pós pandémica, um claro aumento das atividades turísticas a nível mundial. A população em geral, procura cada vez mais explorar novos ambientes ou até descobrir novos pontos culturais no meio onde vivem.

Após debate e pesquisa sobre a situação cultural atual verificou-se uma clara dificuldade da população em não só organizar as suas viagens mas também em conhecer todos os pontos que constituem o património cultural do meio que os rodeia.

Surgiu assim a ideia de desenvolver um software que desse a conhecer aos seus utilizadores pontos de interesse cultural, ajudando assim, também, os agentes culturais da região através da divulgação e impulsionando assim um aumento nos seus rendimentos.

Apesar de, num contexto ideal, se pretender expandir este recurso a um nível mundial, optou-se por inicialmente restringir a oferta de sugestões culturais à cidade de Braga, Portugal.

### **1.2 Justificação e utilidade do sistema**

No software desenvolvido, um utilizador tem a possibilidade de conhecer detalhes de diversos pontos que sejam pesquisados, com especial destaque a locais e pontos de interesse cultural como museus, monumentos, igrejas, entre outros.

A aplicação avisa o utilizador em tempo real quando o mesmo se encontra próximo de um ponto de interesse, facilitando assim as viagens do mesmo podendo notificar o mesmo àcerca de pontos de interesse que o mesmo não conhecia quando passeia pela cidade.

### 1.3 Estabelecimento da identidade do projeto

AdamasTour surgiu como forma de homenagem à cultura dos criadores da aplicação. Fazendo referência à personagem mítica Adamastor que surge na literatura portuguesa e que se associa à história de viagens e descobertas da população portuguesa.

Propõe assim facilitar viagens e proporcionar novas descobertas a todos os seus utilizadores.



Figura 1.1: Logotipo da Aplicação

- **Nome:** AdamasTour
- **Idioma:** Inglês, mas aceita pesquisa de locais turísticos em diversos idiomas
- **Categoria:** Cultura, Viagem
- **Descrição:** Aplicação que divulga locais de ínole cultural

### 1.4 Dados de Desenvolvimento

O presente projeto foi desenvolvido na plataforma Android Studio na linguagem de programação Java. A componente de Machine Learning foi desenvolvida em Python na plataforma Jupyter Lab.

Recorreu-se também às seguintes ferramentas:

- **Maps SDK for Android:** Para serviços de mapas
- **Places API:** Para serviços de Autocomplete de pesquisas e informações adicionais de sítios de interesse
- **OpenWeather (Current & Forecast weather data collection - Current Weather Data) e Air Pollution API:** Para serviços de meteorologia e poluição em tempo real
- **Open-Meteo:** Para obter o histórico de temperaturas registada até à data atual de modo a treinar um modelo de machine learning.
- **Firebase:** Para serviços de autenticação e base de dados

# Capítulo 2

## Estado da Arte

Como forma de análise de viabilidade da aplicação proposta, procurou-se perceber o vasto mercado em que a aplicação se insere.

### 2.1 Around Me

A principal aplicação que se destacou quando procuramos por aplicativos semelhantes ao nosso foi a Around Me.

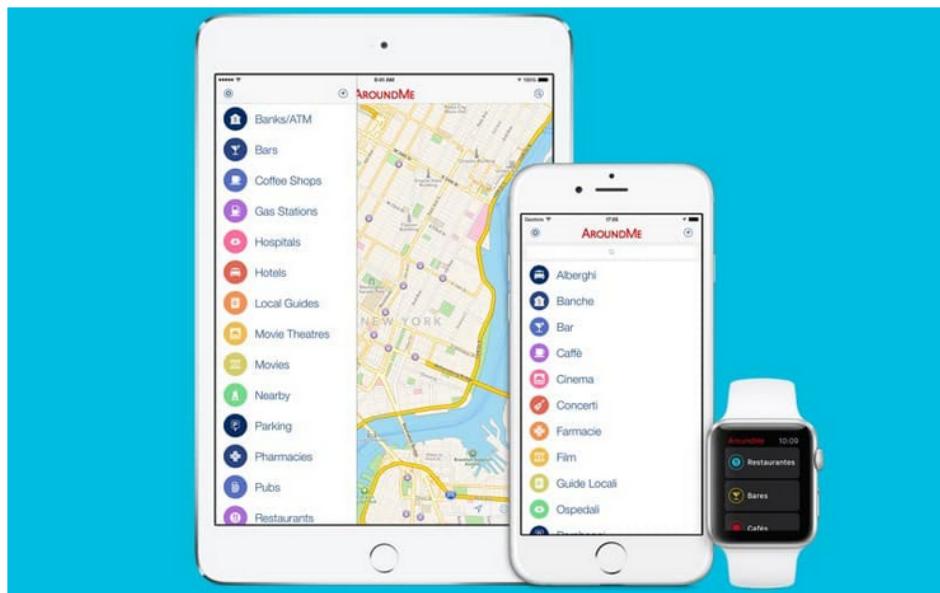


Figura 2.1: [quantocustaviajar.com sobre AroundMe](http://quantocustaviajar.com/sobre-aroundme)

A aplicação é descrita em [1] como uma app de planeamento de viagens. Permite encontrar diversos tipos de estabelecimentos usando a geolocalização do utilizador. Entre os quais bares, postos de gasolina, hospitais, hotéis, restaurantes, mercados, teatros, entre outros. No entanto destacamos que não incluem Pontos de Interesse cultural como Museus, Monumentos ou Igrejas que são o foco principal da AdamasTour.

## 2.2 Travizco

Após pesquisa mais profunda encontrámos outra aplicação bastante semelhante e também desenvolvida por portugueses. A Travizco é apresentada em [2] como uma app que dá a possibilidade a um utilizador de descobrir pontos de interesse próximos durante uma viagem em tempo real, com ou sem o telemóvel ligado.



Figura 2.2: Travizco

## 2.3 Weather Pro free

Encontrámos também diversos exemplos de aplicações de meteorologia, como é o caso da Weather Pro free. No entanto esta funcionalidade é apresentada como foco principal ou único destas aplicações, enquanto que a AdamasTour a concilia com a de guia turístico.



Figura 2.3: Weather Pro free

## 2.4 A nossa aplicação

Acreditamos, no entanto, que a AdamasTour traria várias vantagens aos seus utilizadores por não só notificar os seus utilizadores de pontos de interesse perto em tempo real mas também por, como objetivo a longo prazo, fazer sugestões de locais de interesse com base na meteorologia e a poluição no local onde se encontra.

# **Capítulo 3**

## **Análise da Arquitetura e funcionalidades**

### **3.1 Análise da Arquitetura**

#### **3.1.1 Arquitetura do Sistema**

O Sistema proposto pelo grupo de trabalho recorre a diversos Sensores Virtuais. Assim, o sistema recorre à API de Geofencing disponibilizadas pela Google e a APIs disponibilizadas pela OpenWeather para recolher dados de metereologia e índice de poluição atuais. Foi também utilizada uma API disponibilizada pela Open-Meteo com o histórico de temperaturas registadas a cada hora de cada dia de modo a desenvolver-se um modelo de previsão de temperaturas.

Utiliza-se também o Firebase para o registo e autenticação de utilizadores e para o armazenamento de dados que contribuem para o bom desempenho da aplicação e de dados recolhidos através da implementação de geofencing (número de visitas a um local num determinado dia). O funcionamento da aplicação será desenvolvido e explicado mais em detalhe posteriormente.

De seguida apresenta-se a arquitetura do sistema proposta.

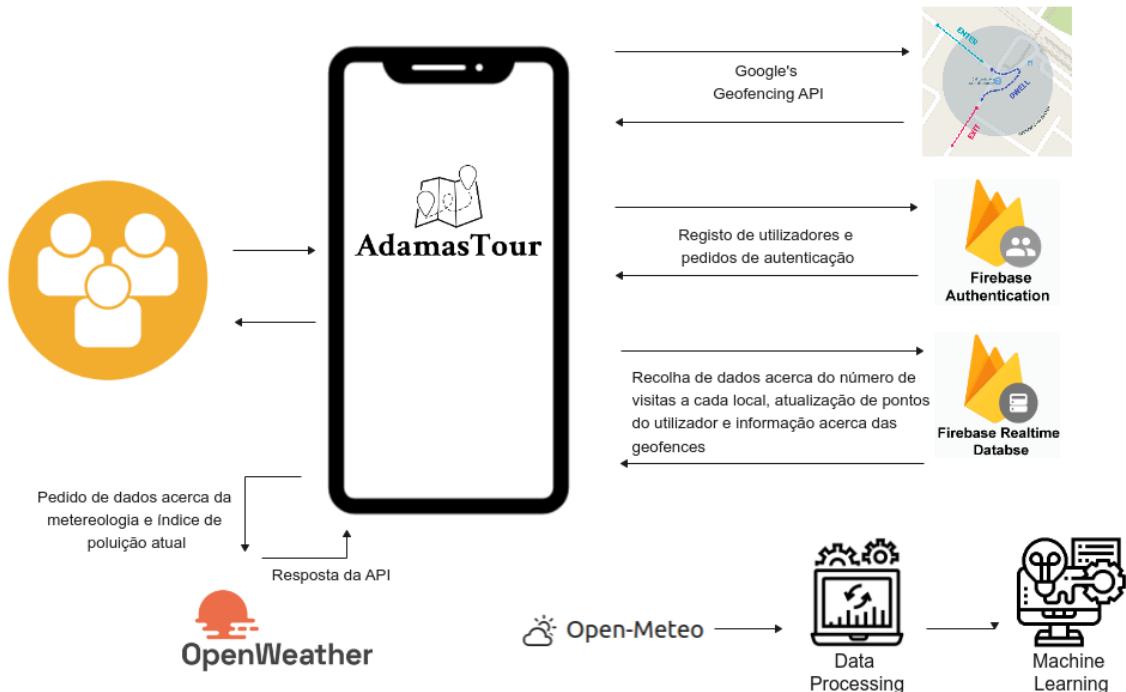


Figura 3.1: Arquitetura do Sistema

### 3.1.2 Recolha e armazenamento de dados

#### Sensores Virtuais utilizados

De seguida são enumeradas os diversos Sensores Virtuais utilizados, assim como o seu propósito.

- **Google's Geofencing API:** De modo a notificar os utilizadores da aplicação que se encontram próximos de um ponto de interesse e de modo a registarmos o número de visitas diárias aos pontos de interesse definidos na aplicação utilizamos a API de Geofencing disponibilizada pela Google. Definimos, assim, para cada ponto de interesse duas geofences. Uma que notificasse o utilizador que se encontra próximo do ponto de interesse em questão e outro com um raio menor que indicasse a entrada do utilizador no mesmo como uma visita ao local de modo a ser possível armazenar-se a soma diária de visitas a locais.

Para definir as geofences, consultamos os dados relativos aos Pontos de Interesse armazenados no *Firebase*.

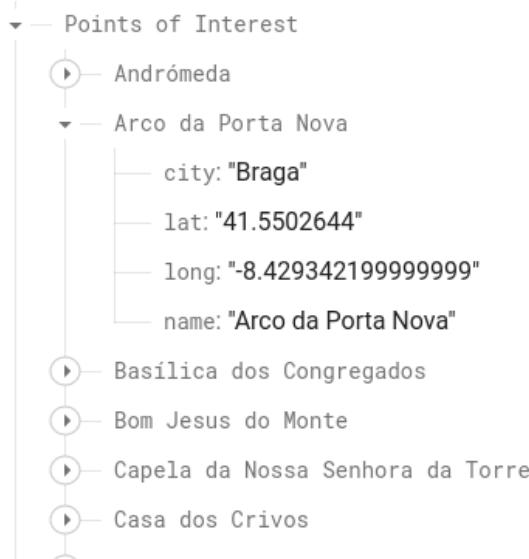


Figura 3.2: Arquitetura do Sistema

- **OpenWeather:** O sistema utiliza a *Current Weather Data API* e a *Air Pollution API* de modo a disponibilizar informação sobre a meterologia e índice de poluição atuais.
- **Open-Meteo:** Para treinar um modelo de previsão de temperatura utilizamos dados recolhidos através da *Historical Weather API* disponibilizada pela Open-Meteo.

### Colecionador implementado

O sistema definido utiliza a API de Geofencing disponibilizada pela Google de modo a colecionar dados diárias àcerca do número de visitas aos pontos de interesse definidos. Assim, quando um utilizador se encontra dentro da geofence de menor raio definida para cada ponto de interesse, regista-se mais uma visita a esse ponto de interesse. Os dados são armazenados na *Realtime Database* disponibilizada pela *Firebase* e apresentam a seguinte estrutura.

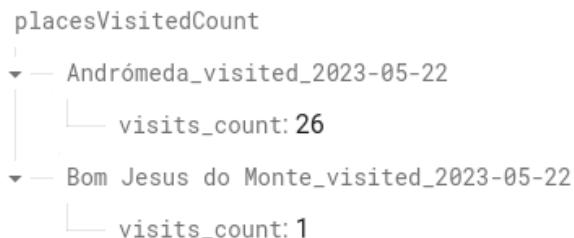


Figura 3.3: Dados àcerca do número de visitas diárias a cada ponto de interesse.

A equipa de trabalho pretendia utilizar estes dados para desenvolver um modelo de machine learning que previsse o número de visitas a cada ponto de interesse. No entanto, devido ao número reduzido de dados deste tipo não foi possível a sua implementação.

*Nota:* O ponto de interesse Andrómeda é um ponto fictício utilizado apenas para teste.

### Ambiente

Considerou-se o ambiente em que seriam recolhidos os dados, todo o espaço exterior na cidade de Braga, uma vez que são usadas geofences de modo a recolher visitas a pontos de interesse. Assim, a recolha e apresentação de dados de Sensores Virtuais é feito através de uma aplicação *Android* que utiliza e agrupa os diferentes sensores virtuais mencionados anteriormente.

## 3.2 Funcionalidades

A aplicação apresenta assim as seguintes funcionalidades:

- Notificação sobre a entrada na geofence definida com um raio maior de modo a avisar o utilizador que se encontra perto de um ponto de interesse que poderá vir a visitar e aviso na app quando sai desta.
- Contagem do número de visitas a cada local de interesse de modo a posteriormente poderem ser feitas previsões diárias e apresentadas as estatísticas em forma de gráficos numa interface própria para o administrador.
- Apresentação de dados metereológicos e do índice de poluição no local onde o utilizador se encontra, para futuras sugestões personalizadas.
- Informações sobre locais de interesse pesquisados.

## 3.3 Machine Learning

Assim como mencionado anteriormente, para este tópico do trabalho, pretendíamos implementar um modelo de previsão do número de visitas diário a cada ponto de interesse definido na aplicação. No entanto, devido à falta de utilizadores da AdamasTour e do consequente número de dados deste tipo recolhidos, a implementação desse modelo não se mostrou viável, por falta de dados.

Como consequência, e após debate com o docente relativamente à dificuldade encontrada, optou-se por desenvolver um modelo de machine learning de previsão de dados meteorológicos. Dado que a API já utilizada de meteorologia requeria recursos financeiros para obtenção de histórico de dados, optou-se por uma nova API, a Open-Meteo. Graças a esta obtivemos o histórico de temperaturas da cidade de Braga desde o dia 01/01/2020 até à data atual. O dataset apresenta valores para cada hora do dia.

De modo a recolher estes dados implementámos uma script em python que efetua um pedido HTTP à API e converte o json de resposta num ficheiro CSV de modo a que este possa ser utilizado num modelo de previsão.

No modelo implementado, recorreu-se ao tratamento do dado "time", de modo a melhorar a visualização de dados e ter assim uma melhor percepção da temperatura média por dia ao longo dos anos.

Como forma de treino, optou-se por dividir o dataset em conjuntos de treino e teste, para assim aplicar modelos de regressão para previsão de temperaturas. Entre os vários testes realizados destaca-se os resultados positivos obtidos com o algoritmo Random Forest Regressor, que mostrou resultados bastante semelhantes aos dados reais.

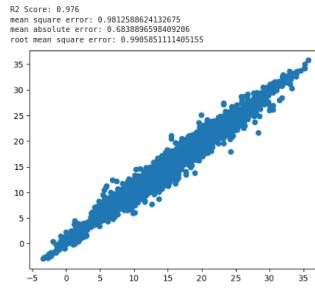


Figura 3.4: Resultados do modelo

	Test	Predicted
27516	17.4	16.818
21537	18.6	20.707
17361	10.7	10.880
17017	11.2	11.174
23087	20.9	19.869
***		
27744	0.1	0.684
7268	10.9	11.469
8658	8.0	8.669
23649	21.3	21.217
13529	31.9	32.471

5909 rows × 2 columns

Figura 3.5: Resultados de previsão de dados

# Capítulo 4

## Resultados obtidos

Após a implementação da AdamasTour é possível tirar algumas conclusões relativamente às funcionalidades implementadas com sucesso e às quais houve algumas dificuldades.

### 4.1 Interfaces do Sistema

Ao abrir a aplicação, um utilizador depara-se com a opção de efetuar o login ou registar uma nova conta.



Figura 4.1: Login

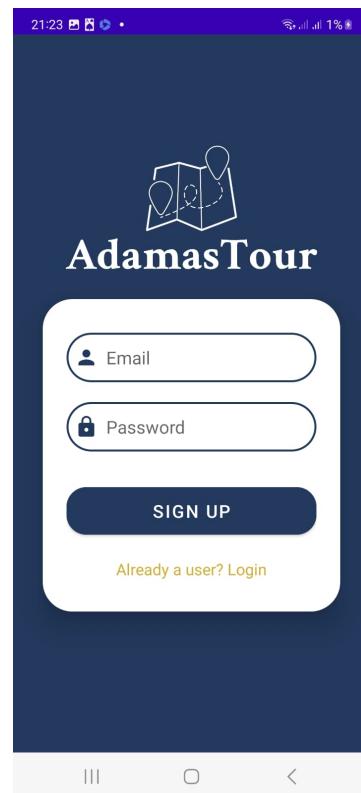


Figura 4.2: Sign up

Após efetuar o login a aplicação abre na página principal, a do mapa. Nesta um utilizador tem a opção de Pesquisar por um local, podendo assim ver a informação sobre este clicando no botão central do menu (i). Na barra do menu pode navegar até à página de sugestões na qual aparecem informações de meteorologia e poluição para a sua localização atual e na qual a equipa pretendia implementar sugestões de sítios a visitar com base nos dados apresentados nesta página.

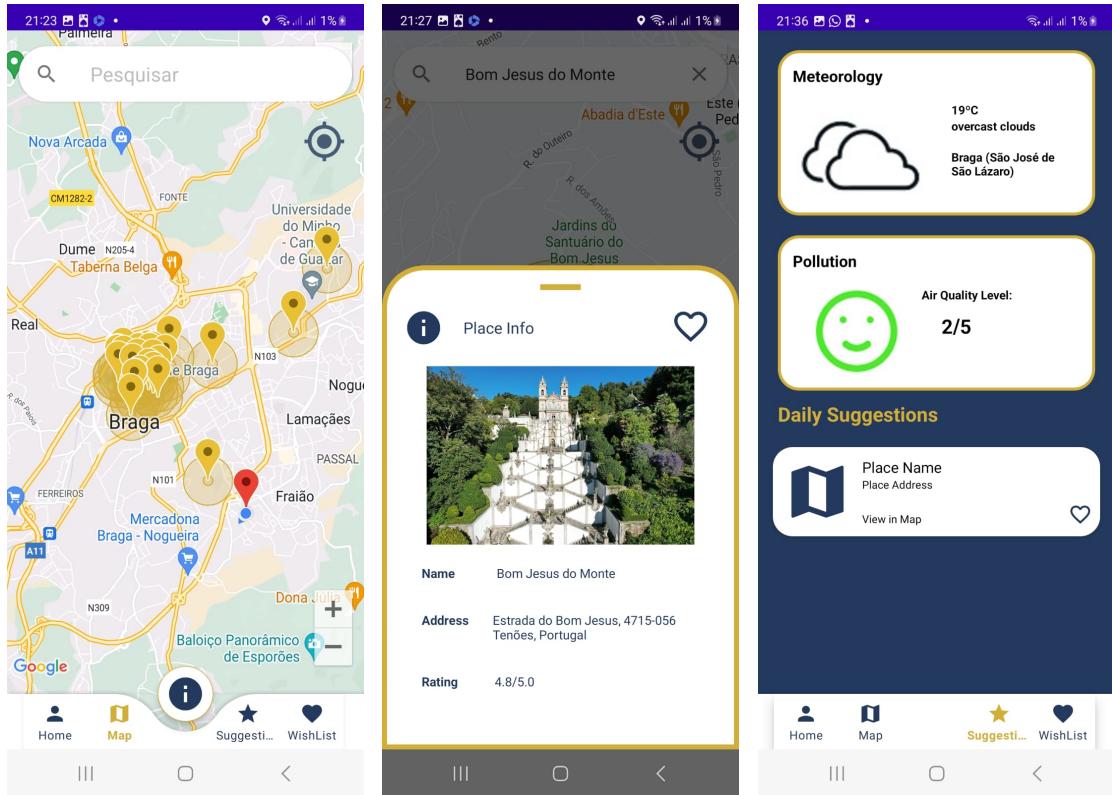


Figura 4.3: Mapa com geo-fences definidas

Figura 4.4: Informação do Ponto de interesse

Figura 4.5: Dados meteorológicos e de poluição

Na página de wishlist, mais tarde (uma vez que tal funcionalidade ainda não foi implementada), o utilizador poderá visualizar os pontos de interesse que adicionar à sua lista de favoritos. A barra Home permite ao utilizador visualizar os seus pontos de conta e fazer o logout.

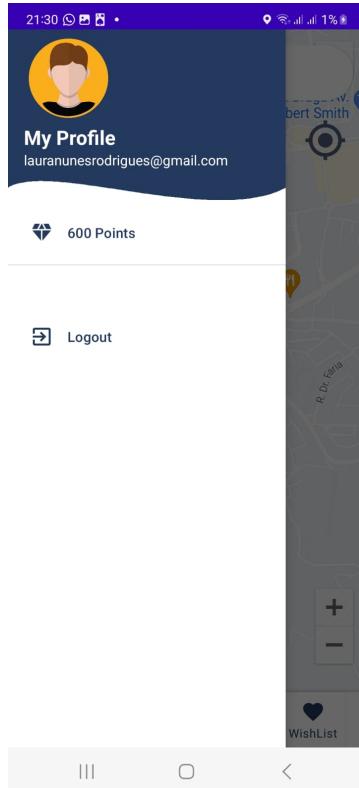


Figura 4.6:  
Wishlist      Figura 4.7: Perfil

Existe também uma aplicação exclusiva ao administrador na qual, atualmente, é possível adicionar novos pontos de interesse. Estes serão assim adicionados à lista de geofences que é armazenada na base de dados do Firebase.

No upload são introduzidos os dados:

- Nome
- Cidade
- Latitude e Longitude

Mais tarde haverá também a possibilidade de editar e remover estes pontos de interesse.



Figura 4.8: Admin

A screenshot of a mobile application interface titled "Admin Upload Form". It contains four input fields with labels: "Point of Interest Name", "City Name", "Latitude", and "Longitude". Below these fields is a large "UPLOAD" button. The background is dark blue.

Figura 4.9: Upload

## 4.2 Análise do sucesso da implementação

Apesar das várias dificuldades encontradas acredita-se que a aplicação dá resposta à maioria dos objetivos estabelecidos pelos docentes. Para além das várias implementações já mencionadas, acrescenta-se:

### Ludificação (*Gamification*)

Na aplicação AdamasTour, um utilizador recebe pontos por utilizar a aplicação. Sempre que um utilizador faz login ou entra na aplicação (caso já esteja "logado") recebe 10 pontos, que mais tarde poderá gastar na aplicação.

### Notificação de geofences

Tal como mencionado anteriormente, sempre que um utilizador entra numa geofence, quer esteja ou não dentro da aplicação, é notificado que está perto de um dado ponto de interesse. Dentro da aplicação, aparece também uma breve nota quando este se afaste e sai da geofence.

### Armazenamento do número de visitas a locais

Quando um utilizador entra nas margens da geofence definida com uma raio menor, é atualizado o valor de visitas ao ponto de interesse em questão no *Firebase*.

### **4.3 Limitações da implementação**

Ao longo da implementação a equipa deparou-se com diversas dificuldades, entre as quais se destaca:

- A dificuldade de obtenção de dados para implementação da funcionalidade de machine learning que originalmente se pretendia. Esta deveu-se, tal como mencionado, à falta de utilizadores. Por outro lado, não houve a possibilidade de inclusão dos dados previstos na aplicação.
- Na secção de sugestões houve também dificuldade em processar os dados meteorológicos e de poluição para criar sugestões personalizadas para os utilizadores. Deste modo, este tópico deverá ser incluído no trabalho futuro.
- O objetivo inicial da AdamasTour seria dar a possibilidade a entidades culturais de publicitarem o seu trabalho na aplicação. Deste modo haveria também uma fonte de rendimento para aplicação. Uma vez que nos primórdios de desenvolvimento haveria um claro desinteresse por parte destas entidades (não só pela falta de visibilidade da app mas também pela dificuldade em contactá-las), houve a necessidade de encontrar alternativas a fontes de dados. Resultante à falta de APIs disponíveis de forma gratuita para obtenção de dados de pontos de interesse cultural, houve a necessidade de contornar este problema inserindo os dados manualmente. Assim, a AdamasTour apresenta, atualmente, apenas alguns pontos culturais de Braga.

## Capítulo 5

# Conclusões e Trabalho futuro

Apesar da complexidade atual da aplicação, haveria ainda diversas funcionalidades que gostaríamos de ter implementadas, tal como já se foi mencionando ao longo deste relatório. Poderiam, assim, ser destacadas algumas:

- Dar pontos a um utilizador noutras partes da aplicação para que posteriormente este possa trocá-los por, por exemplo, descontos em museus.
- Wishlist: apesar da simplicidade desta implementação, optou-se por dar maior foco a implementações de maior dimensão. Assim, atualmente, a caixa que aparece na app serve meramente para dar uma ideia do resultado futuro.
- Adicionar visualização de dados na app. Atualizar, por dia ou por hora, o número de utilizadores que entram nas geofences. Isto poderá dar ao utilizador uma ideia da lotação atual do ponto de interesse que pretende visitar.
- Tal como já mencionado, gostaríamos de conseguir obter dados de pontos de interesse de todo o mundo para assim, expandir a AdamasTour mundialmente.
- Uma das funcionalidades que achamos que faria uma maior diferença na importância da aplicação (para além das já implementadas) seria a de fazer sugestões de locais para visitar em função da meteorologia e poluição do local onde o utilizador se encontra.

Por fim, acreditamos que o desenvolvimento desta aplicação nos permitiu não só consolidar a matéria lecionada na unidade curricular mas também desenvolver imenso, as capacidades que tínhamos para desenvolvimento de aplicações Android.

Deu-nos também uma perspetiva diferente para uma possível abordagem ao nosso futuro.

# Bibliografia

- [1] <https://quantocustaviajar.com/blog/apps-que-te-ajudam-a-organizar-uma-viagem/>  
Consultado a 22 maio 2023
- [2] <https://www.travizco.com/>