

Interfaces de Visualização em Contexto Smart City: Município da Maia

Guilherme Filipe Vieira da Rocha

L

2021



GUILHERME FILIPE VIEIRA DA ROCHA

Interfaces de visualização em contexto Smart City: Município da Maia

Relatório de Projeto realizado no âmbito da Licenciatura em Ciência da Informação,
orientada pelo Prof. Ricardo Baptista, orientador e pelo Dr. Pedro Pimenta, supervisor

Faculdade de Letras e Faculdade de Engenharia
Universidade do Porto

Junho de 2021

Agradecimentos

Agradeço ao professor Ricardo Baptista pela disponibilidade e apoio ao longo de todo o processo de desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também à Câmara Municipal da Maia em nome do Dr. Pedro Pimenta pela forma como me recebeu e que se mostrou sempre disponível para me ajudar, direccionar e ensinar.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais, ao meu irmão e muito especialmente à Cristiana que sempre esteve presente me apoiou nos momentos bons e menos bons do projeto.

Resumo

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Projeto, no último ano da Licenciatura em Ciência da Informação. A Câmara Municipal da Maia, em nome do Dr. Pedro Pimenta, propôs e dirigiu este projeto com a finalidade de desenvolvimento de interfaces de visualização de dados em contexto Smart City, promovendo a implementação da Dados Abertos em Portugal.

O trabalho foi desenvolvido com base em dados recolhidos no Município da Maia e representados em API 's diversas ou no Relatório de Estado do Ordenamento do Território (REOT). Estes dados são congruentes também com os indicadores apresentados na Norma ISO 37120, sendo característicos das cidades e tendo como alguns temas: a Saúde, a Educação, o Ambiente, os Transportes, o Desperdício de Água, etc.

Depois de recolhidos e organizados, os dados dos indicadores escolhidos foram importados para a ferramenta da Microsoft, Power BI e para a ferramenta Cluvio, com a finalidade de criar interfaces de visualização e análise de dados, estando assim disponíveis para serem posteriormente publicadas na Web (Dados Abertos).

Neste relatório é feita uma contextualização daquilo que é o ambiente envolvente às Smart Cities com a questão dos Dados Abertos e da Internet das Coisas, apresentando também a metodologia do trabalho, os objetivos, os resultados e as conclusões.

PALAVRAS-CHAVE: Smart City; Internet das Coisas (IoT); Dados Abertos; Indicadores; Microsoft Power BI; Cluvio; REOT; ISO 37120;

Abstract

This report was developed within the scope of the Project curricular unit, in the last year of the Degree in Information Science. The Municipality of Maia on behalf of Dr. Pedro Pimenta proposed and directed this project to develop data visualization interfaces in Smart City context, promoting the implementation of Open Data in Portugal.

The work was developed based on data collected in the Municipality of Maia and represented in various APIS or the State Report on Spatial Planning (REOT). These data are also related to the indicators presented in the ISO 37120 Standard, being characteristic of cities and having as some themes: Health, Education, Environment, Transport, Waste of Water, etc.

After being collected and organized, the data of the chosen indicators were imported into the Microsoft tool, Power BI and the Cluvio tool, to create data visualization and analysis interfaces and then made available to publish them on the Web (Open Data).

In this report, the context surrounding Smart Cities is contextualized with Open Data and the Internet of Things, also presenting the work methodology, objectives, results, and conclusions.

KEYWORDS: Smart City; Internet of Things (IoT); Open Data; Indicators; Microsoft Power BI; Cluvio; REOT; ISO 37120.

Sumário

Agradecimentos	3
Resumo.....	4
Abstract.....	5
Lista de Figuras e Tabelas.....	8
Siglas e Abreviaturas.....	9
1 Introdução.....	10
2 Contextualização.....	12
2.1 Estado da Arte	12
2.2 Instituição Acolhedora.....	13
3 Estruturação do Projeto.....	15
3.1 Objetivos	15
3.2 Metodologia	16
3.3 Plano de Trabalho	18
4 Interfaces de visualização	19
4.1 Atividades realizadas	19
4.1.1 Introdução e Planeamento do Projeto.....	19
4.1.2 Contextualização do Projeto	20
4.1.3 Realização do Projeto	20
4.1.4 Acompanhamento do Projeto e Relatório.....	22
4.2 Resultados Obtidos.....	23
4.2.1 As ferramentas utilizadas.....	23
4.2.2 O Consumo de água no Concelho da Maia	25
4.2.3 Ciclovias no Concelho da Maia	26
4.2.4 A Temperatura na Maia.....	28
4.2.5 Poluentes na Maia	29
5 Conclusões e reflexão crítica	30
5.1 Resumo dos resultados obtidos.....	30

5.2	Lições aprendidas	30
5.3	Trabalho futuro	31
6	Referências Bibliográficas.....	32

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1 Árvore de objetivos	16
Figura 2 Consumo de Água na Maia - Cluvio	26
Figura 3 Consumo de água na Maia - Power BI	26
Figura 4 Ciclovias na Maia - Power BI	27
Figura 5 Direct Query	28
Figura 6 Temperatura na Maia - Power BI	28
Figura 7 Poluentes na Maia	29
Tabela 1 Planeamento do Trabalho	18
Tabela 2 Calendário de Reuniões de Acompanhamento.....	22
Tabela 3 Plataformas e Origens de Dados	24
Tabela 4 Consumo de água na Maia	25

Siglas e Abreviaturas

IoT - Internet of Things

REOT - Relatório do Estado e do Ordenamento do Território

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

BaZe - Projeto **B**alanco **Z**ero

SPARCS - Projeto '**S**ustainable energy **P**ositive & zero **cAR**bon **C**ommunitie**S**'

BI - Business Intelligence

CMM - Câmara Municipal da Maia

BD - Bases de Dados

SQL - Structured Query Language

KML - Keyhole Markup Language

JSON - JavaScript Object Notation

API - Application Programming Interface

CI - Ciência da Informação

LCI - Licenciatura em Ciência da Informação

1 Introdução

A sociedade atual está a tornar-se cada vez mais digital e informatizada. Com a crescente necessidade de acesso simplificado à informação digital e a dados relativos a inúmeros setores, surge a necessidade de planejar, organizar e funcionalizar este acesso.

Como referido no parágrafo anterior, os tipos de dados existentes podem ter diversas origens, disponíveis em formatos e suportes diferentes. Por isso, torna-se fundamental que estes, para serem disponibilizados, sejam interoperáveis, porque só assim será possível extrair informação e posteriormente conhecimento desses mesmos dados.

A Câmara Municipal da Maia tem sido um exemplo a nível nacional no que toca à participação em projetos com objetivos voltados para a *smartização* das cidades em conjunto com sustentabilidade promovendo a descarbonização e a diminuição da poluição no ambiente. Esta preocupação emergente pelo ambiente e pela vontade de transformar a maneira de viver em sociedade e em cidades é bem demonstrada com a participação no projeto SPARCS e no BaZe (Pimenta, 2021), projetos que apelam à disponibilização e integração de dados abertos. Então, torna-se cada vez mais importante a adoção desta ideia de *open data*, dados no seu formato original disponibilizados ao público em geral ou aos decisores políticos, de uma forma tão simples como interfaces intuitivas de visualização e, é nesse sentido que este projeto de final de Licenciatura se propõe a trabalhar.

A criação de interfaces de visualização de dados em contexto Smart City, torna-se parte de um fator decisivo para que sejam atingidos 2 níveis da sociedade e de decisão, como supracitado, por um lado os utilizadores mais comuns, os cidadãos que têm a curiosidade de perceber o quão desenvolvida está a sua cidade e de entender em ‘tempo real’ a qualidade do ar, as zonas que são mais saudáveis por exemplo para passear com os seus filhos e claro entenderem em que medida podem contribuir para melhorar a sustentabilidade da sua zona da cidade. Por outro lado, os decisores políticos também podem e devem utilizar estes dados, que ganham vida nas interfaces, transformando-os em informação e conhecimento valioso para que possam ser tomadas as decisões corretas para fazer crescer ambientalmente, economicamente e socialmente cada cidade envolvida.

A ideia de tecnologias e da informatização das cidades, pode parecer assustadora e difícil de implementar, mas a ideia será então desmistificar estes preconceitos e usar os pontos positivos da tecnologia e transformá-los em pontos de crescimento das populações.

No final do desenvolvimento deste projeto na Câmara Municipal da Maia, a ideia principal será demonstrar o valor efetivo desta inovação em ação, com dados vivos, em ‘tempo real’ e em *dashboards* que apesar de parecerem simples, nutrem um valor estratégico muito grande, uma vez que transmitem conhecimento que vai ser valioso para o crescimento da sociedade atual e vindoura, que terá a tendência de ser cada vez mais ‘smart’.

2 Contextualização

Neste ponto serão apresentadas as bases teóricas necessárias à realização e compreensão do projeto. Posteriormente será feita uma apresentação da entidade que acolheu o projeto, sendo feita uma breve descrição das suas atividades e funcionamento.

2.1 Estado da Arte

A Ciência da Informação e a Gestão da Informação têm um papel muito importante na análise e representação de dados em contexto Smart City, uma vez que trazem a capacidade de acrescentar valor e apoio à tomada de decisão de 2 níveis: o primeiro, com os munícipes a terem na sua posse os dados relativos à sua cidade e a poderem agir mediante aquilo que observam nos *dashboards* e infografias de uma forma tão simples que todos entendem; e o segundo na decisão mais política, apoiando os governantes a tomarem o melhor rumo para vários aspetos das cidades representados por diversos indicadores, tornando-as cada vez mais sustentáveis e mais *smartizadas*. Este apoio à tomada de decisão vem baseado na interpretação e funcionalização dos dados e não meramente na sua extração e representação. É necessário que os indicadores escolhidos e a forma como são representados nutram funcionalmente o utilizador que vai analisá-los em forma de dados abertos, ou seja, é fundamental que se consiga extrair conhecimento e não apenas um conjunto de números informativos. Esta capacidade de juntar a técnica (informática) de extração de dados e a funcionalidade para o cidadão comum ou decisor (ciências sociais), é o que torna a Ciência da Informação tão valiosa neste contexto, sendo característica do novo paradigma, pós-custodial, que se torna cada vez mais numa ponte entre os softwares e ferramentas TIC e o utilizador, acompanhando a evolução das necessidades informacionais da sociedade e das organizações.

Outro dos conceitos que se tornam cada vez mais importantes na sociedade digital em que vivemos é o da Interoperabilidade dos Dados. Esta interoperabilidade é definida pela capacidade de sistemas que criam, modificam e consomem dados, comunicarem entre si de forma transparente, partilhando dados de forma clara e mantendo o seu contexto e significado claros. Em contexto Smart City, esta importância da interoperabilidade de dados é bem presente nos sistemas IoT que estão constantemente em recolha de dados, partilhando os mesmos com outros sistemas que permitem a sua recolha, o seu tratamento e visualização e posterior disponibilização aos utilizadores em diversas plataformas e formatos interativos, como *dashboards* e infografias.

A criação do conceito de Smart City é um dos exemplos onde a interoperabilidade dos dados é fundamental para criar um contexto de funcionalidade efetiva para que a finalidade de uma cidade inteligente seja alcançada. Em termos gerais uma cidade inteligente é uma cidade cujo ambiente é regido pela tecnologia existente, aplicando-a a várias atividades do quotidiano para tornar as cidades mais organizadas, com melhores condições de vida, mais seguras, mais limpas e acima de tudo mais acolhedoras para os seus habitantes (EMC, 2017). A Internet das Coisas (IoT) é utilizada em contexto Smart City, juntando na mesma rede e com acesso centralizado todos os aparelhos/dispositivos com ligação à internet e que pretendam estar disponíveis na rede, de modo a que seja possível comunicarem entre si, permitindo a recolha de informação de variados tipos e com finalidades bastante vantajosas para o estudo e melhoria da digitalização e informatização das cidades. (Portugal, 2018)

Por fim, a norma ISO 37120 veio criar uma “cultura de dados” diferente nas cidades (ISO, 2018). Esta norma foi publicada em finais do ano 2016 e tem 100 indicadores divididos em 17 categorias, que permitem medir e controlar o desempenho das cidades e qualificar a sua sustentabilidade ao longo do tempo. Ao todo já são 35 as cidades mundiais, incluindo o Porto, certificadas com esta norma, o que reflete a sua importância cada vez maior na realidade da *smartização* das cidades e no controlo e aumento da sustentabilidade, utilizando todas as ferramentas e conceitos supracitados para um fim positivo e melhorado da qualidade de vida nas cidades, denominadas então de Smart Cities (APDC, 2017).

2.2 Instituição Acolhedora

A Instituição Acolhedora deste projeto é a Câmara Municipal da Maia, com particularidade no Projeto BaZe na pessoa do Dr. Pedro Pimenta.

O Município da Maia, pertence ao distrito do Porto, Região Norte e sub-região da área metropolitana do Porto. Tem uma área de 82.99 km² e uma população estimada de 136.011 habitantes (2016). Este Município está dividido em 10 freguesias, sendo que as vilas de Águas Santas, Castelo da Maia e Moreira da Maia correspondem aos mais importantes polos secundários. O concelho da Maia recebeu carta de foral em 1519, existindo vestígios pré-históricos de presença humana e também referências que remontam ao império romano.

A Maia tem a particularidade de ser um dos únicos municípios portugueses que se identifica por um grande passado histórico, mas também por um grande desenvolvimento e inovação, com objetivos sustentáveis e ambientalistas a serem um mote para o presente e para o futuro no município e, o projeto BaZe é um grande exemplo destes objetivos.

O BaZe¹ - **B**alanco **Z**ero de Carbono é um projeto inovador com o objetivo de disponibilizar soluções integradas e transversais que promovem a descarbonização como tópico fulcral para o caminho da sustentabilidade. A criação e operacionalização da plataforma ‘Living Lab’ contempla a integração de vários dados relativos a diversos indicadores tais como: energia, resíduos, água, qualidade do ar, etc. A disponibilização destes dados ao público ocorre depois de um tratamento na recolha dos dados e posterior criação de *dashboards* e interfaces de visualização, parte em que este estágio curricular se insere. Esta disponibilização de dados abertos pode ocorrer online, na plataforma Web ou em equipamentos exteriores próprios tais como *videowalls*. Como supracitado, o conhecimento resultante da análise destes dados visa ser disponibilizado a vários níveis de decisão, desde os decisores políticos, técnicos e a população em geral (Pimenta, 2021).

Esta realidade ativa da Câmara Municipal da Maia em projetos sustentáveis e ambientalistas conta também pela participação num projeto Europeu ‘SPARCS’² que conta com a participação de 7 cidades e que tem como principal a *smartização* das cidades tornando-as sustentáveis, centradas no cidadão, ecossistemas com zero emissões de carbono, que oferecem ao cidadão uma qualidade de vida cada vez melhor (Garrido-Marijuan, 2017).

Em suma, considero o Município da Maia um exemplo a seguir no país para que juntos e utilizando as ferramentas tecnológicas ao nosso dispor, possamos atingir uma sociedade cada vez mais sustentável, amiga do ambiente e centrada na qualidade de vida de cada cidadão.

¹ <https://www.cm-maia.pt/baze>

² <https://www.sparcs.info/cities/maia>

3 Estruturação do Projeto

Este projeto enquadra-se na área de representação e visualização de dados relativos a vários indicadores, como meteorologia, poluentes, consumo de água e número de ciclovias no Concelho da Maia. Foram desenvolvidas várias tarefas de preparação, execução e resolução de problemas, até serem atingidas as interfaces de visualização desejadas.

3.1 Objetivos

Passando agora para o desenvolvimento do projeto e para os objetivos a atingir.

Este projeto na CMM caracteriza-se por duas grandes componentes que se interligam em prol de atingir o objetivo final, a componente Teórica/Científica e a componente Prática.

Numa situação inicial foi importante compreender o ambiente que envolve as Smart Cities nomeadamente no que à parte ambiental e sustentável diz respeito, entender a importância da IoT, dos dados abertos e da necessidade de uma simplificação de acessos aos dados de cada cidade de modo a enriquecer o conhecimento da população e dos poderes decisores. Seguidamente, foi fundamental perceber em que ponto Gestão da Informação se consegue inserir neste ‘mundo’ da análise e visualização de dados e que contributo consegue dar, contributo este que aparentemente não parece ter grande sentido, mas como vemos no relatório, torna-se numa grande mais-valia para a elaboração das interfaces de visualização com valor estratégico e informativo. Ao longo desta parte mais científica, foi feita uma exploração das várias ferramentas de análise e visualização de dados escolhidas para trabalhar, sendo estas Microsoft Power BI, Cluvio e Opendatasoft. Esta exploração foi feita com o recurso a visualização de vídeos na plataforma Youtube complementados com testes nas próprias plataformas.

Numa segunda fase foram escolhidos alguns indicadores de dados que seriam os dados a representar nas interfaces finais. Estes indicadores foram escolhidos com base no REOT e na ISO37120, sendo que só se tornaram possíveis de utilizar com a confirmação por parte do Dr. Pedro Pimenta de que teríamos acesso a esses dados nas Bases de Dados da CMM. Esta fase foi completada com a importação destes dados para as plataformas. (Maia, 2017)

Os passos seguintes foram os mais práticos, apostando então na criação das várias Interfaces e *Dashboards* de visualização de dados maioritariamente no Microsoft

Power BI³, sendo completado com algumas experiências no Cluvio⁴ e Opendatasoft⁵, apostando na diversificação do acesso e recuperação dos dados por API's, diretamente da Base de dados, por tipos GEOJson e por ficheiros criados manualmente, como Excel.

O objetivo final foi então disponibilizar interfaces de visualização de dados na Web abertamente para toda a população que queira adquirir mais conhecimento sobre os diversos temas e para os decisores políticos da CMM para que possam planear o futuro do Concelho com bases factuais e reais,

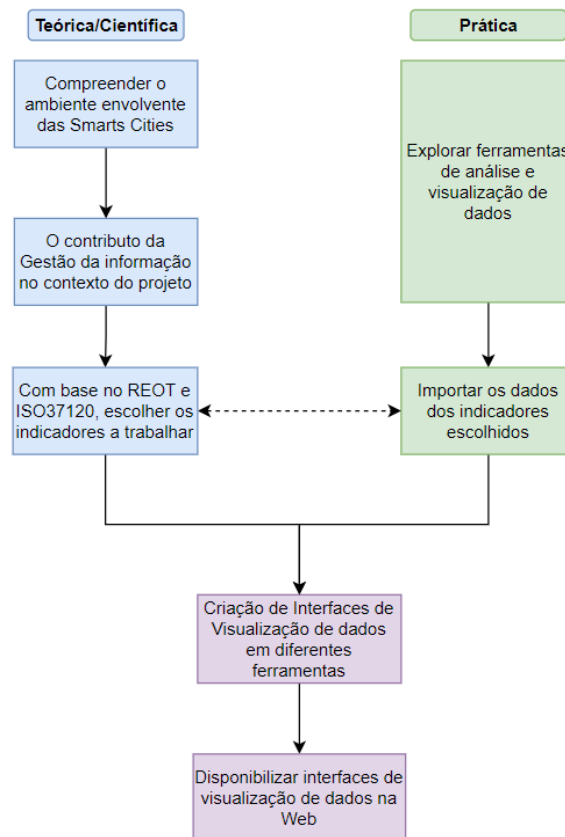


Figura 1 Árvore de objetivos

3.2 Metodologia

Este projeto foi dividido em 3 fases distintas de realização ao longo de todo o tempo de estágio. Cada fase por sua vez teve várias atividades e tarefas atribuídas, sendo diferenciadas consoante os objetivos pretendidos. As fases 2 e 3 foram consideradas ciclos de trabalho.

A primeira fase foi uma fase mais livre, em que houve uma exploração do tema e do contexto em que o projeto iria ser desenvolvido. Foi nesta fase que o REOT e a ISO 37120 tiveram um papel fundamental para que fosse possível entender os

³ <https://powerbi.microsoft.com/pt-pt/>

⁴ <https://app.cluvio.com/dashboards>

⁵ <https://www.opendatasoft.com/>

indicadores de dados em contexto de *Smart Cities*, retirando desde logo quaisquer dúvidas que pudessem surgir. De seguida, foi feito um planeamento autónomo das atividades e das *milestones* de entrega de cada parte do trabalho.

Como referido anteriormente, as fases 2 e 3 foram consideradas ciclos de trabalho com um objetivo definido para entrega no *deadline* de cada ciclo. O primeiro ciclo teve como objetivo introduzir os primeiros indicadores escolhidos em interfaces e dashboards, explorando várias ferramentas de análise e visualização de dados, tais como o Microsoft Power BI, o Cluvio e o Opendatasoft. Este ciclo ficou concluído então com a entrega dos primeiros *dashboards*. De seguida, o segundo ciclo teve como objetivo a melhoria das primeiras dashboards e interfaces, preparando-os para a disponibilização ao público na web e em 'tempo real'. Para isso, especificou-se o trabalho na ferramenta da Microsoft, o Power BI.

Ao nível de acompanhamento e da aprendizagem, estes foram constantes, uma vez que foram superados desafios diários de contacto com plataformas e ferramentas que eram novidade, e isso obrigou a um esforço maior, autodidata, mas também sempre apoiado pela instituição acolhedora no nome do Dr. Pedro Pimenta. Foi então mantida uma comunicação diária com o supervisor da Câmara Municipal da Maia. O projeto decorreu em regime exclusivamente de teletrabalho, devido às circunstâncias pandémicas em que o Mundo se viu inserido nos últimos meses e, por isso, a comunicação com o supervisor e orientador de estágio foi feita maioritariamente pelo Gmail, Outlook e pelos documentos do tipo Google Docs online, que nos deram a possibilidade de acompanhamento em 'tempo real' de tudo o que ia sendo feito e consequente esclarecimento de dúvidas em modo chat.

A realização do relatório foi sendo feita ao longo de todo o projeto, decisão tomada em conjunto com o supervisor e orientador de estágio no início do projeto.

Por fim, foi realizado um manual de utilização e de apoio ao utilizador das várias ferramentas abordadas, com os vários passos especificados, sendo disponibilizado como um entregável apêndice em conjunto com o relatório.

3.3 Plano de Trabalho

O plano de trabalho que se segue apresenta as atividades e subsequentes tarefas realizadas ao longo do projeto. Estas tarefas estão organizadas pela definição inicial de *milestones* e entregáveis, tendo desde logo as datas de início e fim bem especificadas. As fases e os 2 ciclos de trabalho também são bem notados na distribuição de atividades. Por fim, com este planeamento é possível notar também quantos dias cada tarefa durou e quais as dependências, objetivos e entregáveis de cada uma. O relatório, como podemos ver, foi realizado então ao longo de todo o projeto, assim como o acompanhamento e monitorização do trabalho.

Atividade	Tarefas	Duração (horas)	Início	Fim	Dependências	Resultados
A0 - Introdução e Planeamento do Projeto	0.1 - Apresentação e esclarecimento de dúvidas relativas ao projeto	1	21/04/2021	21/04/2021		Definição das primeiras tarefas a realizar e objetivos para o projeto
	0.2 - Análise e organização de documentação fornecida	1	23/04/2021	23/04/2021	0.1	Pastas no OneDrive Organizadas
	0.3 - Estudo da Documentação de contexto	3	26/04/2021	26/04/2021	0.2	Documento de introdução com algumas especificações da ISO 3712
	0.4 - Análise e descoberta de ferramentas de BI	4	27/04/2021	27/04/2021	0.2; 0.3	
	0.5 - Elaboração da folha de presenças em Ficheiro Excel	1	27/04/2021	27/04/2021		Folha de presenças em Excel
	0.6 - Primeiro esboço do relatório	1	27/04/2021	27/04/2021		
	0.7 - Planeamento do Projeto	7	28/04/2021	29/04/2021		Planeamento do projeto em Excel
A1 - Contextualização do Projeto	1.1 - Análise e Contextualização Científica	3	30/04/2021	30/04/2021		Análise e contextualização de Open Data, Smart City, IoT e a sua im
	1.2 - Análise da CMM e do projeto Smart City	2	30/04/2021	30/04/2021	1.1	O contexto do projeto Smart City e open data na cidade da Maia
A2 - Realização do Projeto	2.1 - Escolha dos indicadores a trabalhar	2	30/04/2021	30/04/2021	0.3	Conjunto de indicadores a trabalhar ao longo do projeto
	2.2 - Validação da escolha dos indicadores	1	03/05/2021	03/05/2021	2.1	Conjunto de indicadores a trabalhar ao longo do projeto
	2.3 - Extração dos dados dos indicadores escolhidos	21	04/05/2021	06/05/2021	2.1; 2.2	Conjunto de dados já tratados e disponíveis em tabelas Excel por ex
	2.4 - Integração dos dados no Power BI	7	07/05/2021	07/05/2021	2.3	Conjunto de dados já disponíveis no software de BI
	2.5 - Desenvolvimento de interfaces a disponibilizar	35	10/05/2021	14/05/2021	2.4	Interfaces dos conjuntos de dados
	2.6 - Validação das interfaces	1	17/05/2021	17/05/2021	2.5	
	2.7 - Disponibilização das interfaces na WEB	1	17/05/2021	17/05/2021		
	2.8 - Apresentação das interfaces	1	18/05/2021	18/05/2021	2.7	Interfaces prontas e funcionais
	2.9 - Escolha dos segundos indicadores a trabalhar	2	18/05/2021	18/05/2021	0.3	Conjunto de indicadores a trabalhar ao longo do projeto
	2.10 - Validação da escolha dos indicadores	1	19/05/2021	19/05/2021	2.9	Conjunto de indicadores a trabalhar ao longo do projeto
A3 - Acompanhamento do Projeto	2.11 - Extração dos dados dos indicadores escolhidos	21	20/05/2021	24/05/2021	2.9; 2.10	Conjunto de dados já tratados e disponíveis em tabelas Excel por ex
	2.12 - Integração dos dados no Power BI	7	25/05/2021	25/05/2021	2.11	Conjunto de dados já disponíveis no software de BI
	2.13 - Desenvolvimento de interfaces a disponibilizar	35	26/05/2021	01/06/2021	2.12	Interfaces dos conjuntos de dados
	2.14 - Validação das interfaces	1	02/06/2021	02/06/2021	2.13	
	2.15 - Disponibilização das interfaces na WEB	1	02/06/2021	02/06/2021		
	2.16 - Apresentação das interfaces	1	03/06/2021	03/06/2021	2.15	Interfaces prontas e funcionais
	3.1 - Reuniões de acompanhamento com orientador da FEUP	Realizadas ao longo de todo o projeto				
	3.2 - Reuniões de acompanhamento com supervisor da CMM					
	4.1 Escrita do relatório de forma contínua ao longo do Projeto	84	27/04/2021	10/06/2021		Relatório final de Projeto
	4.2 Aprovação do relatório pelo supervisor da CMM		11/06/2021		4.1	
A4 - Relatório	4.3 Apresentação e defesa do relatório				4.1; 4.2	

Tabela 1 Planeamento do Trabalho

4 Interfaces de visualização

No que toca à concretização efetiva do projeto, segue-se uma descrição mais específica de cada atividade e das suas tarefas até que sejam apresentados os resultados obtidos das mesmas. Na descrição das atividades realizadas, serão apresentados todos os passos realizados desde a fase inicial de cada tarefa até ao seu término. Depois, na apresentação e avaliação de resultados serão apresentados os *dashboards* e interfaces de visualização resultantes do trabalho, juntamente com a referência ao Manual de Utilização das ferramentas que foram utilizadas que vai ser disponibilizado à Câmara Municipal da Maia para futuras utilizações.

4.1 Atividades realizadas

A realização do projeto foi dividida em 3 fases, como referido no ponto 3.2 deste relatório. Esta divisão resulta então, e de uma forma mais detalhada, na especificação de 5 atividades que por sua vez se subdividem em tarefas e, é sobre esta especificação que nos vamos debruçar agora, detalhando cada atividade.

4.1.1 Introdução e Planeamento do Projeto

A primeira atividade e que serviu de base para todo o projeto iniciou-se com a reunião de apresentação do projeto, realizada pelo Dr. Pedro Pimenta, na qual foi introduzido o panorama da Câmara Municipal da Maia neste contexto de Smart City, com a apresentação de 2 projetos que estão a ser desenvolvidos: o projeto BaZe e o projeto SPARCS. Foi também nesta primeira reunião que foi dado o acesso a toda a documentação digital necessária à realização do projeto, tal como a ISO 37120, o REOT, alguns artigos sobre diversos conteúdos e temas integrados em contexto Smart City.

Com os objetivos já bem definidos, o passo seguinte foi o de organizar e estudar a documentação fornecida, solidificando assim a parte teórica do relatório de projeto e, por consequência, começar então a planear todo o trabalho a realizar já com os objetivos delineados e com deadlines definidas. Foi neste ponto que surgiu o entregável 'Plano de Trabalho' que já foi abordado no ponto 3.3 deste relatório.

O objetivo final deste projeto é a elaboração e disponibilização de Interfaces de Visualização de Dados em Contexto Smart City e, por isso, surgiu a necessidade de aprofundar conhecimentos sobre várias ferramentas de análise e representação de dados, sendo as escolhidas, o Microsoft Power Bi, o Cluvio e o OpenDataSoft. Cada ferramenta apresenta uma interface de utilização bastante diferente e com

funcionalidades também elas bastante diversas como iremos analisar mais adiante no relatório.

4.1.2 Contextualização do Projeto

A parte da contextualização do projeto foi das mais importantes para a construção de uma base teórico-científica sólida de apoio à realização do relatório. Como este tema das Smart Cities e sustentabilidade das mesmas é algo relativamente recente, surgiu a necessidade de aprofundar conhecimentos sobre vários conceitos como por exemplo a tecnologia disponível para Smart Cities, dados abertos e IoT entendendo quais os impactos reais dos mesmos na sustentabilidade de uma cidade e no aumento da qualidade de vida dos seus habitantes.

De seguida, tornou-se fundamental enquadrar o Gestor da Informação neste contexto, percebendo as vantagens estratégicas e funcionais que este traria ao mundo da análise e visualização de dados para apoiar as decisões de vários níveis, desde os mais quotidianos até aos decisores políticos. Foi neste momento que a ponte entre os conhecimentos adquiridos na Licenciatura em Ciência da Informação e o contexto real de trabalho do projeto foi feita.

Por fim, foi realizada uma análise organizacional do Município Maiato e consequente análise de todos os projetos já iniciados em contexto Smart City, percebendo em que ponto a CMM estaria e que valor este projeto poderia acrescentar a tudo o que já tem sido feito nos últimos anos.

4.1.3 Realização do Projeto

Passando agora para a atividade central da realização prática do projeto, que teve a maior duração e, por decisão conjunta com o orientador e supervisor, foi dividida então nos 2 ciclos de trabalho já referidos acima no ponto 3.3 deste relatório, para facilitar a organização e apresentação de resultados concretos.

No primeiro ciclo, a ação inicial foi a escolha de alguns indicadores de dados a trabalhar. Esta escolha foi feita com base na norma ISO 37120 e no REOT, ambos disponibilizados pela CMM. Foram selecionados inicialmente 3 conjuntos de indicadores:

- Transportes,
- Ambiente e alterações climáticas e
- Água.

Estes conjuntos de indicadores foram documentados e apresentados ao Dr. Pedro Pimenta para validação, numa reunião marcada para esse propósito. Após esta reunião e, consoante a disponibilidade de dados atualizados da Câmara, ficou decidido que o trabalho iria incidir sobre os 3 conjuntos de indicadores previamente selecionados, mas focando indicadores específicos em cada conjunto:

- No conjunto Água foi escolhido o 'core indicator' água consumida per-capita;
- No conjunto Monitorização da Qualidade do ar foram escolhidos 3 'core indicator', concentração de pequenas partículas (PM 2.5) no ar, concentração de partículas (PM10) no ar e gases de efeito estufa;
- No conjunto Transportes foi escolhido o 'supporting indicator' quilómetros de ciclovias por 100 000 habitantes.
- Posteriormente foi adicionado mais um conjunto de dados de temperatura captados em diversos pontos de recolha de dados espalhados pelo concelho da Maia.

De notar que os dados sobre as ciclovias e a água são dados históricos e fixos, ou seja, são uma representação 'viva' de dados 'mortos' em páginas do REOT e de outros documentos da câmara. Por outro lado, os dados do conjunto Monitorização da Qualidade do ar e Temperatura, são captados em 'tempo real' e automaticamente atualizados na base de dados a que os *dashboards* correspondentes estão ligados, como veremos à frente, a atualização dos *dashboards* é feita de 30 em 30 minutos. As ferramentas utilizadas neste ciclo foram o Power BI e o Cluvio, cumprindo com o objetivo da diversidade de origens de dados, tais como ficheiros csv e excel, utilizados no Power BI, ligações a Bases de Dados online com recurso a queries em SQL, no Cluvio e a ligações 'em tempo real' como utilizado no Power BI e por fim, formatos específicos como KML, utilizado na especificação das localizações das ciclovias no Power BI. No final do primeiro Ciclo, as interfaces foram disponibilizadas ao supervisor da câmara da Maia e ao orientador da faculdade para algum *feedback*.

No segundo ciclo, o primeiro objetivo foi melhorar as interfaces produzidas no primeiro, preparando-as para serem disponibilizadas à própria Câmara Municipal da Maia e mais tarde ao público em geral.

O objetivo seguinte foi aprender a extrair dados de uma fonte diferente, desta vez de uma API em formato JSON e/ou GeoJSON. Para isso, foi utilizada uma ferramenta que funciona na base de interfaces de API's, chamada de OpenDataSoft. A utilização desta ferramenta e dos seus recursos exigiu um maior esforço de aprendizagem, uma vez que as linguagens de programação não estão nas nossas bases curriculares em CI, no entanto, o objetivo foi cumprido e a criação de interfaces de dados através de API 's foi concluída.

A realização do projeto ficou então concluída com a aprovação das interfaces finais e com a disponibilização à Entidade Acolhedora, a Câmara Municipal da Maia. Os resultados vão ser analisados e comentados ao longo do ponto 4.2 deste relatório.

4.1.4 Acompanhamento do Projeto e Relatório

O Acompanhamento do Projeto foi realizado ao longo de todo o tempo de realização do mesmo, sendo um acompanhamento maioritariamente virtual, uma vez que este projeto foi realizado em regime de teletrabalho. Tanto o professor Ricardo Baptista como o Dr. Pedro Pimenta foram incansáveis neste processo, sendo que quem esteve diariamente comigo foi o Dr. Pedro, como representante do projeto e da Câmara Municipal da Maia.

Ao todo, foram realizadas 10 reuniões de esclarecimento de dúvidas e acompanhamento, que foram devidamente documentadas no Documento 'Folha de Presenças'. Com o professor Ricardo Baptista foram 2 reuniões, com o Dr. Pedro Pimenta 7 reuniões e uma reunião em conjunto com os 2 orientadores.

Reuniões de acompanhamento		
Orientador	Data	Observações
Dr Pedro Pimenta	21/4/2021	Introdução e apresentação ao âmbito e objetivos do projeto
Prof. Ricardo Baptista	28/4/2021	Enquadramento/estratégia a abordar no projeto
Dr Pedro Pimenta	29/4/2021	Esclarecimento de dúvidas e indicações para o planeamento do projeto
Dr Pedro Pimenta	03/05/2021	Tarefa 2.2
Dr Pedro Pimenta	07/05/2021	Reunião de acompanhamento
Prof. Ricardo Baptista	12/05/2021	Reunião de acompanhamento
Dr Pedro Pimenta	20/05/2021	Reunião de acompanhamento
Dr Pedro Pimenta	25/05/2021	Reunião de acompanhamento
Prof. Ricardo Baptista e Dr Pedro Pimenta	02/06/2021	Reunião de acompanhamento
Dr Pedro Pimenta	04/06/2021	Reunião de acompanhamento

Tabela 2 Calendário de Reuniões de Acompanhamento

O Relatório por sua vez foi realizado também continuamente ao longo de todo o tempo do projeto, sendo elaborado com base nas diretivas transmitidas pelas Faculdade de Letras, cumprindo os requisitos exigidos tanto pela Faculdade como pela Entidade Acolhedora.

Por fim, a pedido da CMM, foi elaborado um Manual de Utilização das diferentes ferramentas, que será disponibilizado como um anexo externo.

4.2 Resultados Obtidos

Neste ponto do relatório vamos analisar e avaliar os resultados obtidos e comparar com os objetivos pré-estabelecidos.

O objetivo principal deste projeto foi tentar demonstrar à Câmara Municipal da Maia a importância que a análise, visualização e interpretação de dados pode ter nas variadas tomadas de decisão e eu, como Gestor da Informação com bases curriculares da Licenciatura em Ciência da Informação da Universidade do Porto, procurei escolher os *dashboards* que, no meu entender dão uma maior possibilidade de apoio à decisão através de uma comparação simplificada e visual de vários indicadores fundamentais na sustentabilidade das cidades, fornecendo informação rica em conhecimento e não apenas dados meramente representados.

Começando então por uma visão mais geral dos resultados obtidos, podemos considerá-los satisfatórios e dentro daquilo que foram os objetivos principais considerados. No entanto, houve momentos em que as dificuldades externas ao projeto se sobrepuseram, desde a falta de acesso a dados atualizados nos repositórios da Câmara Municipal da Maia, passando pela falta de disponibilização de dados pelas entidades reguladoras nacionais e finalmente pela dificuldade em utilizar as ferramentas de representação de dados com as funcionalidades plenas, uma vez que a maior parte tem que ser adquirida como conta *premium* para que seja totalmente moldável.

Todas estas dificuldades permitiram entender o ponto em que estamos a nível nacional nas questões dos dados abertos e da representação de dados nos serviços e entidades públicas. É um caminho longo que tem que ser feito, com a necessidade primordial de facilitar a disponibilização de dados ao público geral, para que finalmente estes dados possam ser utilizados com o seu verdadeiro valor estratégico e decisivo, tanto para decisores de alto posto como para cidadãos que apenas queiram ser mais informados e responsáveis no seu quotidiano.

4.2.1 As ferramentas utilizadas

No que toca às ferramentas utilizadas, como já referido anteriormente, foram utilizadas três ferramentas distintas, o Microsoft Power BI, o Cluvio e o OpenDataSoft.

O Power BI tem a característica de ser uma ferramenta bastante intuitiva, uma vez que não exige conhecimentos de nenhuma linguagem de dados, como o SQL, tem uma interface de utilização bastante visual e baseada em 'drag and drop' que nos permite uma maior modelação das interfaces desejadas e, permite recolher dados provenientes de múltiplas fontes e em diversos formatos como JSON, Bases de dados, CSV e Excel. Foi nesta ferramenta que investi mais do meu trabalho ao longo do projeto, exatamente por me dar uma maior margem de modelação dos dados e consequentes

interfaces. A publicação final na web também é feita com uma funcionalidade de publicação presente no Power BI online. O ponto mais negativo desta ferramenta é que a maior parte destas funcionalidades exige uma conta institucional *premium*.

O Cluvio, por sua vez, é uma ferramenta totalmente online, que nos permite fazer uma conexão direta a uma determinada base de dados e extrair dados de lá através da formulação de *queries* em SQL. Torna-se por isso um pouco mais limitada de edição, ainda que existam várias opções de formatação das representações escolhidas, e por isso pouco prática para os objetivos deste projeto. Porém, foram criados alguns *dashboards* nesta ferramenta também, de maneira a aprimorar as interrogações em SQL, complementando a aprendizagem curricular da LCI.

Por último, foi utilizado o OpenDataSoft, que é uma ferramenta um pouco mais 'técnica', ou seja, permite-nos a interação com os dados através de API 's maioritariamente com linguagens JSON ou GeoJSON. Foi a ferramenta que menos utilizei, mas permitiu acrescentar valor ao meu conhecimento técnico, uma vez que fez com que tivesse que entender a realidade das API 's, que são provavelmente, a fonte de dados mais utilizada neste momento na realidade do mercado de trabalho. De notar que a CMM nos deu a possibilidade de ter um período experimental de todas as funcionalidades *premium* desta plataforma.

Na Tabela 3, podemos observar a comparação das diferentes ferramentas relacionadas com as fontes/origens de dados que cada uma nos permite aceder:

	Plataformas / ferramentas:		
Dados / Origens:	PowerBI	Cluvio	OpenDataSoft
ficheiros csv / excel	•	•	•
formatos específicos: KML	•	•	•
ligação a BD online*) / (local)	•	•	•
JSON*)	•	•	•
GeoJSON*)	•	•	•

Tabela 3 Plataformas e Origens de Dados

4.2.2 O Consumo de água no Concelho da Maia

Os primeiros *dashboards* foram referentes ao indicador 'Água', cujos dados constam tanto no REOT como na Base de Dados disponibilizada.

O objetivo foi dar 'vida' aos dados estatísticos que estavam estáticos na documentação municipal e, com isto, facilitar o estudo ou mera curiosidade da evolução do consumo de água total e per-capita da população da Maia dos anos 2010 até 2016.

Este primeiro conjunto de dados tornou-se de certa forma limitado de trabalhar, uma vez que não há grande uniformidade e regularidade na própria recolha dos mesmos, como podemos observar nos valores do ano 2011, que são nulos, e do ano 2014, em que existe uma quebra abrupta nos valores, como podemos ver na Tabela 4.

Ano	Consumo Água (m3)
2010	8.057.034
2011	n.d
2012	6.665.047
2013	6.664.902
2014	3.380.000
2015	6.679.664
2016	7.000.000

n.d. – Valor não disponível

Volume Consumo de Água

Tabela 4 Consumo de água na Maia

Este problema influencia o próprio conhecimento que se pode extrair da análise dos dados. Por outro lado, foi impossível fazer algum tipo de comparação destes valores da Maia com outro concelho de Portugal devido à falta de acesso a dados tanto no INE, na Pordata e até mesmo na Entidade Reguladora dos Serviços das Águas e Resíduos a qual foi contactada e não dirigiu qualquer resposta.

Foram então produzidas duas interfaces de visualização, uma no Cluvio Figura 2 e a outra no Power BI Figura 3. Ambas as interfaces tiveram a finalidade de demonstrar a evolução dos valores de consumo de água total e per-capita ao longo dos anos disponíveis.

Resumindo, estas interfaces de visualização tornaram-se apenas na representação 'viva' dos dados históricos do REOT da CMM escassez de dados que poderiam dar azo a outras representações.

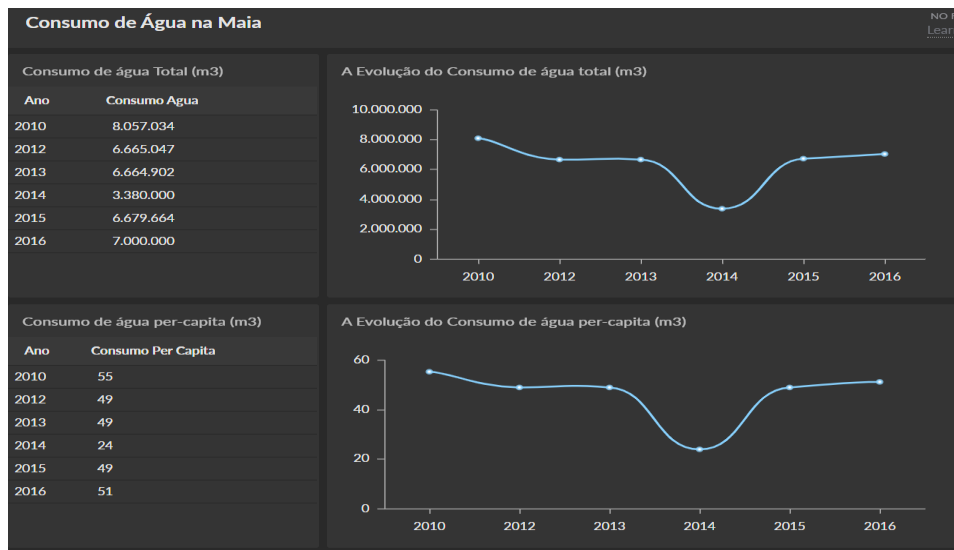


Figura 2 Consumo de Água na Maia - Cluvio

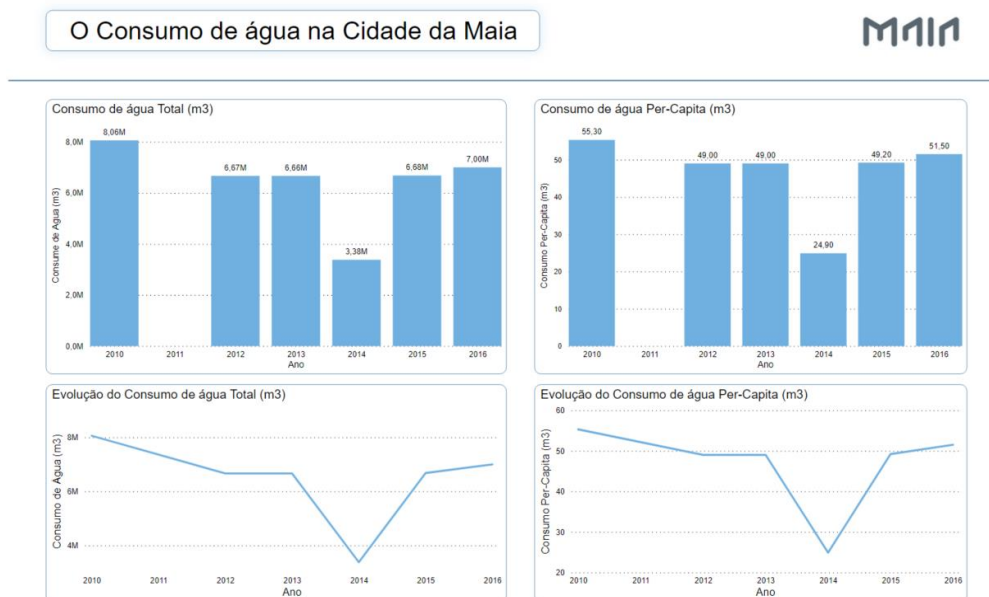


Figura 3 Consumo de água na Maia - Power BI

4.2.3 Ciclovias no Concelho da Maia

A interface de visualização das Ciclovias existentes no Concelho da Maia foi elaborada no Power BI. Os dados utilizados foram referentes à evolução do número de km' s de ciclovias tanto urbanas como de lazer no período de 2008 a 2019 que se encontram disponíveis no REOT e na Base de Dados disponibilizada. Para fazer o

upload dos dados para o Power BI, foi criada uma ligação à Base de Dados e assim foi criada uma tabela somente com os valores referentes a este indicador. Posteriormente foi adicionada a localização geográfica de cada ciclovias e, para isso, fez-se o download de um ficheiro KML extraído de uma página do Google Maps referente ao projeto SPARCS, sendo depois adicionado à ferramenta Power BI e transformado num mapa como vamos poder conferir a seguir.

Este *dashboard* torna-se valioso em 2 prismas. Primeiramente para que a Câmara possa avaliar a necessidade de construir ou não mais ciclovias consoante a evolução que se tem visto nos últimos anos e, por outro lado, para que os cidadãos tenham um acesso simplificado à informação da evolução e da localização de cada ciclovias.

Um dos pontos negativos desta interface é a não existência de meta-informação para identificar cada ciclovias, sendo estas definidas por números: 'Ciclovias 1', 'Ciclovias 2', etc. Este pequeno lapso pode comprometer a utilização da interface, uma vez que se torna complicado identificar cada ciclovias. Outro ponto negativo é a aparente falta de dados do ano 2016 a 2019 nas Ciclovias de Lazer, que compromete a interpretação e representação da evolução da quilometragem das mesmas.

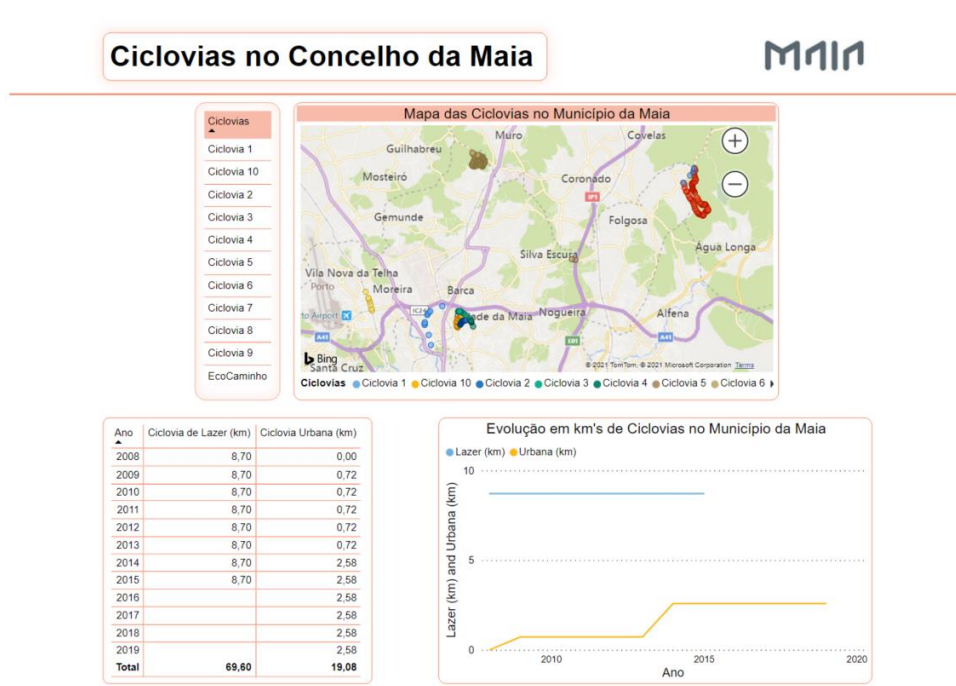


Figura 4 Ciclovias na Maia - Power BI

4.2.4 A Temperatura na Maia

Este *dashboard* foi idealizado com objetivos em 2 perspetivas: perspetiva informativa de temperatura ao longo do/dos dias e perspetiva de estudo das variações de temperatura em 24 horas. Para isso, foram feitos 5 relatórios na mesma interface, com a informação do local onde a temperatura foi captada, os dias em que foi captado, uma tabela com todos os valores captados, um mapa para localizar geograficamente os pontos de captação e um gráfico de linhas que nos mostra então a variação da temperatura nas últimas 24 horas de um determinado local Figura 6.

A fonte de dados utilizada para a criação deste *dashboard* foi a Base de Dados disponibilizada pela Câmara e em que os dados de temperatura são atualizados em ‘tempo real’, consoante as medições nos diferentes locais. Esta ligação ‘in real time’ foi conseguida pela funcionalidade do Power BI ‘DirectQuery’ que permite que os dados que estão a ser visualizados na interface estejam alojados na própria Base de Dados, ou seja, não é necessária uma importação para a ferramenta Figura 5.

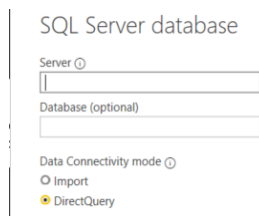


Figura 5 Direct Query

Isto permite que de 30 em 30 minutos os dados sejam atualizados na ferramenta e automaticamente recuperados sempre os dados mais recentes.

O ponto negativo de utilizar esta funcionalidade é que se acontecer algum ‘bug’ à Base de Dados, os dados da interface ficam automaticamente desatualizados, como aconteceu algumas vezes durante a realização do projeto.

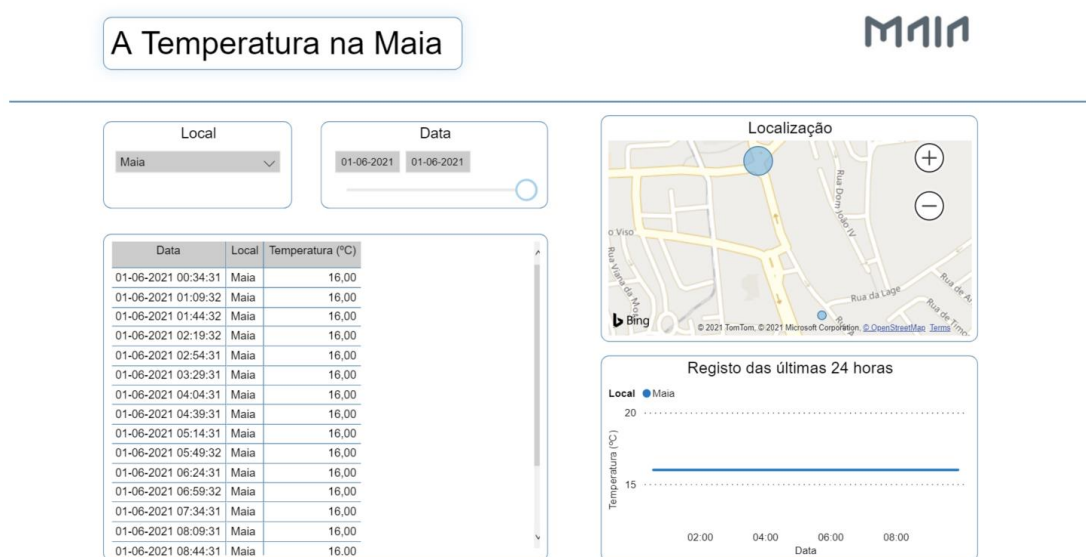


Figura 6 Temperatura na Maia - Power BI

4.2.5 Poluentes na Maia

Por fim, esta última representação de dados é referente à Monitorização da qualidade do ar e Poluentes no Concelho da Maia. Os dados são recolhidos em alguns pontos espalhados pela Maia, assim como os dados de temperatura, e são registados na Base de Dados que está conectada ao Power BI por 'DirectQuery' para facilitar a rápida atualização dos dados na interface.

Para este *dashboard* foram escolhidos os valores de NO₂, O₃ e partículas PM_{2.5} e PM₁₀ no ar, valores estes representados numa tabela em que se registam todos os valores captados num determinado intervalo de tempo e local, sendo representados em gráficos de linhas, que nos permitem uma melhor visualização das variações dos níveis ao longo do tempo. Para completar o conhecimento a extrair, foram criadas 2 tabelas com valores e classificações Standard dos níveis tanto de NO₂ e O₃ como de partículas, para que, ao analisar os valores se possa concluir se as médias estão nos patamares bons ou maus dos níveis standards Figura 7.

Concluindo, podemos considerar esta interface de grande valor para que se possam retirar conclusões dos níveis de poluição na Maia, comparando os valores ao longo de um dia em grandes centros urbanos como a Rotunda da Estrada Nacional e valores captados à mesma hora, mas em locais mais rurais como São Frutuoso (Ambiente, 2018).

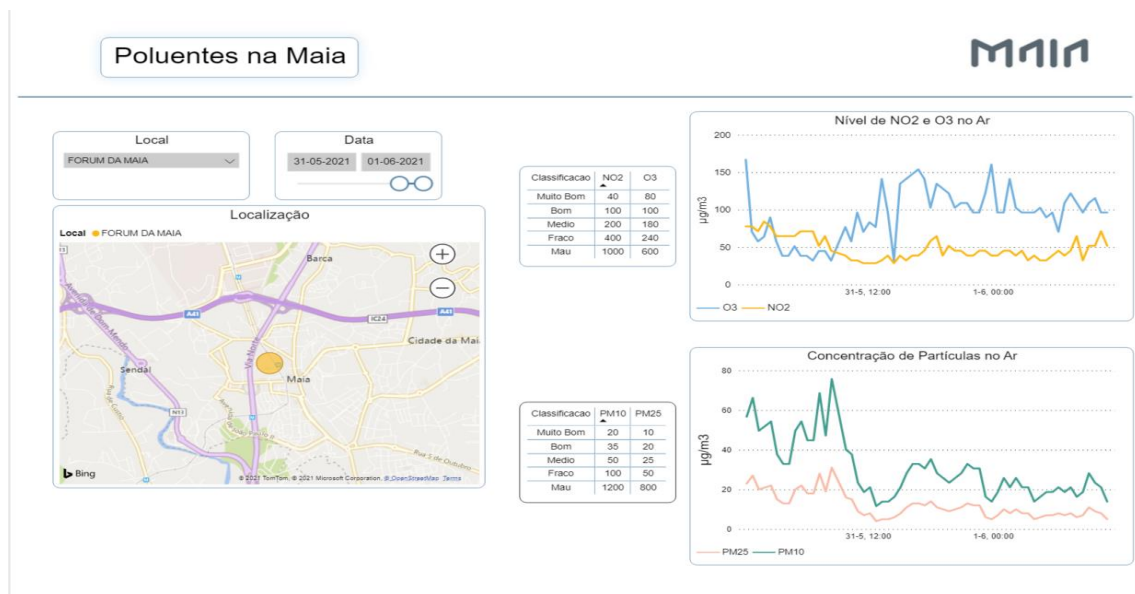


Figura 7 Poluentes na Maia

5 Conclusões e reflexão crítica

De toda a realização do trabalho ao longo do projeto é possível retirar conclusões e analisar os resultados obtidos na sua globalidade e ainda refletir sobre as lições aprendidas e de que maneira o projeto deixou a marca na Entidade Acolhedora para um trabalho futuro.

5.1 Resumo dos resultados obtidos

No final do projeto, é possível afirmar que foram produzidas quatro interfaces de visualização de dados em formato de *dashboard* que se encontram totalmente operacionais e preparadas para serem partilhadas tanto internamente como para fora da instituição Câmara Municipal da Maia através de uma página web.

Os resultados obtidos foram, de uma maneira geral, positivos e corresponderam às perspetivas iniciais que se propuseram. No entanto, como vimos nas descrições de cada interface no ponto 4.2 deste relatório, houve aspetos que não correram tão bem e influenciaram de forma direta o melhor resultados das interfaces, falamos das falhas nos dados e no acesso aos mesmos.

Em suma, como já referido ao longo do relatório, o papel de um Gestor da Informação neste tipo de trabalho relacionado com a análise e representação de dados torna-se fundamental na procura de dar valor estratégico e funcional às representações, ou seja, não ser apenas dar ‘vida’ a dados que estejam estáticos em bases de dados e documentos municipais, como o REOT, mas encontrar uma forma de essas representações virem apoiar dois tipos de decisão, ao nível do poder político municipal e ao nível mais simples de um cidadão e, este valor foi atingido, com as 4 representações a terem o seu valor estratégico e funcional bem patente e com o fácil acesso que só as ferramentas de *business intelligence* conseguem dar.

5.2 Lições aprendidas

Ao longo do projeto, foram surgindo algumas dúvidas e dificuldades que se tornaram em grandes lições de aprendizagem. Aprendi que é sempre mais valioso fazermos um bom planeamento inicial, definirmos *milestones* e entregáveis, definir também uma metodologia que seja uma simbiose entre a teoria e a prática, porque se o fizermos, a realização do trabalho vai ser muito mais orientada para os verdadeiros objetivos a que nos propomos atingir e não vamos desviar o nosso foco para outras situações menos importantes. Aprendi também que o conceito de *opendata* em Portugal ainda está muito pouco presente nas instituições públicas e isso condiciona e muito o

acesso a dados importantes para qualquer analista ou gestor de informação/dados que pretenda simplesmente trabalhar e tentar trazer valor à sua organização.

Passando à componente técnica e competências adquiridas, posso concluir que melhorei bastante o meu conhecimento de SQL e ainda acrescentei uma base de conhecimento de ficheiros JSON e GeoJSON, uma vez que fui obrigado a pesquisar mais sobre estas linguagens de programação para que os dados fossem bem recuperados. Concluo também que desenvolvi as minhas competências técnicas nas ferramentas utilizadas, o Power BI, o Cluvio e o OpenDataSoft, sendo a primeira a que mais utilizei e que mais recursos me forneceu.

5.3 Trabalho futuro

O trabalho que realizei na CMM serviu para de certa forma abrir os horizontes e demonstrar que é possível sim dar ‘vida’ e valor aos dados, estando eles em documentos estáticos ou em bases de dados atualizadas em ‘tempo real’.

Sugiro por isso ao Município da Maia que dê, a esta área, a possibilidade de crescer, apostando na aquisição de ferramentas de análise e visualização de dados e apostando na formação de pessoal competente à utilização das mesmas, para que a evolução seja contínua e este trabalho possa ser apenas o ponto de partida para um trabalho vindouro de grande sucesso no apoio às decisões municipais.

6 Referências Bibliográficas

- Ambiente, P. d. E. d. (2018). Poluição Atmosférica por Dióxido de Azoto NO₂. Retrieved from <https://rea.apambiente.pt/content/polui%C3%A7%C3%A3o-atmosf%C3%A9rica-por-di%C3%B3xido-de-azoto>
- APDC. (2017). ISO 37120. Retrieved from <https://www.apdc.pt/noticias/breves-do-sector/iso-37120-cria--cultura-de-dados--nas-cidades/>
- EMC, D. (2017). Smart Cities and Communities. *GDT Smart City Solutions on Intel®-based Dell EMC infrastructure*.
- Garrido-Marijuan, A. (2017). The making of a smart city: best practices across Europe. *EMPOWERING SMART SOLUTIONS FOR BETTER CITIES*. Retrieved from www.smartcities-infosystem.eu
- ISO. (2018). Sustainable cities and communities — Indicators for city services and quality of life. In (pp. 136). Switzerland: International Organization for Standardization.
- Maia, C. M. d. (2017). *REOT*. Câmara Municipal da Maia Retrieved from <https://nd.nl.tab.digital/s/pTAJoGQyQEn6bnE>
- Pimenta, P. (2021). Plataformas, dados e interoperabilidade - BaZe para uma SmartCity. Retrieved from https://docs.google.com/presentation/d/1_Ikx0fc9L2KFjMFuVCSO19yJhB5bdFI nhSMP4J3ji0U/edit
- Portugal, C. N. d. C. d. (2018). A Internet das Coisas (IoT). Retrieved from <https://www.cncs.gov.pt/a-internet-das-coisas-iot-internet-of-things/>