

Relatório de Estágio

Curricular: Base de dados

Descentralizada

Qualidade do Ar no concelho da Maia

Orientador: Pedro Pimenta

Daniela Filipa Abreu Cunha

Porto, Março de 2021

Agradecimentos

Agradeço à entidade acolhedora, a Câmara da Maia, pela oportunidade de estágio.

Ao Dr. Pedro Pimenta, pela orientação, incentivo, acompanhamento e disponibilidade para me ajudar em várias etapas deste projeto.

Aos meus colegas de estágio e aos meus amigos que sempre me apoiaram e aconselharam. Agradeço também à minha família, em especial à minha irmã.

Resumo

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Estágio do terceiro ano da licenciatura de Engenharia de Redes e Sistemas Informáticos da Faculdade de Ciências de Universidade do Porto. Resultando no projeto de base de dados descentralizada da qualidade do ar, proposto pela Câmara Municipal da Maia, orientado pelo Dr. Pedro Pimenta.

O objetivo do trabalho é a recolha de dados e informação do Concelho da Maia, representados em API 's de diversas fontes. Assim que recolhidos e organizados, passaram para uma base de dados.

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 6 |
| 1.1 Projeto Baze | 6 |
| 1.2 Objetivos e Tema do Projeto..... | 7 |
| 2. Estado de Arte | 8 |
| 2.1 Linguagens de Programação | 8 |
| 2.1.1 Javascript | 8 |
| 2.1.2 Node.js..... | 8 |
| 2.1.3 HTML | 8 |
| 2.1.4 SQL..... | 8 |
| 2.2 Software..... | 9 |
| 2.2.1 Sublime Text 3 | 9 |
| 2.2.2 Maria DB..... | 9 |
| 2.2.3 Microsoft SQL Server | 9 |
| 2.2.4DBever | 9 |
| 2.3 Controlo de Versões..... | 9 |
| 2.3.1 Sublime Merge | 9 |
| 3. Descrição do Trabalho Realizado..... | 10 |
| 3.1 Fase Inicial..... | 10 |
| 3.1.1 Pesquisa de fontes de dados da Qualidade do Ar..... | 10 |
| 3.1.2 Resultado: Pesquisa da Dados..... | 10 |
| 3.2 Fase de implementação | 12 |
| 3.2.1 Importação de dados..... | 12 |
| 3.2.2 Ligação à BD Baze | 15 |
| 3.2.3 Obtenção de dados de múltiplas localizações de forma periódica | 17 |
| 3.2.4 Obtenção de métricas de performance | 17 |
| 3.2.5 Implementação do OpenWeather..... | 18 |
| 3.3 Contratempos | 18 |
| 4. Colaboração com um colega de estágio..... | 19 |
| 5. Conclusão | 20 |
| 6. Referências Bibliográficas | 21 |

Índice de Imagens

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: BaZe Balanço Zero | 6 |
| Figura 2: Diagrama de Planos de trabalho | 10 |
| Figura 3: Exemplo da visualização dos dados transmitidos pela API | 12 |
| Figura 4: Exemplo BaZe, fornecido pelo orientador | 14 |
| Figura 5: Tabelas de base de dados inicial | 15 |
| Figura 6: Ligação à minha base de dados, MariaDB | 15 |
| Figura 7: Ligação ao Microsoft SQL Server | 15 |
| Figura 8: Tabela alterada, conforme a BD do Baze | 15 |
| Figura 9: DBeaver, representação visual dos dados | 16 |
| Figura 10: Estrutura da base de dados | 16 |
| Figura 11: Exemplos de alguns dados | 17 |
| Figura 12: Mapa de referência para as localizações e as respectivas localizações | 17 |
| Figura 13: Exemplo de medições | 17 |
| Figura 14: Implementação dos tempos | 18 |
| Figura 15: conversão de segundos unix, para hora UTC | 18 |
| Figura 16: Ligação por Ngrok | 19 |

1. Introdução

A Instituição acolhedora do presente estágio é a Camara da Maia, um município português que pertence ao distrito do Porto, com 40 134 habitantes no perímetro urbano (2015). Tem 82,99 km² de área e 135 678 habitantes (2015), que está subdividido em 10 freguesias.

1.1. Projeto Baze



Figura 1: BaZe Balanço Zero

A Camara Municipal da Maia, com o objetivo de se tornar a primeira cidade em território nacional com o balanço neutro de carbono apresenta o projeto BaZe, **B**alanço **Z**ero de Carbono (Câmara da Maia-Baze [1]) que é um programa de ações e projetos introduzidos no conceito de ecossistema de inovação aberta, laboratório vivo, implementado na região, o *Living Lab Maia*.

O *Living Lab Maia* é implementado maioritariamente no centro da cidade. É uma porção de território urbano consolidado e denso, dentro desta área existem instalações da administração pública, central e local, interface multimodal, desde táxis, rodoviário coletivo, metropolitano, bicicletas, equipamentos culturais, comércio e habitação.

O projeto é promovido e liderado pelo Município da Maia, com o apoio do Fundo Ambiental, um projeto que permite a aplicação, demonstração, de soluções tecnológicas que promovem a descarbonização enquanto fator determinante na construção da sustentabilidade.

O BaZe - *Living Lab Maia: Net Zero Carbon City* combinará ações de mobilidade sustentável, energias renováveis, economia circular e de envolvimento do cidadão, este ecossistema será monitorizado para garantir que o consumo e produção de recursos esteja de forma inteligente e sustentável. Este será suportado por uma arquitetura de *smart meters* (dispositivos eletrónicos que registam informação diversificada, comunicando-a), considerando o potencial do fenómeno da Internet das Coisas (IoT) e dos sistemas de computação na Cloud para capacitar os gestores do território com ferramentas avançadas de monitorização, controlo e otimização das infraestruturas e equipamentos.

1.2. Objetivos e Tema do Projeto

Este projeto envolve a monitorização de dados meteorológicos e da qualidade do ar.

A qualidade do ar é uma componente importante do ambiente, determinante para a saúde pública, e para o equilíbrio dos ecossistemas (Air quality in Europe, 2020 report). As concentrações dos vários poluentes atmosféricos do ar, num determinado local, resultam de emissões das proximidades, das indústrias, dos transportes... dependendo significativamente das condições meteorológicas.

A capacidade de regeneração da atmosfera reduz à medida que a quantidade de emissões de poluentes cresce, desta forma podemos distinguir dois tipos de poluentes:

Primários: são os poluentes transmitidos diretamente para a atmosfera, no caso monóxido de carbono (CO), óxido de azoto (NO_2) e dióxido de enxofre (SO_2).

Secundários: resultam das reações químicas que ocorrem na atmosfera, como o caso do ozono (O_3), com influência dos poluentes primários.

A qualidade do ar também é afetada pelas partículas, estas são os principais poluentes referentes à saúde pública. Podem ser partículas inaláveis com diâmetro inferior a $10\mu m$, (PM_{10}) e, as partículas finas, com diâmetro inferior a $2,5\mu m$, ($PM_{2,5}$).

O presente Relatório, tem como objetivo informar do processo de implementação do projeto realizado ao longo do estágio. Recolha de dados relativamente ao concelho da Maia, identificação das tipologias de dados disponíveis (fonte, tipo de dados, volume de informação), e armazenamento destes dados.

2. Estado de Arte

Nesta secção serão abordadas as várias tecnologias e linguagens de programação, utilizadas durante o projeto.

2.1 Linguagens de Programação

2.1.1 Javascript

O Javascript [1] é uma das três principais tecnologias da World Wide Web, é uma linguagem de programação interpretada de alto nível. Atualmente é a principal linguagem para programação client-side em navegadores web, mas também é bastante utilizada do lado do servidor através de ambientes como o node.js. Suporta estilos de programação orientados a eventos, funcionais e imperativos e funções de alta ordem. Foi implementada para que scripts pudessem ser executados do lado do cliente e interagissem com o usuário sem a necessidade desse script passar pelo servidor.

2.1.2 Node.js

O Node.js [2] é um software de código aberto, uma multiplataforma, baseado no interpretador V8 do Google e que permite a execução de códigos JavaScript fora de um navegador web.

2.1.3 HTML

Hypertext Markup Language [3], o que significa “Linguagem de Marcação de Hipertexto”, é utilizada na construção de páginas web, documentos HTML são interpretados por navegadores. A tecnologia é fruto da junção dos padrões Hytime e SGML.

2.1.4 SQL

Structured Query Language [4], ou Linguagem de Consulta Estruturada ou SQL, é uma linguagem padrão para armazenar, manipular e recuperar dados em bancos de dados (base de dados relacional). Várias características do SQL foram inspiradas na álgebra relacional.

2.2 Software

2.2.1 Sublime Text 3

O Sublime Text 3 [5] um editor de código-fonte sofisticado, que se destaca justamente pela sua simplicidade de uso, para além de ser leve, aceita várias linguagens de programação. É fácil de usar, com muitos recursos e funcionalidades que podem ser adicionados para complementar o seu uso.

2.2.2 MariaDB

MariaDB [6] é um sistema de gerenciamento de banco de dados que surgiu como *fork* (ramificação) do MySQL.

2.2.3 Microsoft SQL Server

O *Microsoft SQL Server* [7] (MSSQL) é um sistema de gestão de banco de dados relacional (SGBD) desenvolvido pela *Sybase* em parceria com a Microsoft. O projeto Baze utiliza MSSQL nas suas bases de dados.

2.2.4 DBeaver

DBeaver [8] é uma ferramenta de software cliente SQL e uma ferramenta de administração de banco de dados . Para bancos de dados relacionais com o JDBC interface de programação de aplicativo (API) para interagir com a bases de dados através de um driver JDBC (*Java Database Connectivity*).

2.3 Controlo de Versões

2.3.1 Sublime Merge

O Sublime Merge [9] inclui recursos, como uma ferramenta integrada git merge, a capacidade de pesquisar commits específicos, integração de linha de comando, código e histórico de arquivo e destaque de sintaxe. Também permite comparar o código lado a lado para resolver conflitos antes de fazer as alterações permanentes.

3. Descrição do Trabalho Realizado

3.1 Fase Inicial

O projeto iniciou com a escolha de temas do nosso interesse, o que levou a uma exploração do tema e do contexto em que o projeto iria ser desenvolvido. Foi nesta fase que o orientador nos forneceu a documentação necessária, tal como o REOT (Relatório do Estado do Ordenamento do Território) e a ISO 37120 (Sustainable cities and communities - Indicators for city services and quality of life). Depois de escolhidos os temas, organizamos os temas num diagrama de Gant, com o intuito de melhorar a organização do tempo, depois de aprovados passamos então a inicializar o projeto.

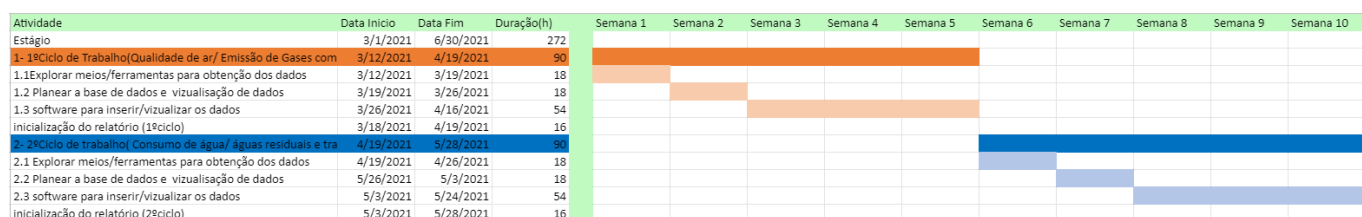


Figura 2: Diagrama de Planos de trabalho

3.1.1 Pesquisa de fontes de dados da Qualidade do Ar

Nesta primeira fase, o objetivo era encontrar dados relevantes ao concelho da Maia sobre a qualidade do ar. Tais como: temperatura, humidade, PM 2,5, PM 10, CO, SO2, NO2 e O3, em sites com a API 's disponíveis e gratuitas.

3.1.2 Resultado: Pesquisa de Dados

Depois de uma pesquisa exaustiva, os únicos sites com API 's desejados foram a *WeatherBit* e o *OpenWeather*.

A tabela seguinte resume a pesquisa efetuada.

| Recurso/URL | Descrição | Avaliação do interesse para o Estágio |
|-------------------------------------|--|--|
| QualAR - Qualidade do AR[14] | Modernização do sistema de informação da qualidade do ar | Base de dados online da qualidade do ar, referente ao concelho da Maia (O3, NO2, PM10, PM2.5) Dados disponíveis em excel acessíveis ao publico. |
| SIDS [15] | Revisão do estado da arte relativamente ao contexto histórico da política em Portugal. | Informação sobre Pressão-Estado-Resposta (PER)- indicadores ambientais. perceção da limitação, tais como, existência de informação base. Guia para alguns critérios de pesquisa. |

| | | |
|--|---|--|
| Agência Portuguesa do Ambiente [16] | Principal responsável pela informação ambiental em Portugal | Referência a fontes para a procura de dados. |
| ec.europa.eu [17] | A Comissão Europeia é uma instituição que é politicamente independente e que representa e defende os interesses da União Europeia, tais como questões ambientais. | Tal como a APA, referência a fontes para a procura de dados. |
| IQAir [18] | É uma empresa suíça de tecnologia de qualidade do ar. | Informação sobre o concelho da Maia, contudo sem API. |
| Air-quality [19] | Informações em tempo real sobre a qualidade do ar | Informações sobre o concelho, mas sem API. |
| ClimaCell [20] | A ClimaCell é uma empresa americana de tecnologia climática, para previsões meteorológicas. | Informações do concelho, tais como IQA, Índice de pólen. Com API paga. |
| Meteoblue [21] | Serviço meteorológico, criado na Universidade de Basel, Suíça. | Com informação sobre o concelho, contudo a API só é gratuita para Basel. |
| Plume API e OpenAQ [22] | Dados de qualidade do ar e dados de níveis de poluição. | Não encontrei informação sobre o concelho. |
| WeatherBit [23] | API de clima | Fonte de dados para o projeto. |
| Openweather [24] | API de clima | Fonte de dados para o projeto. |

Tabela 1: resultados das pesquisas

3.2 Fase de implementação

3.2.1 Importação de dados

Com base nos resultados encontrados, comecei por explorar os recursos da *Weatherbit*, que é um serviço que fornece dados das condições meteorológicas, da qualidade do ar, entre outros.

Inicialmente criei uma conta para ter acesso uma chave (key), que me permite retornar os dados pretendidos. Depois de criada a conta e comecei por explorar os dados fornecidos, selecionado os do meu interesse. No início do projeto selecionei a Historical Weather API (daily). Esta API requer para além da key, longitude e latitude uma data de início e uma data final, mas como estou a usar uma conta livre (sem custos), há algumas restrições, neste caso só me era permitido a chamada de um dia.

Como o retorno das funções é em JSON, inicialmente optei por criar um ficheiro em HTML e JavaScript para a visualização dos dados. Utilizei o Sublime Text como editor, criando no browser, bastante simples, que me permitia alterar a data, sem necessidade de recorrer ao código fonte.

Histórico do tempo

Início (AAAA-MM-DD):

Fim (AAAA-MM-DD):

Dados:

```
INSERT INTO Dados_met(fonte, lat, lon, data, city_name, station, sunrise,
[object Object])
```

Erro:

Figura 3: Exemplo da visualização dos dados transmitidos pela API

Os dados apresentados a seguir a “Dados:” são apenas uma string com o nomes das classes e os valores retornados pela API.

Na *Weatherbit* é possível ter uma descrição detalhada de cada variável retornada pela API, como representado de seguida (informação retirada da *Weatherbit* [23], referente à *Historical Weather API (daily)*).

- lat: Latitude (Degrees).
- lon: Longitude (Degrees).
- timezone: Local IANA Timezone.
- city_name: City name.
- city_id: City ID.
- station_id: Nearest station. [Deprecated]
- country_code: Country abbreviation.
- state_code: State abbreviation/code.

- `sources`: List of stations used in response.
- `data`: [
 - `datetime`: Date (YYYY-MM-DD).
 - `ts`: Timestamp UTC (Unix Timestamp).
 - `pres`: Average pressure (mb).
 - `slp`: Average sea level pressure (mb).
 - `wind_spd`: Average wind speed (Default m/s).
 - `wind_gust_spd`: Wind gust speed (m/s).
 - `max_wind_spd`: Maximum 2 minute wind speed (m/s).
 - `wind_dir`: Average wind direction (degrees).
 - `max_wind_dir`: Direction of maximum 2 minute wind gust (degrees).
 - `max_wind_ts`: Time of maximum wind gust UTC (Unix Timestamp).
 - `temp`: Average temperature (default Celcius).
 - `max_temp`: Maximum temperature (default Celcius).
 - `min_temp`: Minimum temperature (default Celcius).
 - `max_temp_ts`: Time of daily maximum temperature UTC (Unix Timestamp).
 - `min_temp_ts`: Time of daily minimum temperature UTC (Unix Timestamp).
 - `rh`: Average relative humidity (%).
 - `dewpt`: Average dew point (default Celcius).
 - `clouds`: average cloud coverage (%).
 - `precip`: Accumulated precipitation (default mm).
 - `precip_gpm`: Accumulated precipitation (default mm).
 - `snow`: Accumulated snowfall (default mm).
 - `snow_depth`: Snow Depth (default mm).
 - `solar_rad`: Average solar radiation (W/M²)
 - `t_solar_rad`: Total solar radiation (W/M²)
 - `ghi`: Average (W/m²).
 - `t_ghi`: Day total global horizontal solar irradiance (W/m²) [Clear Sky]
 - `max_ghi`: Maximum value of global horizontal solar irradiance in day (W/m²) [Clear Sky]
 - `dni`: Average direct normal solar irradiance (W/m²) [Clear Sky]
 - `t_dni`: Day total direct normal solar irradiance (W/m²) [Clear Sky]
 - `max_dni`: Maximum value of direct normal solar irradiance in day (W/m²) [Clear Sky]
 - `dhi`: Average diffuse horizontal solar irradiance (W/m²) [Clear Sky]
 - `t_dhi`: Day total diffuse horizontal solar irradiance (W/m²) [Clear Sky]
 - `max_dhi`: Maximum value of diffuse horizontal solar irradiance in day (W/m²) [Clear Sky]
 - `max_uv`: Maximum UV Index (0-11+)
- `...]`

Tendo em conta a informação fornecida pelo o orientador, utilizei o *fetch()*, uma vez que é compatível com os browsers, a API Fetch fornece uma interface JavaScript para aceder e manipular partes do pipeline HTTP, como os pedidos e respostas. A seguinte imagem (Figura 4) representa a utilização de uma gateway utilizada no projeto BaZe.

Clique uma das linhas abaixo (marcadas a verde):

- API IPMA
- API BaZe

| Resposta | |
|-----------|--|
| Cabeçalho | cors http://pedroccpimenta.somee.com/sciame/api.asp false |
| Corpo | { "dados": [{"fonte": "WeatherBit", "local": "Anta", "Lat": 41,29, "Lng": -8,61, "dados": "25/06/2021 16:30: 00 ", " Temperatura ": 27, " unidades ": " Celsius ", " Pressão ": " 1008 ", " 30/06/2021 15:38:36 ", " te ": { " dt ": 0, " unidades ": " seg "}}] |
| SQL | inserir em ('fonte', xxxx) valores ('WetherBit', yyy) |

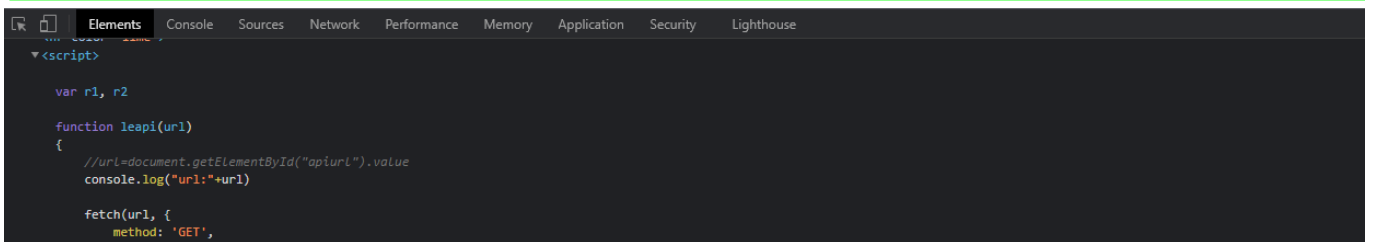


Figura 4: Exemplo BaZe, fornecido pelo orientador

Inicialmente testei para a Historical Weather API, mas o orientador aconselhou-me à *Current Weather API*, visto que era utilizada na base de dados do projeto BaZe. Para a solicitação da api utilizei a longitude e latitude da Maia (-8.61, 41.25) e chave fornecida pela *Weatherbit*.

Apos verificar que as API's estavam a funcionar, passei o código para um ficheiro JavaScript e usando o Node.js, comecei a implementar a inserção dos valores na base de dados. Organizei os dados em duas tabelas distintas, uma para o tempo atual e outra para a qualidade do ar, em SQL e criei uma base de dados utilizando a MariaDB.

```

CREATE TABLE dados_met(
fonte VARCHAR (25),
lat FLOAT NOT NULL,
lon FLOAT NOT NULL,
data DATETIME NOT NULL,
city_name VARCHAR(20),
station VARCHAR(20),
sunrise TIME,
sunset TIME,
wind_spd FLOAT,
wind_cdir VARCHAR(10),
clouds INT,
pres FLOAT,
temp INT,
elev_angle FLOAT,
solar_rad FLOAT,
dhi FLOAT,
dni FLOAT,
ghi FLOAT,
uv INT,
precip FLOAT
);

```

```

CREATE TABLE qualidade_ar(
lat_aqi FLOAT NOT NULL,
lon_aqi FLOAT NOT NULL,
aqi FLOAT,
o3 FLOAT,
so2 FLOAT,
no2 FLOAT,
co FLOAT,
pm10 FLOAT,
pm25 FLOAT,
pollen_level_tree INT,
pollen_level_grass INT,
pollen_level_weed INT,
mold_level INT,
predominant_pollen_type VARCHAR(25)
);

```

Figura 5: Tabelas de base de dados inicial

Para fazer a ligação à base de dados à minha base de dados MariaDB foi necessário usar funções assíncronas.

Uma função assíncrona é uma função declarada com a palavra reservada do javascript `async`, e a palavra `await`. As palavras reservadas `async` e `await` permitem que o comportamento assíncrono baseado na promessa seja escrito num estilo mais limpo, evitando a necessidade de configurar explicitamente as cadeias de promessa.

```
async function mysql_connect(){
  const connection = await mysql.createConnection(`mysql://${mysql_user}:${mysql_pass}@${mysql_host}:3306/${mysql_db}`);
  console.log('Conectou no MySQL!');
  return connection;
}
```

Figura 6: Ligação à minha base de dados, MariaDB

A função `mysql_connect()`, conecta à minha base de dados usando os dados de conexão fornecidos, `{mysql_user}` é o utilizador de acesso à base de dados, `{mysql_pass}` a palavra-passe, `{mysql_host}` nome do servidor da base de dados, `{mysql_db}` base de dados.

3.2.2 Ligação à BD BaZe

Apos verificar que a obtenção e inserção dos dados estava a funcionar corretamente, tive de adaptar o código para passar a introduzir os dados na base de dados já existente no BaZe, base de dados está que é Microsoft SQL Server.

```
const bd_sql= require('mssql');

console.time();
db_conn = await bd_sql.connect(`Server=${db_host},1433;Database=${db_db};User Id=${db_user};Password=${db_pass};trustServerCertificate=true`);
console.log('connectado à BD');
console.timeEnd();
```

Figura 7: Ligação ao Microsoft SQL Server

```
CREATE TABLE baze21b(
  id INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  regdata DATETIME DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  fonte VARCHAR(25),
  data DATETIME,
  estacao VARCHAR(25),
  luogo VARCHAR(25),
  Lat FLOAT NOT NULL,
  Lng FLOAT NOT NULL,
  Temperatura INT,
  VentoVeloc FLOAT,
  VentoDir VARCHAR(10),
  Pressao FLOAT,
  Nebulosidade FLOAT,
  Elev FLOAT,
  Alba TIME,
  Ocaso TIME,
  Humidade INT,
  Ghi FLOAT,
  Dhi FLOAT,
  Dni FLOAT,
  SolarRad FLOAT,
  CO FLOAT,
  O3 FLOAT,
  NO2 FLOAT,
  UV INT,
  PM10 FLOAT,
  PM25 FLOAT,
  precip FLOAT,
  WBIcon VARCHAR(10),
  SO2 FLOAT,
  PRIMARY KEY (id)
);
```

Figura 8: Tabela alterada, conforme a BD do Baze

Utilizei o software DBeaver para uma melhor visualização dos dados inseridos. Este software permite visualizar todos os dados inseridos e fazer selectes e também nos dá acesso à estrutura da base de dados.

| id | regdata | fonte | estacao | luogo | Lat | Lng | Temperatura | VentoVeloc | VentoDir | Pressao | Neb |
|----|---------------------|----------------------|----------------|--------------|-------|-------|-------------|------------|----------|---------|-----|
| 37 | 2021-06-24 16:14:16 | OpnenW(DanielaCunha) | [NULL] | Maia | 41.23 | -8.62 | 300.52 | 5.66 | 330 | 1,018 | |
| 38 | 2021-06-24 15:33:58 | OpnenW(DanielaCunha) | [NULL] | Gondim | 41.26 | -8.61 | 300.51 | 5.66 | 320 | 1,019 | |
| 39 | 2021-06-24 15:23:58 | OpnenW(DanielaCunha) | [NULL] | Maia | 41.23 | -8.62 | 300.51 | 5.66 | 320 | 1,019 | |
| 40 | 2021-06-25 18:13:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:06 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 299.48 | 0.45 | 259 | 1,016 | |
| 41 | 2021-06-25 17:13:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:06 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 300.62 | 0.89 | 248 | 1,016 | |
| 42 | 2021-06-25 16:13:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:06 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 301.24 | 1.79 | 231 | 1,016 | |
| 43 | 2021-06-25 15:13:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:06 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 301.24 | 1.34 | 212 | 1,016 | |
| 44 | 2021-06-25 14:13:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:06 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 300.93 | 1.79 | 226 | 1,017 | |
| 45 | 2021-06-26 18:00:15 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:09 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 291.38 | 0.89 | 174 | 1,015 | |
| 46 | 2021-06-26 17:00:14 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:09 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 292.27 | 1.79 | 359 | 1,015 | |
| 47 | 2021-06-26 16:00:13 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:09 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 293.01 | 0.45 | 172 | 1,015 | |
| 48 | 2021-06-28 13:53:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 292.79 | 1.34 | 188 | 1,021 | |
| 49 | 2021-06-28 12:53:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 292.44 | 2.24 | 347 | 1,022 | |
| 50 | 2021-06-28 11:53:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 292.85 | 0.89 | 68 | 1,022 | |
| 51 | 2021-06-28 10:53:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 292.28 | 0.89 | 35 | 1,021 | |
| 52 | 2021-06-28 09:53:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 291.04 | 0.89 | 343 | 1,021 | |
| 53 | 2021-06-27 22:56:54 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 287.2 | 0.89 | 359 | 1,020 | |
| 54 | 2021-06-27 21:56:54 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 287.76 | 1.34 | 14 | 1,020 | |
| 55 | 2021-06-27 20:56:54 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 288.07 | 1.34 | 21 | 1,019 | |
| 56 | 2021-06-27 19:56:54 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Pedrouços | 41.19 | -8.59 | 289.01 | 1.34 | 10 | 1,019 | |
| 57 | 2021-06-25 17:33:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 300.01 | 1.34 | 37 | 1,016 | |
| 58 | 2021-06-25 16:33:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 301.06 | 1.34 | 191 | 1,016 | |
| 59 | 2021-06-25 15:33:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 301.61 | 1.79 | 197 | 1,016 | |
| 60 | 2021-06-25 14:33:06 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:10 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 301.61 | 0.45 | 231 | 1,016 | |
| 61 | 2021-06-28 14:13:44 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:13 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 293.66 | 8.05 | 320 | 1,021 | |
| 62 | 2021-06-28 13:13:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:13 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 292.6 | 2.68 | 58 | 1,022 | |
| 63 | 2021-06-28 12:13:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:13 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 292.64 | 1.34 | 163 | 1,022 | |
| 64 | 2021-06-28 11:13:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:13 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 292.26 | 1.79 | 25 | 1,022 | |
| 65 | 2021-06-28 10:13:43 | OpnenW(DanielaCunha) | 21-01 20:11:13 | Águas Santas | 41.22 | -8.58 | 291.66 | 1.34 | 35 | 1,022 | |

Figura 9: DBeaver, representação visual dos dados

| Columns | Column Name | # | Type | Length | Scale | Precision | Not Null | Identity | Default | Collation | Description |
|---------------------|--------------|----|----------|--------|-------|-----------|----------|----------|---------|------------------------------|-------------|
| Unique Keys | id | 1 | int | 4 | | 10 | [v] | [v] | | | |
| Check constraints | regdata | 2 | datetime | 8 | 3 | 23 | [] | [] | | | |
| Foreign Keys | fonte | 3 | varchar | 100 | | | [] | [] | | SQL_Latin1_General_CP1_CI_AS | |
| Indexes | data | 4 | datetime | 8 | 3 | 23 | [] | [] | | | |
| References | estacao | 5 | varchar | 50 | | | [] | [] | | SQL_Latin1_General_CP1_CI_AS | |
| Triggers | luogo | 6 | varchar | 50 | | | [] | [] | | SQL_Latin1_General_CP1_CI_AS | |
| Extended Properties | Lat | 7 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| Statistics | Lng | 8 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| DDL | Temperatura | 9 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| Virtual | VentoVeloc | 10 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | VentoDir | 11 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | Pressao | 12 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | Nebulosidade | 13 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | Elev | 14 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | Alba | 15 | date | 3 | | 10 | [] | [] | | | |
| | Ocaso | 16 | date | 3 | | 10 | [] | [] | | | |
| | Humidade | 17 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | Ghi | 18 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | Dhi | 19 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | Dni | 20 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | SolarRad | 21 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | CO | 22 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | O3 | 23 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | NO | 24 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | NO2 | 25 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |
| | UV | 26 | float | 8 | | 53 | [] | [] | | | |

Figura 10: Estrutura da base de dados

| 123 id | regdata | ABC fonte | data | ABC estacao | ABC luogo | 123 Lat | 123 Lng | 123 Temperatura | 123 VentoVeloc |
|--------|---------------------|----------------------|----------------|-------------|-----------|---------|---------|-----------------|----------------|
| 17,672 | 2021-06-27 22:06:54 | OpnenW(DanielaCunha) | 01-01 20:11:42 | [NULL] | Prozela | 41.24 | -8.68 | 288.12 | 4.12 |
| 17,666 | 2021-06-27 21:06:55 | OpnenW(DanielaCunha) | 01-01 20:11:42 | [NULL] | Prozela | 41.24 | -8.68 | 288.24 | 4.12 |
| 17,660 | 2021-06-27 20:06:54 | OpnenW(DanielaCunha) | 01-01 20:11:42 | [NULL] | Prozela | 41.24 | -8.68 | 289.3 | 5.66 |
| 12,214 | [NULL] | Wbit(DanielaCunha) | 05-31 14:39:00 | LPPR | Maia | 41.23 | -8.62 | 18 | 4.1 |
| 12,221 | 2021-05-31 11:10:22 | Wbit(DanielaCunha) | 05-31 15:30:00 | LPPR | Maia | 41.23 | -8.62 | 17 | 3.6 |
| 12,218 | 2021-05-31 11:05:49 | Wbit(DanielaCunha) | 05-31 15:30:00 | LPPR | Maia | 41.23 | -8.62 | 17 | 3.6 |

Figura 11: Exemplos de alguns dados

3.2.3 Obtenção de dados de múltiplas localizações de forma periódica

Aconselhado pelo orientador, introduzi varias localizações dentro do concelho da Maia. De forma a distribuir a carga no provedor da API, distribuimos as chamadas a cada uma das localizações ao longo de um periodo de uma hora. Como são seis localizações atualizamos uma localização a cada 10 minutos, fazendo que no final de 1 hora estejam todas atualizadas.



Figura 12: Mapa de referência para as localizações e as respetivas localizações

3.2.4 Obtenção de métricas de performance

De forma a ter alguma noção do tempo que as operações demoravam a executar, escolhi algumas funções importantes para monitorizar: conexão à base de dados, obtenção dos dados do tempo, obtenção dos dados da qualidade do ar e inserção dos dados na base de dados. Para medir o tempo usei a função "console.time()" para iniciar a contagem e a "console.timeEnd()" para finalizar e imprimir para o terminal.

```
inserir na bd
default: 1.165s
connectado à BD
default: 739.347ms
```

Figura 13: Exemplo de medições

```
async function inserir_bd(latitude, longitude) {
  console.time();
  db_conn = await bd_sql.connect(`Server=${db_host},1433;Database=${db_db};User Id=${db_user};Password=${db_pass};trustServerCertificate=true`);
  console.log('connectado à BD');
  console.timeEnd();

  console.time();
  dados_tempo = await obter_sql_tempo_atual(latitude, longitude);
  console.log('obtidos dados do tempo');
  console.timeEnd();

  console.time();
  dados_qa = await obter_sql_qualidade_ar(latitude, longitude);
  console.log('obtidos dados qa');
  console.timeEnd();

  console.time();
  sql_query = gera_sql_insert_tempo_e_qa(dados_tempo, dados_qa);
  console.log(sql_query);
  await db_conn.query(sql_query);
  console.log('inserir na bd');
  console.timeEnd();

  await db_conn.close();
}
```

Figura 14: Implementação dos tempos

3.2.5 Implementação do OpenWeather

Nesta fase do projeto, em vez de estender o script usado para o WeatherBit foi criado um novo para melhorar a resiliência da obtenção de dados. Assim se por acaso uma das fontes de dados causar problemas graves no processo de obtenção, estes problemas não impedem a outra fonte de dados de ser actualizada a tempo e horas.

Para integrar o OpenWeather o processo foi semelhante ao WeatherBit, tendo apenas tomado especial atenção ao formato das datas e horas realizando as suas conversões, uma vez que o tempo de cálculo dos dados está em unix, UTC.

A **época Unix** (ou **tempo Unix** ou **tempo POSIX** ou **Unix timestamp**) é o número de segundos que se passaram desde 01 de janeiro de 1970 (meia-noite UTC / GMT), para tal foi necessário fazer a conversão.

```
async function converteSegundos(){
  data1 = new Date(data_tempo.sunrise * 1000).toISOString().substr(11, 8);
  console.log("hora sunrise");
  console.log(data1);
  return data1;
}
```

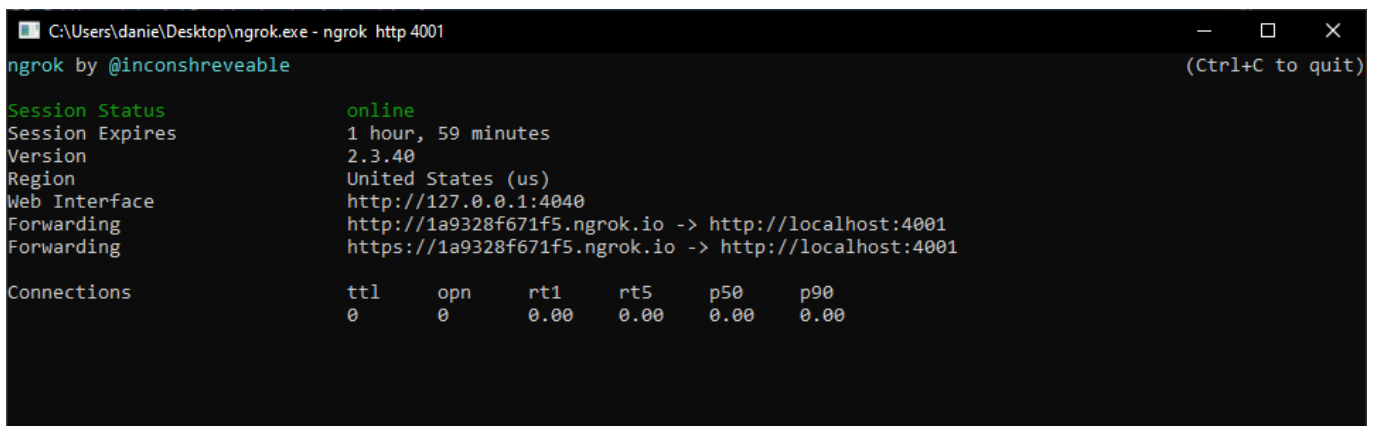
Figura 15: conversão de segundos unix, para hora

3.3 Contratempos

Como em todos os projetos, por vezes surgem entraves ao seu desenvolvimento, no meu caso, no desenrolar do estágio deparei-me com dificuldades mais a nível teórico o que envolveu pesquisa e estudo, para poder aplicar na prática, isto atrasou o meu processo impedindo de concretizar o 2º ciclo, como tinha estipulado. Outro problema surgiu na introdução dos dados no BaZe, foi necessário alterar a datareg (data de registo) inicialmente em sql para javascript para poder recolher a hora correta isto porque não conseguia acertar com o horário de verão.

4. Colaboração com um colega de estágio

Na fase final do projeto trabalhei com um colega de estágio para testar o projeto do mesmo. O trabalho dele envolve transferir e armazenar dados de diferentes servidores, pelo que disponibilizei o meu computador para servir como nó remoto. A maior dificuldade foi conseguir fazer com que os dois computadores, o meu e o do meu colega, conseguissem comunicar directamente. Primeiro usamos o comando "ping" para confirmar que os sistemas não se estavam a conseguir ligar. Depois suspeitamos que não estava a dar por ambos estarmos com IPs internos da nossa rede doméstica, pelo que experimentamos usar o Ngrok, que é uma plataforma cruzada que permite expor servidores locais atrás de NATs e firewalls para a Internet pública por meio de túneis seguros. Com esta ferramenta conseguimos fazer a ligação e executar os pedidos HTTP GET entre os dois computadores.



```

C:\Users\danie\Desktop\ngrok.exe - ngrok http 4001
ngrok by @inconshreveable

Session Status      online
Session Expires    1 hour, 59 minutes
Version             2.3.40
Region              United States (us)
Web Interface        http://127.0.0.1:4040
Forwarding           http://1a9328f671f5.ngrok.io -> http://localhost:4001
                    https://1a9328f671f5.ngrok.io -> http://localhost:4001

Connections
  ttl    opn    rt1    rt5    p50    p90
   0      0     0.00   0.00   0.00   0.00
  
```

Figura 16: Ligação por Ngrok

5. Conclusão

Na realização deste projeto, reforcei competências relativamente à utilização de API's, criação de scripts para o Node.js e a sua interação com a base de dados. Fiquei a conhecer os componentes importantes para a monitorização da Qualidade do Ar.

Como resultado do trabalho foram produzidos scripts para importar dados para a base de dados do projeto BaZe.

Ao longo de todo o processo, foi possível verificar que há ainda algum trabalho a desenvolver relativamente ao dados e as fontes, para poder num futuro obter uma monitorização mais completa sobre a qualidade do ar.

6. Referências Bibliográficas

Câmara da Maia- Baze (informação retirada) - <https://www.cm-maia.pt/baze>

Air quality in Europe ,2020 report - https://qualar.apambiente.pt/node/relatorios_tecnicos

Statewide Planning and Research Cooperative System - <https://www.sparcs.info/cities/maia>

Estado de Arte- informação retirada das seguintes referências:

- [1]JavaScript (2021, May 4) - <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>
- [2]Node.js(2021, June 12) - <https://en.wikipedia.org/wiki/Node.js>
- [3]HTML (2021, June 29) - <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>
- [4]SQL (2021, March 24) - <https://pt.wikipedia.org/wiki/SQL>
- [5]SublimeText - <https://www.sublimetext.com/>
- [6]MariaDB(2021, June 24) - <https://en.wikipedia.org/wiki/MariaDB>
- [7]Microsoft SQL Server(2020, Jan 14) -[https://pt.wikipedia.org/wiki/Microsoft SQL Server](https://pt.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server)
- [8]DBeaver (2021, June 22) - <https://en.wikipedia.org/wiki/DBeaver>
- [9]SublimeMerge - <https://www.sublimemerge.com/>

Relatório do Estado do Ordenamento do Território - <https://www.cm-maia.pt/institucional/2-revisao-ao-pdm/a-revisao-do-pdm/documentos-disponiveis/caraterizacao-e-diagnostico>

ISO 37120 - Sustainable cities and communities - Indicators for city services and quality of life - <http://bit.ly/3qXVmEa>

Recursos - referentes à tabela 1

- [10]<https://qualar.apambiente.pt/>
- [11]https://apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/SIDS/SIDSPortugal_Proposta2000.pdf
- [12]<https://www.apambiente.pt/>
- [13]<https://ec.europa.eu/>
- [14]<https://www.iqair.com/portugal/porto/maia>
- [15]https://air-quality.com/place/portugal/maia/a99618b6?lang=en&standard=aqi_us
- [16]<https://www.climacell.co/weather/PT/13/Maia/089270/>
- [17]https://www.meteoblue.com/en/weather/week/maia_portugal_2738014
- [18]<https://plume.readme.io/>
- [19]<https://www.weatherbit.io/api>
- [20]<https://openweathermap.org/api>