

Diogo da Silva Fontes

# Utilização da Informação Geográfica Voluntária, sensores físicos e dados oficiais no apoio às tomadas de decisão da Proteção Civil - Desenvolvimento de um protótipo na *web* integrando várias fontes de Informação Geográfica Voluntária

Dissertação de Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica, área de especialização em Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica, orientada pela Professora Doutora Cidália Fonte e pelo Professor Doutor Alberto Cardoso e apresentada ao Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

09/2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Diogo da Silva Fontes

# Utilização da Informação Geográfica Voluntária, sensores físicos e dados oficiais no apoio às tomadas de decisão da Proteção Civil - Desenvolvimento de um protótipo na *web* integrando várias fontes de Informação Geográfica Voluntária

Dissertação de Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica, área de especialização em Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica, orientada pela Professora Doutora Cidália Fonte e pelo Professor Doutor Alberto Cardoso e apresentada ao Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

09/2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

## Agradecimentos

---

A toda a minha família e sobretudo à minha Mãe, por ter proporcionado todo o meu percurso académico e por sempre apoiar as decisões que fui tomando ao longo do mesmo.

À Bárbara, minha namorada, por se ter arriscado em mudar para Coimbra por minha causa e, com todas as dificuldades passadas, nunca deixou de me apoiar, de me motivar, de acreditar em mim e de me proporcionar uma vida feliz ao lado dela.

À Professora Cidália Fonte e ao Professor Alberto Cardoso por me terem apoiado incansavelmente durante a realização desta dissertação e pelo incentivo em escrever as publicações apresentadas em conferências, e também ao Joaquim Patriarca por me ter apontado na direção correta em relação à programação e por toda a ajuda dada.

Aos meus amigos e colegas que também sempre contribuíram de forma direta ou indireta para o meu bem-estar e para a minha motivação ao longo deste percurso.

A todos o meu Muito Obrigado por fazerem de mim a pessoa que sou hoje!

Nº do aluno: 2015219165

Nome: Diogo da Silva Fontes

Título da dissertação:

Utilização da Informação Geográfica Voluntária, sensores físicos e dados oficiais no apoio às tomadas de decisão da Proteção Civil -Desenvolvimento de um protótipo na web integrando várias fontes de Informação Geográfica Voluntária

Palavras-Chave:

- Informação Geográfica Voluntária
- Proteção Civil
- Gestão de desastres
- Redes Sociais
- Sistemas de Informação Geográfica
- Sensores físicos

## Resumo

---

Para ser usada como uma das principais fontes de informação geográfica em diferentes áreas, como em risco e resposta de emergência, a Informação Geográfica Voluntária (IGV) precisa de ser validada em conformidade. Neste trabalho, um protótipo de uma plataforma foi desenvolvido para fornecer esse tipo de informação de várias fontes com o objetivo de auxiliar autoridades de Proteção Civil em situações de resposta a emergências.

O seu desenvolvimento começou identificando e estudando possíveis fontes de IGV a serem utilizadas tendo em consideração os requisitos para este tipo de aplicação. Para serem utilizadas como fontes de informação, estas precisavam de fornecer pelo menos:

- Dados de localização: explícitos (coordenadas) ou implícitos (por exemplo, texto com referência a, por exemplo, um nome de uma cidade, uma região ou uma rua);
- Dados sobre eventos ou dados contextuais: podem ser fotografias, texto (tags, nomes de fotografias, etc.) ou indicação de características relevantes, como locais onde muitas pessoas provavelmente podem ser encontradas (por exemplo, restaurantes ou bares) ou população de risco (escolas ou hospitais), locais com materiais inflamáveis (por exemplo, postos de gasolina), etc.

O segundo estágio foi a criação da sua arquitetura geral e o seu desenvolvimento. Com isto foi necessário compreender as metodologias de contato com as APIs das fontes de informação a utilizar, bem como os métodos e processos que se iriam desenvolver para uma visualização adequada da informação.

Com o protótipo desenvolvido, a fase de testes do mesmo revelou algumas fragilidades no que toca principalmente à validação da IGV e à falta de informação. Por outro lado, proporcionou uma perceção do potencial que esta plataforma tem, e que, em trabalho futuro, com o desenvolvimento de diversos processos e recursos adicionais, poderá tornar-se numa ferramenta útil de apoio às tomadas de decisões por parte das entidades de Proteção Civil.

## Abstract

---

In order to be used as a major source of geographic information in different areas, such as risk and emergency response, Volunteered Geographic Information (VGI) needs to be validated accordingly. In this work, a prototype of a platform was developed to provide this kind of information from various sources in order to assist civil protection authorities in emergency response situations.

Its development began by identifying and studying possible sources of IGV to be used taking into account the requirements for this type of application. To be used as sources of information, they needed to provide at least:

- Location data: explicit (coordinates) or implicit (for example, text referring to, for example, a name of a city, a region or a street);
- Data about the events or contextual data: photographs, text (tags, photo names, etc.) or indication of relevant characteristics such as places where many people are likely to be found (eg restaurants or bars) or at-risk population (schools or hospitals), places with flammable materials (eg gas stations), etc.

The second stage was the creation of its general architecture and its development. With this, it was necessary to understand the methodologies of contact with the APIs of the sources of information to be used, as well as the methods and processes that would be developed for an adequate visualization of the information.

With the prototype developed, the test phase revealed some weaknesses in what concerns mainly the validation of the VGI and the lack of information. On the other hand, it provided a perception of the potential that this platform has, and , in future work, with the development of several additional processes and resources, it could become a useful tool to support decision making by the civil protection entities.

# Índice Geral

---

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice Geral.....	v
Lista de acrónimos e abreviaturas.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Identificação e contextualização do problema.....	1
1.2. Objetivo do trabalho.....	4
1.3. Abordagem.....	5
1.4. Trabalhos publicados.....	6
2. Informação Geográfica Voluntária.....	7
2.1. Conceito, Potencialidades e Limitações.....	7
2.2. Fontes de IGV a considerar.....	11
2.2.1. Facebook.....	14
2.2.2. Twitter.....	17
2.2.3. Instagram.....	21
2.2.4. Flickr.....	22
2.2.5. YouTube.....	24
2.2.6. OpenStreetMap.....	26
2.2.7. Dados sensoriais.....	28
3. Aplicação da IGV para o apoio a operações de socorro e mitigação.....	29
3.1. Trabalhos de investigação, projetos e aplicações existentes.....	29

3.2. Plataforma a desenvolver .....	34
4. Desenvolvimento da plataforma .....	37
4.1. Arquitetura da plataforma.....	37
4.2. Organização e visualização dos dados.....	39
4.3. Protótipo.....	40
4.3.1. Ferramentas de programação utilizadas .....	41
4.3.2. Estrutura, organização e descrição do código fonte.....	43
4.3.3. Modo de utilização do protótipo.....	53
5. Resultados e Discussão .....	60
5.1. Incêndio da Grenfell Tower em Londres.....	60
5.2. Incêndio florestal de Pedrogão Grande em Portugal .....	67
5.3. Inundações em Calgary, Alberta no Canadá .....	72
5.4. Considerações finais relativas ao protótipo.....	78
6. Conclusões e trabalho futuro .....	80
Bibliografia .....	83
Anexos .....	88
Anexo A: Poster “A platform to integrate crowdsourced, physical sensor and official geographic information to assist authorities in emergency response”.....	89
Anexo B: Artigo “Integration of VGI and sensor data in a Web GIS-based platform to support emergency response”.....	93
Anexo C: Demonstração “A web GIS-based platform to assist authorities in emergency response using VGI and sensor data”. .....	99
Anexo D: Tabelas das tags OSM escolhidas como relevantes para a Proteção Civil. ....	102

## Lista de acrónimos e abreviaturas

---

AGORA - *A Geospatial Open Collaborative Approach for Building Resilience against Disasters and Extreme Events*

AGORA-IFM – *Information Fusion and Management*

AGORA-VOS – *Volunteered Observation Service*

AJAX - *Asynchronous Javascript and XML*

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil

API – *Application Programming Interface*

ASCII - *American Standard Code for Information Interchange*

CADIS – Comandante operacional de Agrupamento Distrital

CCOD – Centros de Coordenação Operacional Distrital

CCON – Centro de Coordenação Operacional Nacional

CDOS – Comando Distrital de Operações de Socorro

CDPC – Comissão Distrital de Proteção Civil

CMPC – Comissão Municipal de Proteção Civil

CNOS – Comando Nacional de Operações de Socorro

CNPC – Comissão Nacional de Proteção Civil

COM – Comandante Operacional Municipal

CSS – *Cascading Style Sheets*

DRY – Não se repita, do inglês *Don't Repeat Yourself*

EFFIS – *European Forest Fire Information System*

ESRI - *Environmental Systems Research Institute*

EXIF – *Exchangeable Image File format*

GPS – Sistema de posicionamento global, do inglês *Global Positioning System*

HTML – *HyperText Markup Language*

IG – Informação Geográfica

IGV – Informação Geográfica Voluntária

INEM – Instituto Nacional de Emergência Médica

JSON – *JavaScript Object Notation*

MTV – *Model-Template-View*

MVC – *Model-View-Controller*

ORM – Mapeamento Objeto-Relacional, do inglês *Object-Relational Mapping*

OSM – *OpenStreetMap*

PC – Proteção Civil

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SMPC – Serviços Municipais de Proteção Civil

SMS – Serviço de mensagens curtas, do inglês *Short Message Service*

SQL – *Structured Query Language*

URL – *Uniform Resource Locator*

VGI – *Volunteered Geographic Information*

WSGI – *Web Server Gateway Interface*

## Índice de Figuras

---

Figura 1 – Coordenação política das ações de PC (adaptado do Plano Nacional de Emergência de PC).....	3
Figura 2 – Estrutura política de PC (adaptado do Plano Municipal de Emergência de Coimbra). .....	3
Figura 3 – Estrutura operacional de PC (adaptado do Plano Municipal de Emergência de Coimbra).....	4
Figura 4 - Exemplo de pesquisa utilizando o Graph API Explorer do Facebook.....	15
Figura 5 – Exemplo de resultado utilizando a Graph API Explorer do Facebook, não tendo este localização associada.....	16
Figura 6 – Exemplo de resultados utilizando a Graph API Explorer do Facebook, tendo estes localização associada.....	17
Figura 7 – Número de utilizadores mensais ativos do Twitter em alguns países. ....	18
Figura 8 – Exemplo de pesquisa utilizando a API Console do Twitter com a query “#bombeiros”. ....	20
Figura 9 – Exemplo de resultado em formato JSON obtido através de uma pesquisa na API gráfica do Flickr.....	23
Figura 10 – Exemplo de resultado em formato JSON obtido através de uma pesquisa na API gráfica do YouTube.....	25
Figura 11 – Diagrama da arquitetura da plataforma (Adaptado de Estima e Painho, 2016). ....	39
Figura 12 – Página web inicial do protótipo desenvolvido.....	53
Figura 13 – Exemplo de pesquisa de cidades no ícone criado para o efeito.....	53
Figura 14 – Exemplo de criação de um marcador de localização.....	54
Figura 15 – Exemplo de utilização dos dados do sensor de precipitação. ....	55
Figura 16 – Exemplo de pesquisa no OSM utilizando o formulário. ....	55
Figura 17 – Formulário de pesquisa para exemplificar o modo de utilização.....	57
Figura 18 – Visualização do resultado da pesquisa exemplificativa.....	58
Figura 19 – Detalhes de alguns dados da pesquisa exemplificativa.....	59
Figura 20 – Formulário de pesquisa para o incêndio na Grenfell Tower em Londres.....	61
Figura 21 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio na Grenfell Tower em Londres.....	62

Figura 22 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio na Grenfell Tower em Londres com identificação das publicações do Flickr. ....	63
Figura 23 – Fotografias das publicações 1 a 5 dadas como resultado do incêndio em Londres. ....	63
Figura 24 – Fotografias das publicações 6 a 10 dadas como resultado do incêndio em Londres. ....	64
Figura 25 – Linha de tempo das fotografias escolhidas para análise do incêndio em Londres.	64
Figura 26 – Informação detalhada da imagem número 10 dos resultados do incêndio da Grenfell Tower em Londres. ....	66
Figura 27 – Formulário de pesquisa para o incêndio de Pedrogão Grande em Portugal. ....	68
Figura 28 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio de Pedrogão Grande em Portugal. ....	69
Figura 29 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio de Pedrogão Grande em Portugal com identificação das publicações do Flickr. ....	69
Figura 30 – Fotografias das publicações 1 a 5 dadas como resultado do incêndio em Pedrogão Grande. ....	70
Figura 31 – Fotografias das publicações 6 a 10 dadas como resultado do incêndio em Pedrogão Grande. ....	70
Figura 32 – Linha de tempo das fotografias escolhidas para análise do incêndio em Pedrogão Grande. ....	71
Figura 33 – Identificação das localizações mais afetadas da inundação de Calgary em 2013 ( <a href="https://renx.ca/downtown-calgary-shut-down-by-flood-state-of-emergency-declared/">https://renx.ca/downtown-calgary-shut-down-by-flood-state-of-emergency-declared/</a> ). ....	73
Figura 34 – Formulário de pesquisa para as inundações de Calgary em 2013. ....	73
Figura 35 – Resultado da pesquisa de dados para as inundações de Calgary em 2013. ....	74
Figura 36 – Resultado da pesquisa de dados para as inundações de Calgary com identificação das publicações do Flickr. ....	75
Figura 37 – Fotografias das publicações 1 a 5 dadas como resultado da inundação em Calgary. ....	75
Figura 38 – Imagens das publicações 6 a 10 dadas como resultado da inundação em Calgary.	76
Figura 39 – Linha de tempo das fotografias escolhidas para análise da inundação em Calgary. ....	76
Figura 40 – Descrição de uma publicação do Flickr com a palavra “flood”. ....	77

## I. Introdução

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular Dissertação em Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica do Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica.

Agregando aos conhecimentos de SIG e de *Python* adquiridos ao longo do Mestrado a autoaprendizagem de outras linguagens de programação, *frameworks* e conceitos, foi possível realizar este trabalho com o objetivo de aliar as Tecnologias de Informação Geográfica às ferramentas disponíveis por parte das entidades que intervêm no auxílio a eventos de emergência.

### I.1. Identificação e contextualização do problema

Com o crescimento exponencial das novas tecnologias nas últimas décadas, os diferentes ramos científicos foram sofrendo alterações, especialmente ao nível das ferramentas de trabalho. A Informação Geográfica (IG) não foi exceção tendo sido, com a criação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a posterior expansão da *Web* 2.0, alterados diversos métodos de criação, manipulação, processamento e recolha de informação geográfica. Esta informação passou a ser, na sua maioria, informação geográfica digital em que os SIG representam a grande ferramenta de manipulação e análise desta informação.

Se, por um lado, evoluiu a forma como se manipula e analisa a informação geográfica, por outro lado, também evoluiu a forma como se obtém este tipo de informação. Uma nova forma de criação de informação geográfica começava a surgir e, em 2007, Goodchild designou-a de Informação Geográfica Voluntária (IGV). É sobre este tipo de informação que recai este trabalho e, conseqüentemente, sobre uma das aplicações que poderá contribuir para a melhoria da segurança dos cidadãos: a utilização de IGV para apoiar as operações da Proteção Civil (PC), neste caso em Portugal.

Em qualquer evento extremo, como por exemplo inundações, incêndios, sismos, etc., que possa colocar em risco a população, é necessário o planeamento das ações de socorro e mitigação. Uma das mais importantes informações acerca de uma catástrofe ou acidente é a sua

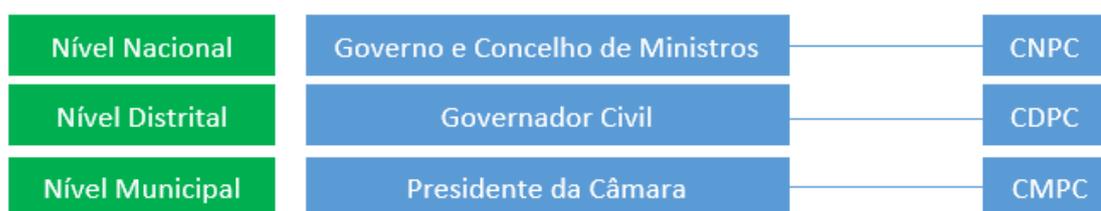
localização exata, bem como as condições do meio que rodeiam a área envolvente, sobretudo, os riscos associados a zonas ou infraestruturas que possam aglomerar um número considerável de cidadãos. Ainda em eventos desta natureza, é essencial perceber o estado de evolução do mesmo, bem como os eventos secundários derivados que podem ocorrer. Por exemplo, numa situação de ocorrência de cheia provocada por precipitação intensa, se esta tiver lugar numa zona florestal de altos declives, é possível que possam ocorrer deslizamentos de terras. Desta forma, é necessário ter em conta e prever que outros acontecimentos podem derivar do inicial. Da mesma forma, além da informação sobre zonas de possível aglomeração de cidadãos, é importante ter em conta se as características do evento em causa e a sua localização poderão afetar áreas ou edifícios onde está presente população de risco, como é o caso de hospitais, lares, escolas, etc.

Este tipo de informação, nomeadamente informação geográfica, é utilizada pelas equipas que prestam serviços de apoio nestes acontecimentos, de modo a determinar a melhor abordagem à situação. Em Portugal, a PC é um o organismo que presta esse tipo de serviço e que, segundo o seu site oficial (<http://www.prociv.pt/AutoridadeNacional/Pages/AANPC.aspx>): “Tem por missão planear, coordenar e executar a política de proteção civil, designadamente na prevenção e reação a acidentes graves e catástrofes, de proteção e socorro de populações e de superintendência da atividade dos bombeiros, bem como assegurar o planeamento e coordenação das necessidades nacionais na área do planeamento civil de emergência com vista a fazer face a situações de crise ou de guerra.” De uma forma resumida, pode-se dizer que existem dois tipos de estrutura relacionadas com a PC: a estrutura política e a estrutura operacional.

A primeira é coordenada de acordo com o que está indicado na Figura 1, ou seja, a Comissão Nacional de Proteção Civil (CNPC) é o órgão de coordenação que assiste o Primeiro-Ministro e o Governo, as Comissões Distritais de Proteção Civil (CDPC) que atuam ao nível distrital, as Comissões Municipais de Proteção Civil (CMPC) que atuam da mesma forma que as anteriores mas a nível municipal, as Subcomissões que podem ser criadas pelas três indicadas anteriormente com o objetivo de acompanhar matérias específicas e as Unidades Locais criadas pelas CMPC, que correspondem aos territórios das freguesias e serão presididas pelo presidente da junta de freguesia. Em resumo, a estrutura política de PC está representada na Figura 2.

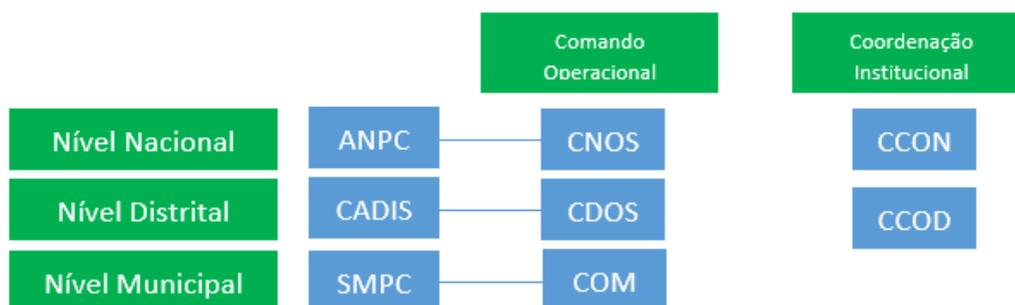


**Figura 1 – Coordenação política das ações de PC (adaptado do Plano Nacional de Emergência de PC).**



**Figura 2 – Estrutura política de PC (adaptado do Plano Municipal de Emergência de Coimbra).**

Relativamente à estrutura operacional de PC que está representada na Figura 3, esta é coordenada, a nível nacional, pela Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), é comandada pelo Comando Nacional de Operações de Socorro (CNOS) e tem como coordenação institucional o Centro de Coordenação Operacional Nacional (CCON). Já a nível distrital, esta estrutura é coordenada pelos Agrupamentos Distritais de Operações de Socorro, dirigidos pelos comandantes operacionais de agrupamento distrital (CADIS), sendo estas apoiadas por um Comando Distrital de Operações de Socorro (CDOS) e coordenadas institucionalmente pelos Centros de Coordenação Operacional Distrital (CCOD). Por fim, a nível municipal, os Serviços Municipais de Proteção Civil (SMPC) são responsáveis pelo seguimento das atividades de proteção civil ao nível municipal e apoiados pelo Comandante Operacional Municipal (COM).



**Figura 3 – Estrutura operacional de PC (adaptado do Plano Municipal de Emergência de Coimbra).**

Os agentes de proteção civil incluem os corpos de bombeiros, as forças de segurança, as Forças Armadas, os órgãos de Autoridade Marítima Nacional, a Autoridade Nacional de Aviação Civil, o INEM e outras entidades públicas prestadoras de cuidados de saúde, sapadores florestais e ainda a Cruz Vermelha que, em cooperação com os agentes anteriores, exerce funções de proteção civil nos domínios da intervenção, apoio, socorro e assistência sanitária e social.

É importante, então que a PC tenha ao seu dispor toda e qualquer informação geográfica adicional e atualizada que potencialmente permita apoiar a intervenção nos diversos acontecimentos.

## 1.2. Objetivo do trabalho

Com o problema contextualizado, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de uma plataforma *web* que permita a pesquisa de informação em várias fontes de IGV, identificá-la e visualizá-la georreferenciada num mapa. Este teve como ponto de partida um dos objetivos do projeto *ExtremeCGI*, o qual pretende desenvolver uma plataforma *web* que forneça informação geográfica voluntária, integrada com informação de sensores físicos e dados geográficos oficiais para apoiar as tomadas de decisão e operações da Proteção Civil em situações de emergência.

Este trabalho, além de se ter focado na componente teórica em torno da IGV e das fontes de informação a utilizar, irá concentrar-se no desenvolvimento do protótipo e nos testes do mesmo para alguns casos de estudo. Nesse são apenas consideradas algumas das possíveis fontes de informação a utilizar, bem como dados de sensores físico. De qualquer forma, com este protótipo, pretende-se identificar as potencialidades e limitações que a utilização deste tipo

de informação pode trazer de acordo com o objetivo apresentado. Com esta informação recolhida, o desenvolvimento do protótipo para uma plataforma final e pronta a ser utilizada pelas entidades de socorro, pode-se tornar mais facilitado na perspetiva de se entender que processos e ferramentas a aplicação necessita obrigatoriamente de possuir.

### 1.3. Abordagem

Com o objetivo definido e numa primeira fase, foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica em torno da IGV de modo a perceber o seu conceito através de trabalhos de investigação de vários autores. Da mesma forma, foi importante consolidar conhecimentos acerca das suas potencialidades e limitações, pois é essencial que se entendam as vantagens, mas também os problemas que advêm do uso deste tipo de informação (Capítulo 2, secção 2.1).

Apenas com estes conhecimentos foi possível escolher, analisar e avaliar, para o objetivo do trabalho, as fontes de IGV a utilizar. Assim, foram estudadas possíveis fontes de informação, na sua maioria redes sociais, de modo a perceber que metodologia será necessário utilizar para cada uma, de modo a extrair a informação que se pretende (Capítulo 2, secção 2.2).

Ainda antes do desenvolvimento do protótipo, procedeu-se a uma revisão bibliográfica de trabalhos de investigações, projetos e plataformas idênticas à que se quer criar, de modo a definir as diferenças e contribuições que a plataforma a desenvolver irá fornecer a esta área de estudo (Capítulo 3, secção 3.1). Com as diferenças em relação às existentes e os objetivos da plataforma bem definidos (Capítulo 3, secção 3.2), foi então possível criar a arquitetura geral da plataforma (Capítulo 4, secção 4.1) e começar a desenvolver o protótipo referido. Este foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Python*, bem como a *web framework Django*, que permite desenvolver aplicações *web* nesta linguagem (Capítulo 4, secção 4.3). Para teste e validação do protótipo, foram considerados alguns casos de estudo envolvendo pesquisas com resultados relacionados com situações de emergência e que podem mostrar o interesse da aplicação desenvolvida. Nestas pesquisas foram abordados eventos com diferentes características, de modo a perceber que tipo de informação resultaria destas. Com isto foram perceptíveis as vantagens da utilização de uma plataforma deste género, mas também quais os problemas inerentes à recolha deste tipo de informação para o objetivo em causa (Capítulo 5). Ainda com os resultados obtidos e durante as pesquisas realizadas, foi possível identificar que ferramentas e processos deverão ser desenvolvidos futuramente para um melhor funcionamento da plataforma e, conseqüentemente, obter melhores resultados.

#### 1.4. Trabalhos publicados

Como resultado desta Dissertação foram publicados alguns artigos apresentados em conferência que se encontram nos anexos A, B e C, respetivamente:

- Conferência AGILE 2017 em *Wageningen*, Holanda – Poster “*A platform to integrate crowdsourced, physical sensor and official geographic information to assist authorities in emergency response*”;
- Conferência Exp.at’17 (*The Experiment@ International Conference*) em Faro, Portugal – Artigo “*Integration of VGI and sensor data in a Web GIS-based platform to support emergency response*”;
- Conferência exp.at’17 (*The Experiment@ International Conference*) em Faro, Portugal – Demonstração “*A web GIS-based platform to assist authorities in emergency response using VGI and sensor data*”.

De referir que a demonstração apresentada em Faro na exp.at’17 obteve a distinção de melhor demonstração na área de Investigação, Indústria e Saúde.

## 2. Informação Geográfica Voluntária

Neste capítulo é apresentado um estudo bibliográfico sobre o conceito de Informação Geográfica Voluntária (IGV) e tipos de IGV disponíveis. É feita uma análise de vários projetos que recolhem e disponibilizam IGV, identificando que tipo de dados recolhem e como são disponibilizados para utilização. Foram ainda identificadas as suas potencialidades e limitações de modo a escolher as fontes de informação a utilizar no âmbito deste trabalho.

### 2.1. Conceito, Potencialidades e Limitações

Hoje em dia, os utilizadores podem produzir informação geográfica através de uma variedade de aplicações na Internet. Como resultado disto, é criado um "património digital global de conhecimento geográfico" com características diferentes da informação geográfica tradicional (Hardy *et al.*, 2012). Em 2007, Goodchild introduziu o termo Informação Geográfica Voluntária, ou em inglês *Volunteered Geographic Information* (VGI), considerando que todo o cidadão é capaz de obter informações geográficas sobre fenómenos sociais e ambientais e que a Internet fornece meios para que essa informação seja enviada e partilhada com outros utilizadores. Mais tarde, Ballatore e Bertolotto (2011) afirmam que o paradigma IGV reflete a transformação dos utilizadores de "passivos" consumidores de informação geoespacial para "contribuidores ativos". No entanto, Coleman *et al.* (2009) argumentam que o conceito de "conteúdo produzido pelo utilizador" não é novo, referindo-se, por exemplo, aos SIG de participação pública, onde os utilizadores podem fornecer dados e dar *feedback* aos responsáveis por tomar decisões e às comunidades envolvidas através de aplicações baseadas na *Web*. A novidade, afirmam estes, está em parte no aspeto comunitário da contribuição dos utilizadores, ou seja, a IGV é muitas vezes criada a partir do envolvimento colaborativo de grandes comunidades de utilizadores num projeto comum - por exemplo, *OpenStreetMap* (OSM) ou *Wikimapia* - onde os indivíduos podem produzir informações geográficas, por exemplo, a partir do seu próprio conhecimento local de uma realidade geográfica ou editar informações fornecidas por outros indivíduos. Por sua vez, Craglia *et al.* (2008) destacam que os cidadãos são considerados como sensores, uma vez que fornecem informação geográfica de maneira voluntária, por meio dos diversos recursos e serviços da *Web*.

Deste modo, entende-se por Informação Geográfica Voluntária toda a informação geográfica gerada voluntariamente sobre um determinado fenómeno, que pode ser de vários tipos, como fotografias e descrições, mapas vetoriais, informação sobre cobertura do solo,

dados ambientais, informações úteis sobre determinados percursos, entre outros. Para o desenvolvimento deste conceito, foi determinante a expansão da *Web 2.0*, a segunda geração da *World Wide Web*, isto é, a *web* como espaço de colaboração, meio de interação, comunicação global e partilha de informações (Costa *et al.*, 2009).

São, então, diversas as potencialidades inerentes à IGV, representando esta um novo e crescente recurso que pode responder a diversas necessidades. Segundo Miranda (2010), a sua capacidade de atualização, quase em tempo real, tem sido utilizada em ambientes de gestão de desastres e situações de emergência para divulgar as condições e situação no terreno. Além disso Mcdougall (2009) argumenta que a IGV tem sido valiosa quando as fontes oficiais de informação espacial não existem ou não estão acessíveis ao público. Uma grande aplicação da IGV é o apoio em situações de emergência de diversos tipos, que é também a aplicação de interesse neste trabalho.

Algumas catástrofes naturais, como tsunamis ou furacões, têm chamado a atenção para a importância da informação geográfica na gestão deste tipo de emergências e para os problemas que surgem no rescaldo do evento. Esta informação é relevante antes, durante e após situações de emergência (Vieira, 2011).

Nestas situações a IGV apresenta um potencial enorme, pois permite obter relatos, quase imediatos, de observadores distribuídos geograficamente. Além disso, a população humana na área afetada estará familiarizada com a zona, podendo ser uma valiosa fonte de informação (Vieira, 2011). De uma forma geral, segundo Fonte *et al.* (2015), as grandes potencialidades da IGV são:

- a obtenção de informação sobre aspetos que não estão indicados, normalmente, em mapas tradicionais;
- o facto desta informação não ter custos inerentes e poder ser mais atualizada;
- e, como referido anteriormente, esta informação poder ser disponibilizada por voluntários da região que conhecem melhor os locais.

Referindo um caso mais concreto de disponibilização de IGV, as redes sociais facilitam a partilha de informações através de conversas e interações (Yates & Paquette, 2011). Isso também oferece uma oportunidade alternativa para que, em caso de desastre, os primeiros socorros e as entidades de assistência, recolham informações sobre o desastre, as vítimas e as suas necessidades. Ngamassi *et al.* (2016) refere que, em algumas áreas de desastre, pode não ser

possível usar a rede terrestre de comunicação devido à danificação da infraestrutura e que, nessas situações, as redes sociais podem desempenhar um papel muito importante na comunicação e partilha de informações com as entidades envolvidas em operações de busca e salvamento.

Entre as vantagens associadas à IGV, alguns autores destacam o uso desta para enriquecer, atualizar ou completar conjuntos de dados geoespaciais existentes, em que estas vantagens são especialmente apresentadas no contexto em que os produtores tradicionais de dados geoespaciais - geralmente as instituições nacionais responsáveis pela cartografia - podem não ter capacidade para gerar conjuntos de dados com uma abrangente cobertura espacial e temporal e um nível de detalhe necessário (Bakillah *et al.*, 2013). Como resultado, Song e Sun (2015) indicam que houve um aumento no uso de IGV, destacando também que esta pode ser fornecida quase em tempo real, o que é necessário para apoiar a tomada de decisões em situações críticas, como a resposta a desastres e eventos de crise. Além disso, as aplicações de IGV permitem a recolha de informações específicas, com o conhecimento local, que geralmente não podem ser recolhidas usando os processos tradicionais de recolha de dados (Goodchild, 2007).

Consequentemente, alguns autores começam a reconhecer a necessidade de integrar a IGV nos conjuntos de dados existentes ao invés de considerá-lo como informação paralela (De Longueville *et al.*, 2010; Budhathoki *et al.*, 2008). No entanto, a integração deste tipo de informação em conjuntos de dados geoespaciais existentes ainda não é totalmente atingível, pois é dificultada por vários obstáculos.

Credibilidade, confiança e qualidade da IGV estão entre as principais questões levantadas (Bakillah *et al.*, 2013). Este tipo de informação pode ser confrontada com falta de credibilidade e confiança porque é produzida por não-especialistas podendo diferir das estruturas propostas por instituições e produtores oficiais de informação geográfica (Elwood, 2008). Por exemplo, enquanto se espera que os produtores de dados geoespaciais profissionais gerem dados com um certo nível de precisão e exatidão, os utilizadores de aplicações de IGV não são formalmente obrigados a fazê-lo e podem ter uma perceção incorreta ou incompleta do fenómeno geográfico que descrevem (Bakillah *et al.*, 2013). Outra preocupação relacionada com a qualidade da IGV é o facto de que o perfil e a motivação de quem a produz são frequentemente desconhecidos.

Conforme mencionado por De Longueville *et al.* (2010), os aspetos socioeconómicos, sociológicos e culturais que caracterizam os utilizadores podem ter um impacto na produção de IGV. Estar ciente das características relevantes destes produtores poderia ajudar a interpretar

corretamente a IGV e avaliar a sua qualidade e aptidão para o uso (V. Antoniou & Skopeliti, 2015).

Também relacionada com a questão da qualidade da IGV, os utilizadores deste tipo de informação ainda enfrentam uma série de obstáculos sobre como esta pode ser interpretada, armazenada, divulgada, pesquisada, partilhada e integrada com os dados existentes (Bakillah *et al.*, 2013). Em primeiro lugar, em muitas plataformas ou aplicações, não há formatos padrão para produzir e/ou recolher IGV, o que representa um sério obstáculo à interoperabilidade da IGV com os dados existentes. Esta pode ser produzida e armazenada usando a linguagem natural, ao invés de terminologias padronizadas e linguagens formais, normalmente utilizadas em sistemas de bases de dados geoespaciais existentes (Elwood, 2008). No entanto, algumas aplicações de IGV, como o OSM, recomendam que os voluntários documentem e partilhem com os outros os termos que utilizam para descrever as características geográficas, para posterior organização. No entanto, Scheider *et al.* (2011) indicam que é difícil chegar a um consenso quanto à terminologia a usar, enquanto Mooney e Corcoran (2011) afirmam que há uma falta de mecanismos para verificar a adesão à ontologia acordada.

Como resultado dessa falta de padronização e também devido à diversidade de perfis e histórico dos utilizadores, alguns autores argumentam que a heterogeneidade que afeta a IGV provavelmente é mais grave do que a heterogeneidade que afeta os dados geoespaciais tradicionais (Grossner & Glennon, 2007). Portanto, podemos esperar que a interoperabilidade entre diferentes conjuntos de dados de IGV possa ser difícil de estabelecer, uma vez que já é um desafio estabelecer interoperabilidade entre conjuntos de dados oficiais baseados em ontologias ou vocabulários padronizados (Bakillah *et al.*, 2013). Esta dificuldade afeta a capacidade de controlar, gerir e distribuir informações produzidas por aplicações de IGV, de modo a que possam ser totalmente exploradas e usadas em aplicações de suporte à decisão (De Longueville *et al.*, 2010).

Uma situação mais complicada seria um conflito entre as fontes de informação, especialmente uma contradição entre uma fonte oficial e uma fonte de IGV. Isto pode ocorrer pelo facto de informação de fontes oficiais demorar a ser validada depois de recebida, o que pode torná-la obsoleta quando um cidadão a lê (Li & Goodchild, 2010).

## 2.2. Fontes de IGV a considerar

Neste trabalho foram escolhidas, como fontes de IGV, várias plataformas que permitem uma variedade de tipos de dados, bem como uma variedade do perfil dos produtores desses dados (voluntários). Da mesma forma, foi necessário escolher fontes de informação que forneçam, pelo menos, o seguinte::

- Dados de localização: explícitos (coordenadas) ou implícitos (por exemplo, texto com referência a, por exemplo, um nome de uma cidade, uma região ou uma rua);
- Dados sobre eventos ou dados contextuais: podem ser fotografias, texto (*tags*, nomes de fotografias, etc.) ou indicação de características relevantes, como locais onde muitas pessoas provavelmente podem ser encontradas (por exemplo, restaurantes ou bares) ou população de risco (escolas ou hospitais), locais com materiais inflamáveis (por exemplo, postos de gasolina), etc.

Os tipos de dados escolhidos foram: fotografias ou imagens, texto, vídeos georreferenciados bem como dados vetoriais. Com isto, a escolha das plataformas a utilizar teve em conta a quantidade de utilizadores, ou seja, quais as mais populares, para que se possa ter a maior quantidade de dados possível. A Tabela 1 mostra quais as plataformas de IGV escolhidas para análise, qual o(s) tipo(s) de dados que estas fornecem, bem como o número de utilizadores mensais ativos.

Várias plataformas foram examinadas por Antoniou *et al.* (2016) para determinar os requisitos mínimos ou protocolos necessários para o *upload* de fotografias, bem como as informações que podem ser adicionadas opcionalmente. Adaptando esse estudo para o trabalho em causa, a Tabela 2 identifica os requisitos mínimos e as opções adicionais para os vários tipos de dados em cada plataforma indicada na Tabela 1, exceto o OSM que, por ter características bastante diferentes das outras plataformas, será descrito mais adiante. Esta análise foi realizada com o objetivo de comparar a informação disponível com o que será necessário utilizar na plataforma a desenvolver.

**Tabela 1 – Tipo de dados que cada plataforma suporta e o nº aproximado de utilizadores mensais ativos**

<b>Plataforma</b>	<b>Tipo de dados</b>	<b>Nº aproximado de utilizadores mensais ativos (em milhões)</b>
<i>Facebook</i>	texto*	1790 (novembro de 2016)
	fotografias*	
	vídeos	
<i>Twitter</i>	texto*	317 (outubro de 2016)
	fotografias	
	vídeos	
<i>Instagram</i>	fotografias*	500 (junho de 2016)
	vídeos	
<i>Flickr</i>	fotografias	122 (setembro de 2016)
<i>YouTube</i>	vídeos	1000 (março de 2016)
<i>OpenStreetMap</i>	dados vetoriais	3 (agosto de 2016)**

\* Tipo de dados mais frequente em plataformas com mais do que um tipo de dados

\*\* Número total de utilizadores registados

Fontes: <http://expandedramblings.com/index.php/resource-how-many-people-use-the-top-social-media/>

[http://wiki.OpenStreetMap.org/wiki/Stats#Accumulated\\_users\\_and\\_GPX\\_uploads](http://wiki.OpenStreetMap.org/wiki/Stats#Accumulated_users_and_GPX_uploads)

Como observado na Tabela 2, em nenhuma das plataformas a localização é um requisito mínimo para o *upload* das publicações. Com isto e como um dos principais objetivos da plataforma a desenvolver é representar num mapa a localização da informação, a quantidade de informação disponível com esse requisito será mais reduzida.

**Tabela 2 – Protocolos necessários para o *upload* dos vários tipos de dados voluntários nas diferentes plataformas**

<b>Tipo de dados</b>	<b>Plataforma</b>	<b>Protocolos</b>
Texto	<i>Facebook</i>	Mínimo: nenhum
		Opcional: identificar amigos; adicionar comentários; adicionar localização
	<i>Twitter</i>	Mínimo: nenhum
		Opcional: adicionar inquérito; identificar utilizadores; adicionar localização
Fotografias	<i>Facebook</i>	Mínimo: nenhum
		Opcional: identificar amigos; adicionar comentários; adicionar localização automática ou manual da fotografia; melhorar e aplicar filtros
	<i>Twitter</i>	Mínimo: Texto do <i>tweet</i> , que pode descrever a fotografia
		Opcional: identificar utilizadores; adicionar localização
	<i>Instagram</i>	Mínimo: nenhum, mas apenas pode ser feito o <i>upload</i> através de dispositivos móveis
		Opcional: identificar utilizadores; adicionar localização; escrever uma legenda; aplicar efeitos e/ou filtros
	<i>Flickr</i>	Mínimo: nenhum
		Opcional: Título; descrição; <i>tags</i> ; localização; associar a um grupo do <i>Flickr</i>
Vídeos	<i>Facebook</i>	Mínimo: nenhum
		Opcional: identificar amigos; adicionar comentários; adicionar localização
	<i>Twitter</i>	Mínimo: Texto do <i>tweet</i> , que pode descrever o vídeo
		Opcional: identificar utilizadores; adicionar localização;
	<i>Instagram</i>	Mínimo: nenhum, mas apenas pode ser feito o <i>upload</i> através de dispositivos móveis
		Opcional: identificar utilizadores; adicionar localização; escrever uma legenda; aplicar efeitos e/ou filtros; adicionar uma capa ao vídeo
	<i>YouTube</i>	Mínimo: nenhum, mas é adicionado automaticamente um título com a data de <i>upload</i>
		Opcional: adicionar título; adicionar descrição; aplicar filtros; adicionar uma música; adicionar localização do vídeo

De acordo com a página <http://www.json.org/json-pt.html>, JSON (*JavaScript Object Notation*) é um formato e troca de dados, que tanto é fácil de ler e escrever para os seres humanos como para as máquinas analisarem e produzirem resultados. Este é baseado num subconjunto da linguagem de programação *JavaScript*, Standard ECMA-262 3rd Edition - dezembro de 1999, mas é completamente independente da linguagem, utilizando convenções que são familiares aos programadores em linguagens da família *C*, incluindo *C*, *C++*, *C#*, *Java*, *JavaScript*, *Perl*, *Python* e muitos outros. Esta propriedade faz do JSON uma linguagem ideal de troca de dados (ECMA International, 2013). Este é construído por duas estruturas:

- Uma coleção de pares nome/valor, que em várias linguagens se identifica como um objeto, registo, estrutura, dicionário, lista com chave, entre outros;
- Uma lista ordenada de valores, que na maioria das linguagens se identifica como uma matriz, vetor, lista ou sequência.

De seguida serão apresentadas com mais detalhe as plataformas acima referidas, bem como a utilização destas através da sua *Application Programming Interface* (API), identificando também algumas limitações das mesmas para o objetivo em causa.

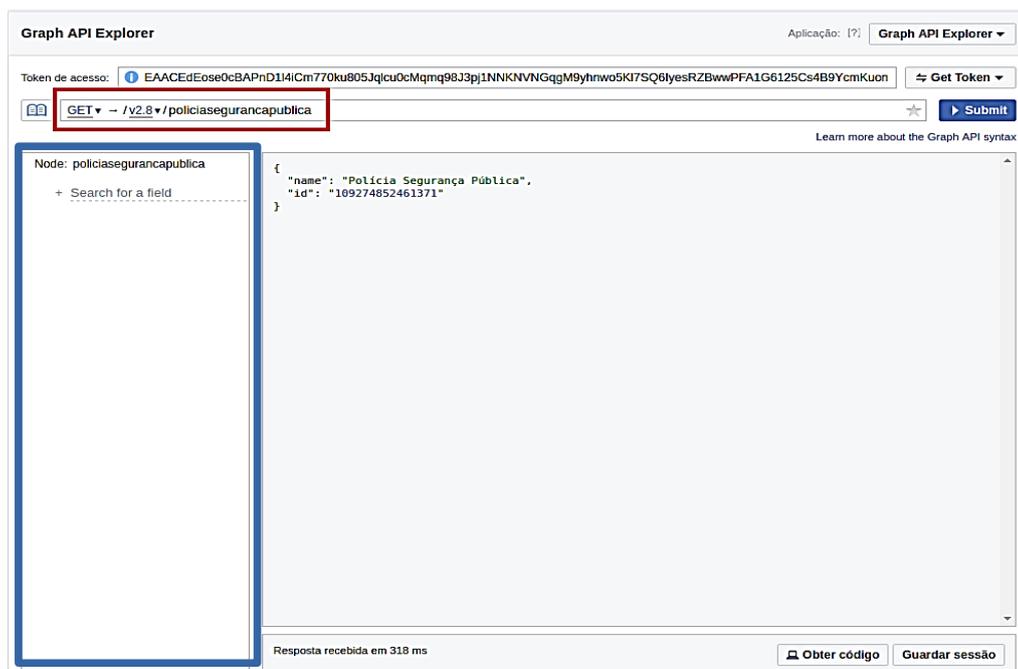
### 2.2.1. Facebook

Lançada a 4 de fevereiro de 2004, a rede social *Facebook* mostrou, em poucos anos, o potencial para ser uma das maiores redes sociais do mundo, já que em 2007 já tinha mais de 21 milhões de membros registados (Ellison *et al.*, 2007). Atualmente, isto está comprovado com os números anteriormente indicados na Tabela 1, onde mensalmente o número de utilizadores ativos quase chega a 1800 milhões (<https://www.dreamgrow.com/top-15-most-popular-social-networking-sites/>). A plataforma está completamente integrada nas práticas diárias dos seus utilizadores: um utilizador típico gasta cerca de 20 minutos por dia no site e dois terços dos utilizadores fazem login pelo menos uma vez por dia (Ellison *et al.*, 2007). Com estes factos, a utilização do *Facebook* como fonte de IGV torna-se inevitável devido à sua dimensão. Conforme indicado na Tabela 2, para além de texto, estão também disponíveis fotografias e vídeos, que podem ou não estar georreferenciados.

A API do *Facebook* fornece o conteúdo das publicações, localização, data e hora de criação e *links* das fotografias e vídeos em formato JSON. Para exemplificar o tipo de dados a que se pode aceder, foi utilizado o *Graph API Explorer* do *Facebook* que é uma ferramenta gráfica onde se podem fazer pesquisas utilizando a API desta plataforma. Esta API é composta por:

- *Nodes* – itens como um utilizador, uma fotografia, uma página, um comentário;
- *Edges* - as conexões entre esses itens, como as fotografias de uma página ou os comentários de uma foto;
- *Fields* - informações sobre esses itens, como o aniversário de uma pessoa ou o nome de uma página.

Como exemplo foi escolhida a página da Polícia de Segurança Pública. Primeiro é necessário identificar o *node*, através do identificador da página que está presente no seu *link*. Neste caso, o *link* desta página é “www.Facebook.com/policiasegurancapublica/” e o identificador da página “policiasegurancapublica”. Noutros casos, pode ser também uma sequência de números. Na Figura 4 está indicada a zona (a vermelho) onde é escrito o identificador da página.



**Figura 4 - Exemplo de pesquisa utilizando o *Graph API Explorer* do *Facebook***

De seguida, é necessário escolher quais os *Fields* que se pretende pesquisar sobre esse identificador de página (associado ao *node*). Essa escolha é facilmente feita na área delimitada a azul da Figura 1. As pesquisas incluem as publicações dessa página, bem como a informação que lhe está associada, como é o caso do texto da publicação em que esse *field* é designado por “*message*”, a data e hora de criação, designada por “*created\_time*”, o *link* de uma possível fotografia

associada à publicação, designado por “*full\_picture*”, e a localização (se existir) designada por “*place*”.

Nas Figuras 5 e 6 são identificados, na área delimitada a azul, os *Fields* mencionados e, logo à direita, a informação solicitada em formato JSON. A Figura 6 é semelhante à anterior, mas mostra diferentes publicações com e sem informação geográfica. Isto pode ser observado na Figura 6 com a presença de uma chave no ficheiro JSON com o nome “*location*”, a qual não está presente no ficheiro da Figura 5.

The screenshot shows the Graph API Explorer interface. On the left, a sidebar lists fields for the node 'policiasegurancapublica'. The selected fields are: name, posts, message, created\_time, full\_picture, and place. The main area displays the JSON response for the query: GET /v2.8/policiasegurancapublica?fields=name,posts(message,created\_time,full\_picture,place). The response includes the page name 'Polícia Segurança Pública' and a list of posts. The first post is a detailed message about a robbery on January 8th, 2017, with a full picture URL. The second post is a simple 'Bom dia do Aeroporto Humberto Delgado.' message. The interface also shows an access token, a 'Submit' button, and a response received in 478 ms.

Figura 5 – Exemplo de resultado utilizando a *Graph API Explorer* do *Facebook*, não tendo esta localização associada

Com o uso da API, através deste exemplo, pode concluir-se a grande limitação do seu uso: qualquer pesquisa realizada terá que ser feita sobre uma determinada página do *Facebook*, ou seja, é necessário, primeiro que tudo, escolher a página onde vai ser feita a pesquisa e, posteriormente, o que se quer extrair da mesma. Após extrair a informação dessa página, podem-se, então, correr alguns algoritmos de análise de texto, de modo a possibilitar pesquisas por palavras-chave. Sendo esta situação uma grande limitação do funcionamento desta API,

para a concretização do objetivo deste trabalho, teria que se escolher, previamente, algumas páginas do *Facebook* para se fazer as pesquisas.

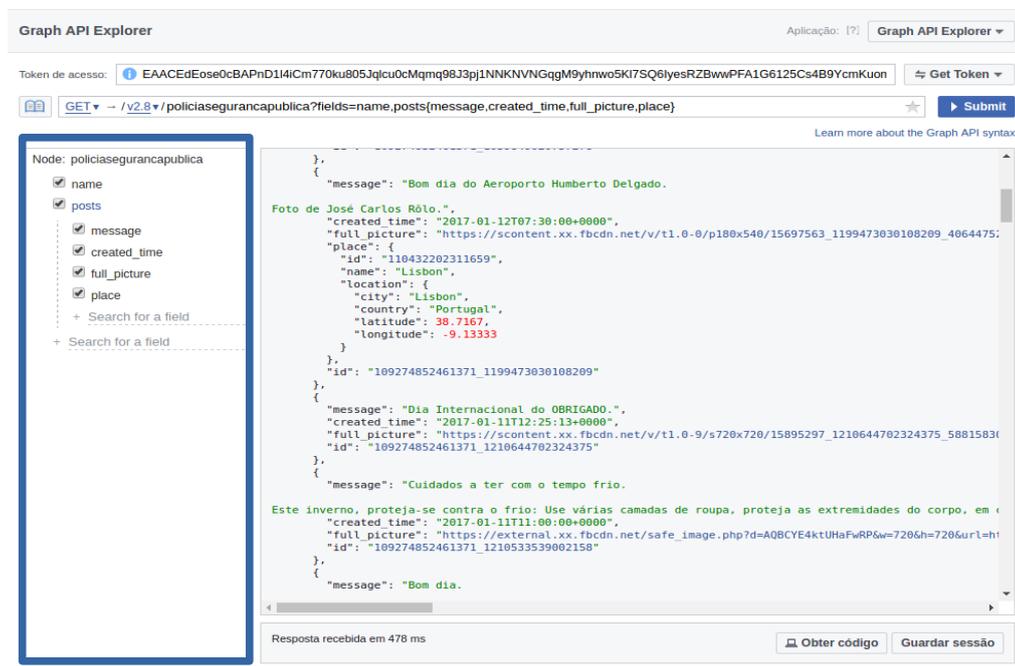
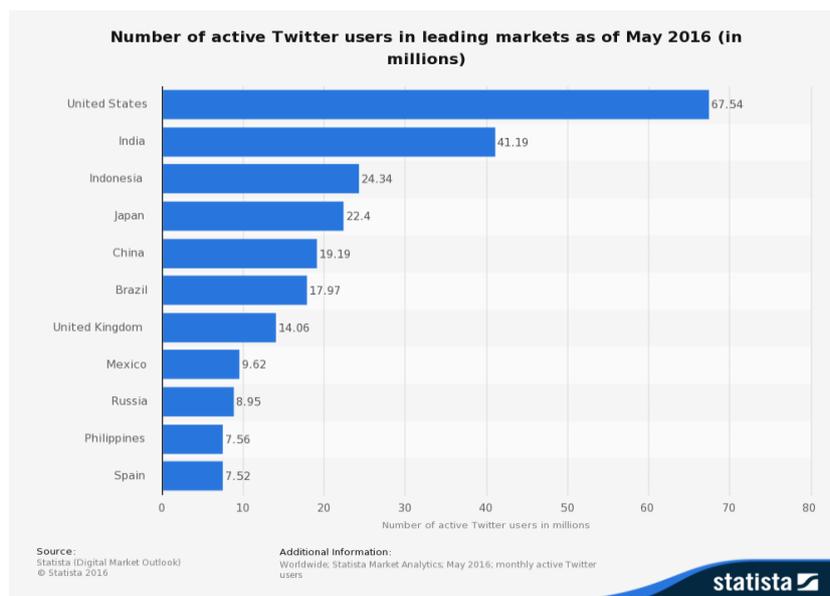


Figura 6 – Exemplo de resultados utilizando a *Graph API Explorer* do *Facebook*, tendo estes localização associada

### 2.2.2. *Twitter*

Criado em março de 2006 e lançado em julho do mesmo ano, o *Twitter* é uma rede social e um servidor para *microblogging* que permite aos utilizadores enviar e receber atualizações pessoais de outros contactos (através de *tweets* – textos de até 140 caracteres) através do seu *website*, aplicação móvel ou SMS. Esta tornou-se também uma das redes sociais mais utilizadas no mundo, especialmente nos EUA, que é o país com o maior número de utilizadores, como se pode observar no gráfico da Figura 7.



**Figura 7 – Número de utilizadores mensais ativos do *Twitter* em alguns países.**

Assim, esta plataforma foi também escolhida como fonte de IGV, especialmente porque os seus dados em texto poderão ser úteis para a análise das situações em estudo. O *Twitter* também disponibiliza uma API gráfica chamada API *Console* que permite realizar pesquisas através de várias opções, sendo a “*query*” a única obrigatória, que pode estar em diferentes formatos e, assim, resultar em diferentes dados recolhidos. Estes formatos estão apresentados na Tabela 3, bem como o que resulta de cada um deles.

Para além da “*query*”, existem parâmetros opcionais que permitem controlar melhor os resultados da pesquisa:

- Tipo de resultado: o parâmetro “*result\_type*” seleciona se o conjunto de resultados será representado por *tweets* recentes ou populares ou até mesmo por uma combinação de ambos;
- Geolocalização: de modo a restringir a consulta a um determinado local, o parâmetro “*geocode*” especifica esse local com o modelo latitude, longitude e raio, por exemplo, “37.781157, -122.398720,1km”;
- Idioma: o parâmetro “*lang*” restringe os *tweets* ao idioma especificado;
- Iteração num conjunto de resultados: parâmetros como *count*, *until*, *since\_id*, *max\_id* controlam a iteração de modo a restringir os resultados da pesquisa.

**Tabela 3 – Formatos das *queries* na API gráfica do *Twitter* (traduzido e adaptado de [https://dev.Twitter.com/rest/public/search](https://dev.twitter.com/rest/public/search))**

<b>Formato</b>	<b>Encontra <i>tweets</i>...</b>
Hello World	com as palavras "Hello" e "World". Este é o formato padrão.
“Hello World”	com a frase “Hello World”.
Hello OR World	com as palavras “Hello” ou “World” (ou ambas).
Hello -World	com a palavra “Hello” mas sem a palavra “World”.
#HelloWorld	com a <i>hashtag</i> “HelloWorld”
from:HelloWorld	enviado da conta de <i>Twitter</i> “HelloWorld”.
to:HelloWorld	enviado para a conta de <i>Twitter</i> “HelloWorld”.
@HelloWorld	que mencionam a conta de <i>Twitter</i> “HelloWorld”
HelloWorld filter:safe	com a palavra “HelloWorld” mas marcados como potencialmente sensíveis
HelloWorld filter:media	com a palavra “HelloWorld” e uma imagem ou vídeo
HelloWorld filter:native_video	com a palavra “HelloWorld” e um vídeo postado, ou vindo destas outras plataformas: Amplify, Periscope, Vine.
HelloWorld filter:periscope	com a palavra “HelloWorld” e um <i>link</i> de um vídeo do Periscope.
HelloWorld filter:vine	com a palavra “HelloWorld” e um Vine.
HelloWorld filter:images	com a palavra “HelloWorld” e <i>links</i> identificados como fotos, incluindo vindas de outras plataformas, como por exemplo o <i>Instagram</i>
HelloWorld filter:twimg	com a palavra “HelloWorld” e um <i>link</i> pic.Twitter.com representando uma ou mais fotos.
HelloWorld filter:links	com a palavra “HelloWorld” e ligado a um <i>link</i>
HelloWorld url:amazon	com a palavra “HelloWorld” e um <i>link</i> com a palavra “amazon” em qualquer parte deste.
HelloWorld since:2015-12-21	com a palavra “HelloWorld” e enviado desde a data “2015-12-21” (ano-mês-dia).
HelloWorld until:2015-12-21	com a palavra “HelloWorld” e enviado antes da data “2015-12-21” (ano-mês-dia).
Hello -World :)	com a palavra “Hello” mas sem a palavra “World” e com uma atitude positiva.
HelloWorld :(	com a palavra “HelloWorld” e com uma atitude negativa
HelloWorld ?	com a palavra “HelloWorld” e estar a ser feita uma pergunta.

Tendo em conta estes formatos, foi feita uma pesquisa exemplificativa, indicando apenas a *query* “#bombeiros”, de modo a pesquisar os *tweets* com essa *hashtag*. A Figura 8 ilustra essa pesquisa, exibindo a forma como são apresentados os resultados.

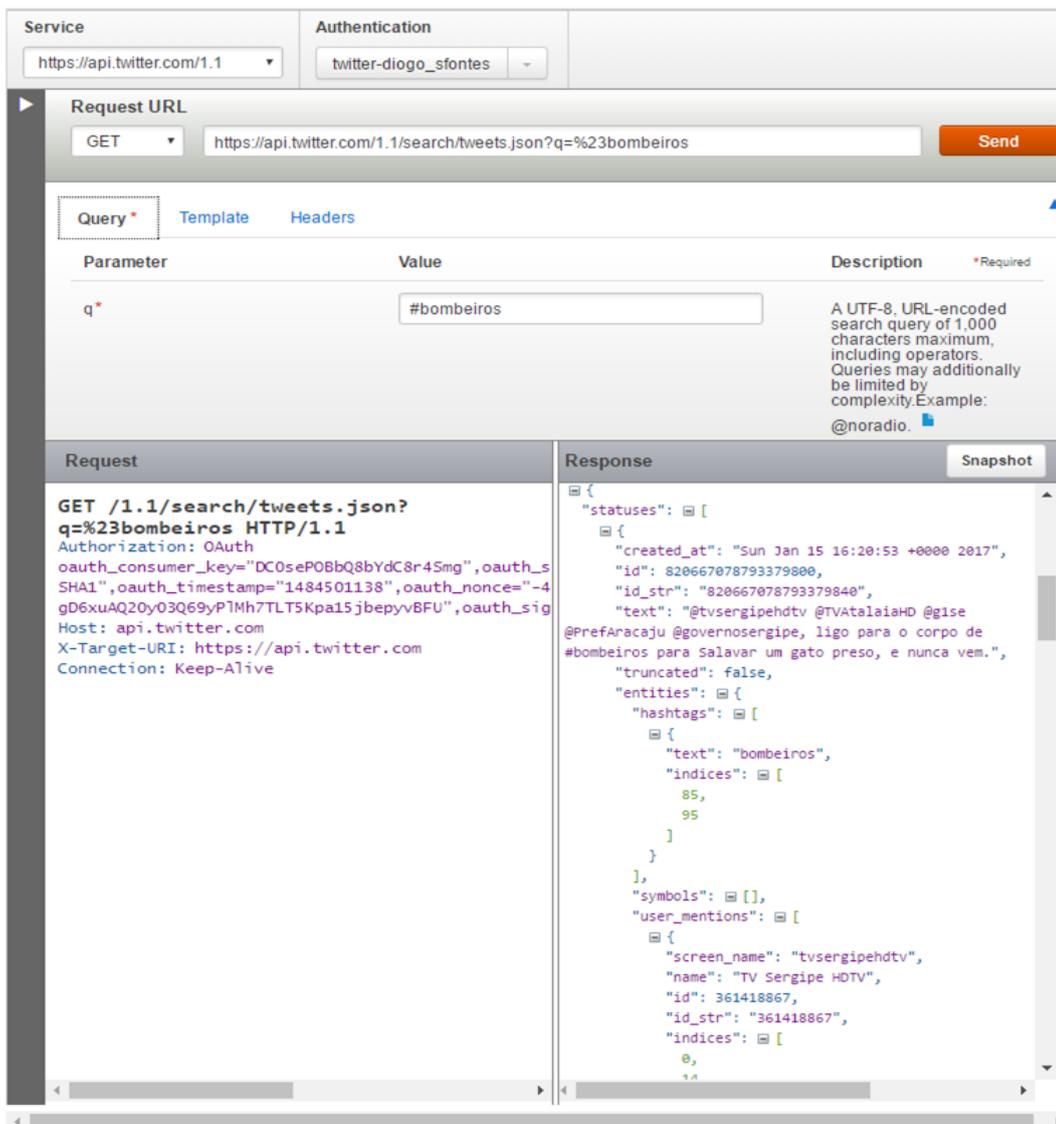


Figura 8 – Exemplo de pesquisa utilizando a API Console do *Twitter* com a query “#bombeiros”.

Como referido, esta API também gera o resultado das pesquisas no formato JSON. No entanto, apesar do formato ser o mesmo do usado no *Facebook*, a estrutura é ligeiramente diferente, apresentando diferentes chaves para identificar o mesmo valor. Por exemplo, neste caso a chave “*text*” apresenta o texto da publicação, enquanto que no *Facebook* este é identificado

pela chave “*message*”. Os resultados das pesquisas realizadas através desta API apresentam imensa informação, mas apenas alguma é necessária para o objetivo deste trabalho, como é o caso do texto dos *tweets*, a sua localização, *links* de fotografias e/ou vídeos associados, etc. Uma desvantagem, comparando com a API do *Facebook*, é o facto de não se poder escolher apenas a informação que se pretende. No caso anterior, essas opções eram tomadas quando se escolhiam os *Fields* a pesquisar e, neste caso, a pesquisa é feita pela *query* e toda a informação de um determinado *tweet* é mostrada. Assim, isto torna-se uma desvantagem devido à quantidade de informação desnecessária resultante. Além disso torna mais difícil para o ser humano entender onde está a informação de interesse.

Apesar desta desvantagem, a vantagem em relação à API do *Facebook* é enorme, pois nesta API é possível fazer pesquisas por palavras-chave, combinações de palavras, *hashtags*, entre outras, como mostrado na Tabela 3, não limitando apenas as pesquisas a uma determinada página ou utilizador. São sim limitadas as pesquisas através da API relativamente à sua data, pois esta apenas pesquisa *tweets* de até uma semana antes. Esta característica não se pode considerar uma vantagem ou desvantagem, pois segundo o objetivo da plataforma a desenvolver, será mais relevante obter informação atual do que pesquisar informação antiga.

### 2.2.3. Instagram

Lançado em outubro de 2010, o *Instagram* é uma rede social de partilha de fotografias e vídeos entre os seus utilizadores. Este projeto rapidamente ganhou popularidade, com mais de 100 milhões de utilizadores em abril de 2012 (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Instagram>). Originalmente, a partilha era apenas de fotografias, mas em junho de 2013 começaram a ser permitidos vídeos com um limite de 15 segundos. Isto mudou em janeiro de 2016, com o limite dos vídeos a ser agora de 60 segundos.

O principal interesse na utilização desta plataforma é a recolha dos dados em fotografias, no entanto as legendas destas também podem conter informação relevante. Em relação aos vídeos, apesar de serem um tipo de dados importante, nesta plataforma existe a desvantagem de terem um limite de tempo, neste caso de apenas um minuto.

A partir de 1 de junho de 2016, o *Instagram* restringiu o acesso à sua API. Com isto, esta apenas pode ser utilizada no modo “caixa de areia” para a maioria dos utilizadores, pois só é concedido acesso total para casos de uso muito específicos. O modo “caixa de areia” significa que a API pesquisa apenas as últimas 20 publicações do utilizador em questão e dos convidados

para essa “caixa de areia”, com um máximo de 10 utilizadores ([https://css-tricks.com/everything-need-know-Instagram-API-integração /](https://css-tricks.com/everything-need-know-Instagram-API-integração/)).

Assim, para ser concedido acesso total à sua API é preciso ser feita uma requisição. Com esse acesso, esta API fornece "*endpoints*" que permitem pesquisar utilizadores, *tags*, locais, entre outros.

#### 2.2.4. Flickr

O *Flickr* é uma plataforma na *web* que proporciona a partilha de imagens e/ou fotografias, criado pela *Ludicorp* em 2004 e adquirido pela *Yahoo* a 20 de março de 2005. Além de ser popular entre os utilizadores para partilhar fotografias e sendo efetivamente uma comunidade on-line, o serviço é amplamente utilizado por profissionais de fotografia e por *bloggers*. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Flickr>)

A API pública fornecida permite a pesquisa de dados através de um método que permite, entre outros argumentos de filtragem, pesquisar dentro de uma caixa delimitadora e/ou pesquisar por palavras-chave ou *tags* específicas. Este método chama-se "*Flickr.photos.search*" e solicita uma lista de fotos de acordo com um conjunto de parâmetros. As informações mais importantes fornecidas são as coordenadas (latitude e longitude), data de captura, *tags*, título, descrição e o URL da foto. Com isso, é possível representar cada foto através um ponto e consultar a restante informação adquirida.

Utilizando a sua API gráfica, chamada *Flickr API Explorer*, foi realizada uma pesquisa exemplificativa. Foi escolhida a palavra-chave "Inundações", as coordenadas do centro da cidade de Coimbra, Portugal, e um raio de 5 km e os “*extras*” resultantes dessa pesquisa, ou seja, a informação adicional, como por exemplo a data de captura da fotografia ou as suas coordenadas. Este campo tem também a possibilidade de recolher informação acerca da descrição da fotografia, a licença associada, o nome do utilizador, a data da última atualização da publicação, as *tags* associadas e as visualizações, entre outros. Essas informações também são apresentadas em formato JSON, como mostrado pela Figura 9.

```

{ "photos": { "page": 1, "pages": 1, "perpage": 100, "total": 5,
  "photo": [
    { "id": "12840670884", "owner": "40439805@N04", "secret": "fe882417c7", "server": "3765", "farm": 4,
      "title": "Inundações II", "ispublic": 1, "isfriend": 0, "isfamily": 0, "datetaken": "2014-02-16 09:45:50",
      "datetakengranularity": 0, "datetakenunknown": 0, "latitude": 40.203378, "longitude": -8.431127, "accuracy":
      16, "context": 0, "place_id": "Jurb3f1WUbN1kiM", "woeid": "739672", "geo_is_family": 0, "geo_is_friend": 0,
      "geo_is_contact": 0, "geo_is_public": 1 },
    { "id": "7214006058", "owner": "63281384@N00", "secret": "7966222226", "server": "8010", "farm": 9,
      "title": "Fonte do claustro de Santa Clara-a-Velha", "ispublic": 1, "isfriend": 0, "isfamily": 0, "datetaken": "2010-
      08-05 17:40:41", "datetakengranularity": 0, "datetakenunknown": 0, "latitude": 40.202328, "longitude": -
      8.433198, "accuracy": 16, "context": 0, "place_id": "YvlcrgdWVr0Af6I", "woeid": "747823", "geo_is_family":
      0, "geo_is_friend": 0, "geo_is_contact": 0, "geo_is_public": 1 },
    { "id": "7210616772", "owner": "63281384@N00", "secret": "eefc8e9d5", "server": "8165", "farm": 9,
      "title": "Fonte do claustro de Santa Clara-a-Velha", "ispublic": 1, "isfriend": 0, "isfamily": 0, "datetaken": "2010-
      08-05 17:39:34", "datetakengranularity": 0, "datetakenunknown": 0, "latitude": 40.202586, "longitude": -
      8.433023, "accuracy": 16, "context": 0, "place_id": "YvlcrgdWVr0Af6I", "woeid": "747823", "geo_is_family":
      0, "geo_is_friend": 0, "geo_is_contact": 0, "geo_is_public": 1 },
    { "id": "3309094813", "owner": "21446942@N00", "secret": "59ebb54731", "server": "3464", "farm": 4,
      "title": "Convento de Santa Clara-a-Velha - Coimbra - Portugal", "ispublic": 1, "isfriend": 0, "isfamily": 0,
      "datetaken": "2008-12-25 22:24:30", "datetakengranularity": 0, "datetakenunknown": 0, "latitude": 40.203004,
      "longitude": -8.432657, "accuracy": 16, "context": 0, "place_id": "1AwcqV5QUlyXJB3K3w", "woeid":
      "12620055", "geo_is_family": 0, "geo_is_friend": 0, "geo_is_contact": 0, "geo_is_public": 1 },
    { "id": "3153488748", "owner": "21446942@N00", "secret": "e8e0ce800f", "server": "3129", "farm": 4,
      "title": "Convento de Santa Clara-a-Velha - Coimbra - Portugal", "ispublic": 1, "isfriend": 0, "isfamily": 0,
      "datetaken": "2008-12-22 22:47:53", "datetakengranularity": 0, "datetakenunknown": 0, "latitude": 40.203272,
      "longitude": -8.433439, "accuracy": 16, "context": 0, "place_id": "1AwcqV5QUlyXJB3K3w", "woeid":
      "12620055", "geo_is_family": 0, "geo_is_friend": 0, "geo_is_contact": 0, "geo_is_public": 1 }
  ] }, "stat": "ok" }

```

**Figura 9 – Exemplo de resultado em formato JSON obtido através de uma pesquisa na API gráfica do Flickr**

Este exemplo, semelhante ao *Twitter*, mostra que os resultados de uma consulta são apresentados com informações desnecessárias (como *id's* e outros códigos), exigindo esforços adicionais para extrair as informações relevantes.

### 2.2.5. YouTube

Esta plataforma tem também uma API pública que pode ser utilizada para pesquisar informação (vídeos) e foi testada usando uma API gráfica. Com isso, as consultas podem ser feitas selecionando, entre outros parâmetros, uma localização (utilizando coordenadas), um raio de localização e uma palavra-chave ou combinações de palavras apresentadas no título ou descrição do vídeo. O método que proporciona estas pesquisas é o "*youtube.search.list*" e devolve uma coleção de resultados da pesquisa que correspondem aos parâmetros especificados na solicitação à API. Por padrão, um conjunto de resultados de pesquisa identifica vídeos, canais e listas de reprodução, mas este pode ser configurado para mostrar apenas um tipo específico de recurso, por exemplo, apenas vídeos.

Utilizando a sua API gráfica chamada *YouTube Data API v3*, foi realizada uma pesquisa como exemplo. Foi escolhida apenas uma combinação de palavras "Inundações Coimbra". A informação resultante também é apresentada em formato JSON, como se mostra na Figura 10, correspondendo a apenas um vídeo encontrado.

```

{
  "kind": "youtube#searchResult",
  "etag": "\"uQc-MPTsstrHkQcRXL3IWLmeNsM/n-CL0hSbT2xbaC0HMOIx8G99uRQ\"",
  "id": {
    "kind": "youtube#video",
    "videoId": "ZUF3Dqsz_ho"
  },
  "snippet": {
    "publishedAt": "2015-04-15T19:07:53.000Z",
    "channelId": "UCAJkpLlrNd_zZo1TIZrgiOA",
    "title": "Trinta minutos de chuva intensa provocam inundações na cidade de Coimbra",
    "description": "A chuva intensa que caiu ao início da tarde em Coimbra provocou várias inundações em casas, lojas e na via pública. Estas imagens colocadas nas redes ...",
    "thumbnails": {
      "default": {
        "url": "https://i.ytimg.com/vi/ZUF3Dqsz_ho/default.jpg",
        "width": 120,
        "height": 90
      },
      "medium": {
        "url": "https://i.ytimg.com/vi/ZUF3Dqsz_ho/mqdefault.jpg",
        "width": 320,
        "height": 180
      },
      "high": {
        "url": "https://i.ytimg.com/vi/ZUF3Dqsz_ho/hqdefault.jpg",
        "width": 480,
        "height": 360
      }
    },
    "channelTitle": "Notícias Portugal",
    "liveBroadcastContent": "none"
  }
}

```

**Figura 10 – Exemplo de resultado em formato JSON obtido através de uma pesquisa na API gráfica do *YouTube***

Neste exemplo são mostrados o título e a descrição do vídeo, bem como o seu URL e o nome do canal. A localização é um parâmetro opcional quando os vídeos são publicados, não estando presente neste resultado.

### 2.2.6. OpenStreetMap

O OSM criado em 2004, é uma das plataformas online de informação geográfica voluntária mais utilizadas e de enorme sucesso a nível mundial, com mais de três milhões de utilizadores registados. A sua utilização é totalmente gratuita e consiste num mapa vetorial do mundo inteiro, que pode ser editado por voluntários e consultado pelo público em geral. Os dados criados pelos voluntários são disponibilizados online em minutos, permitindo a atualização da informação em tempo quase real.

De uma forma geral e segundo Jokar Arsanjani *et al.* (2015), o OSM visa construir e manter uma base de dados associada a um mapa livre e editável do mundo, de uma forma colaborativa para que as pessoas e os utilizadores finais tenham livre acesso à informação disponível. O OSM começou inicialmente focado no mapeamento de ruas e estradas, mas evoluiu muito para além dessas entidades e, neste momento, contém uma grande variedade de objetos geográficos (edifícios, uso do solo, pontos de interesse, etc.) de todo o planeta e que estão a ser produzidos por milhares de colaboradores voluntários.

Este projeto tem revolucionado a forma como a informação geográfica é obtida, pois essa recolha e a produção de produtos cartográficos já não está reservada aos especialistas. Uma das características do OSM é que tem uma boa capacidade de autocorreção, pois imediatamente após a disponibilização dos dados na plataforma, a correção de informação incorreta pode ser feita pelos próprios voluntários.

Qualquer cidadão pode contribuir, não só na criação de dados geográficos que auxiliam as respostas a situações de crise, mas também no mapeamento global do Planeta. A informação atualmente existente para Portugal é ainda muito limitada, ao contrário do que acontece para outros países da Europa, o que inviabiliza a sua utilização para alguns efeitos (Fonte *et al.*, 2015).

O OSM representa as características do terreno (por exemplo, estradas ou edifícios) usando *tags* associadas às suas estruturas de dados básicos (pontos, linhas e áreas). Cada *tag* descreve um atributo geográfico do fenómeno que está a ser representado por essas estruturas de dados. O sistema de marcação livre de *tags* permite que o mapa possa incluir um número variável de atributos que descrevem cada fenómeno. A estrutura de *tags* é baseada numa *key* e num *value* que podem ser combinados de diferentes formas para representar diferentes

fenómenos. Por exemplo na *feature* de edifícios, a *key* é “*building*” e para representar um apartamento o *value* toma o valor de “*apartments*”. Assim a *tag* “*building=apartments*” representa os apartamentos na *feature* dos edifícios.

A comunidade em geral concorda com certas combinações de *tags* para objetos mais utilizados, que funcionam como normas informais. No entanto, os utilizadores podem criar novas *tags* para melhorar o estilo do mapa ou apoiar as análises que se baseiam em atributos anteriormente não representados.

Com o objetivo da plataforma a desenvolver em mente, será necessário realizar uma filtragem dos fenómenos representados no OSM de modo a escolher apenas os que realmente vão de acordo aos interesses das entidades de proteção civil, minimizando assim informação irrelevante.

Com este objetivo, foi feita uma categorização (baseada na existente) das *tags* (*key* + *value*) escolhidas como relevantes de modo a facilitar as pesquisas dos dados por parte da plataforma. No anexo D pode ser consultada a tabela com as *tags* já divididas por estas categorias:

- Água
- Animais
- Comércio
- Comunicação
- Construções
- Edifícios
- Educação
- Emergência
- Energia
- Ferrovias
- Lugares e fronteiras
- Indústria
- Lazer
- Militar
- Obstáculos
- Ofícios
- Rodovias

- Saúde e bem-estar
- Social e cívico
- Superfícies e formações
- Transporte
- Turismo
- Uso do solo
- Vegetação

### **2.2.7. Dados sensoriais**

Outra importante fonte de informação georreferenciada são os sensores físicos que podem permitir recolher dados sobre grandezas como, por exemplo, o nível da água e a temperatura, entre outros. Estes podem ser de grande utilidade para as entidades de proteção civil, bem como uma fonte de informação útil para a plataforma a desenvolver, pois é uma fonte de dados adicional que pode complementar os outros tipos de informação.

Com dados desta natureza, as entidades de socorro poderão mais facilmente prever e monitorizar determinados eventos como inundações ou incêndios. Do ponto de vista da plataforma, estes dados podem ser uma mais-valia, pois podem contribuir de forma ativa para a validação de IGV. Por exemplo, uma publicação numa rede social de uma inundação fluvial num determinado local, pode ser filtrada e validada se se conhecerem dados do nível da água do rio na localização em questão.

### 3. Aplicação da IGV para o apoio a operações de socorro e mitigação

Neste capítulo faz-se uma análise dos projetos e plataformas existentes que se considerou terem relevância para este trabalho (secção 3.1) e posteriormente um balanço dos aspetos idênticos, mas mais importante, de quais as diferenças e contribuições que a aplicação em causa irá ter relativamente às já existentes (secção 3.2).

#### 3.1. Trabalhos de investigação, projetos e aplicações existentes

Existem vários tipos de abordagens que têm como objetivo recolher dados voluntários para o apoio ao socorro e mitigação em caso de catástrofes. Algumas destas têm como objetivo recolher dados a partir dos cidadãos, como por exemplo:

- <https://www.usahidi.com/>
- <https://www.hotosm.org/>
- <https://felt.geonet.org.nz/>

Neste caso, o que se pretende é extrair dados de IGV já existente que permitam obter informação com interesse para o objetivo em causa. De seguida, serão apresentados alguns projetos e aplicações que estudaram a utilização de IGV num contexto de gestão de desastres.

Uma grande parte da pesquisa existente incide na análise de mensagens do *Twitter* (“*tweets*”), de modo a entender como estas poderão auxiliar a gestão de desastres ou situações de emergência.

Como exemplos temos Sakaki *et al.* (2010) e Crooks *et al.* (2013) que investigaram a utilização do *Twitter* para detetar e estimar a trajetória dos terremotos em tempo real, concluindo que o conteúdo dos *tweets* pode permitir, pelo menos, uma rápida identificação das áreas de impacto. Em De Longueville *et al.* (2010) é proposto o uso de IGV como sensor de deteção de focos de incêndio florestal, utilizando a aplicação do *Twitter* como fonte de informação espaço-temporal para eventos de incêndios florestais em França. Ainda, Vieweg *et al.* (2010) analisaram as mensagens do *Twitter* durante a inundação do Vale do Rio Vermelho nos Estados Unidos e Canadá, em 2009, para procurar padrões de atividade e também extrair informações úteis, concluindo que este tipo de informação gerada durante emergências sugere o desenvolvimento e implementação de sistemas de software de extração de informação. Também Yin *et al.* (2012) utilizaram a API do *Twitter* para pesquisar *tweets* de áreas específicas de interesse na Austrália e

na Nova Zelândia desde Março de 2010. Durante este período, foram encontrados na ordem de 66 milhões de *tweets* e aproximadamente 2,51 milhões de perfis do *Twitter* distintos que cobrem vários desastres naturais e acidentes.

Analisando dois tipos de informação diferentes, Albuquerque *et al.* (2015) relacionam dados referentes a inundações, tanto de fontes oficiais como de fontes voluntárias. Os primeiros consistiam em dados do nível da água, adquiridos de 185 estações de monitorização na Alemanha, que incluíam a localização de cada estação de monitorização e o nível médio e máximo da água em cada estação. Em relação aos dados de fontes voluntárias, foram usadas mensagens georreferenciadas da plataforma *Twitter*, as quais foram filtradas por palavras-chave sobre inundações. Com estes dados, foram feitas análises estatísticas com o intuito de verificar se as mensagens que têm associadas localizações próximas às regiões afetadas estão mais relacionadas com as inundações em relação às mensagens com uma localização mais afastada da zona em questão. Este autor refere ainda que algumas das análises feitas sobre uso de redes sociais em desastres identificaram um papel importante dos utilizadores próximos aos eventos, que são mais prováveis de produzir informações úteis dos mesmos.

Por exemplo, Acar e Muraki (2011) verificaram que as pessoas em áreas diretamente afetadas tendem a publicar no *Twitter* sobre a sua situação insegura e tópicos relacionados à sobrevivência, enquanto que pessoas em áreas remotas publicam mensagens para informar aos outros de que estão seguros. Como observado por Starbird *et al.* (2012) "as pessoas que estão no terreno estão numa posição única para partilhar informações que podem não estar disponíveis noutra lugar".

Aulov *et al.* (2014) descrevem o *AsonMaps* como uma plataforma de recolha, agregação, visualização e análise de informações em tempo real, geolocalizadas, de diversos meios de comunicação sociais, a fim de fornecer às entidades gestoras de emergência, meios para "ouvir" a população afetada, mas também para poder incorporar esses dados em modelos geofísicos e probabilísticos de previsão de desastres que orientem as suas ações de resposta. O desastre do furacão *Sandy* foi examinado como um cenário de caso de estudo, extraíndo diferentes tipos de informações do *Instagram* e do *Twitter*. Foram recolhidos mais de 8 milhões de *tweets* e cerca de 370 mil imagens do *Instagram* que referenciavam o furacão *Sandy*, associados a 3 dias (de 29 de outubro até 1 de novembro de 2012). Utilizando apenas dados geolocalizados, estes reduziram os dados do *Twitter* para aproximadamente 18000 *tweets* e as fotos do *Instagram* foram reduzidas para aproximadamente 14000 fotos para a área do Nordeste dos Estados Unidos. Usando esta

plataforma e com este trabalho realizado, os autores, no caso do furacão *Sandy*, foram capazes de identificar as regiões geográficas que foram inundadas, bem como determinar as regiões livres de inundações, a partir das fotos de ruas que estão molhadas de chuva, mas não inundadas. Dada a topografia observada do local, determinaram o nível de água durante a inundação e extrapolaram-na para a vizinhança de outras áreas da mesma elevação. Foram então capazes de simular o cronograma de um desastre e aprender como as publicações nas redes sociais podem seguir o impacto do desastre.

Segundo Potter (2016), a recente atenção acadêmica e mediática ao uso de redes sociais em desastres naturais e outras crises tem-se concentrado, principalmente, nas contribuições da comunidade para uma resposta de emergência e na forma como os membros da comunidade comunicam entre si durante um desastre, usando principalmente as plataformas *Twitter* e *Facebook*. Diversos investigadores abordaram uma ampla gama de eventos de emergência, incluindo os tiroteios de *Virginia Tech* (Palen *et al.*, 2009; Vieweg *et al.*, 2008), o sismo no *Haiti* (Starbird & Palen, 2011; Yates & Paquette, 2011), o sismo no Chile em 2010 (Ahmed & Sargent, 2014), em 2011 as inundações de *Queensland* (A. Bruns *et al.*, 2012), o sismo de *Christchurch* em 2011 (Axel Bruns & Burgess, 2012) e o furacão *Sandy* (Lachlan *et al.*, 2014).

Utilizando duas fontes de IGV distintas, Schade *et al.* (2013) combinaram o *Twitter* e o *Flickr*, pois, segundo os autores, “o *Twitter* complementa o serviço de partilha de imagens online do *Flickr* com um serviço de *micro-blogging*”. Num dos casos de estudo e numa primeira fase, foi recolhida informação relacionada com incêndios utilizando um conjunto de palavras-chave relacionadas com o fogo em oito idiomas diferentes, num espaço de tempo de cerca de dois meses e meio, e o resultado foi guardado para um processamento posterior. A partir do *Twitter* foram recolhidos mais de 24 GB de dados, cerca de oito milhões de *tweets* e metadados para cerca de 700 mil imagens a partir do *Flickr*. Para um melhor fluxo de trabalho, os dados são restritos a uma região geográfica e, neste caso de estudo, apenas foram considerados os dados gerados em França e expressos em francês. Finalmente foram descartados os dados sem qualquer geocodificação explícita (sob a forma de coordenadas), enquanto que dados sem coordenadas, mas com topónimos foram enviados para o *Yahoo! Placemaker* de forma a atribuir uma geocodificação simples a estes dados. O passo seguinte passou por agrupar os dados temporalmente e espacialmente com o objetivo de comparar os incêndios “descobertos” por estes dados com os relatados pelo *European Forest Fire Information System* (EFFIS). Com base em diversas análises, feitas com estes dados utilizando ferramentas SIG e baseando-se nos seus

casos de estudos, estes autores concluíram então que a IGV pode complementar fontes oficiais de dados para a gestão de situações de emergência, fornecendo informações de valor agregado, além de também poder ser utilizada para enriquecer os *inputs* dos modelos de gestão de crises.

Também com o *Flickr* como fonte de IGV, Daly & Thom (2016) propuseram uma metodologia para estudar a ocorrência de incêndios através de publicações de imagens no *Flickr*, tendo recolhido vários anos de fotos e metadados associados, utilizando termos de pesquisa relacionados com fogo (“*fire*”, “*bushfire*” e “*wildfire*”). Utilizaram também um modelo de classificação de imagem para detetar fotos georreferenciadas que são, posteriormente, analisadas para determinar se um evento de incêndio ocorreu num determinado momento e local. Estes obtiveram uma soma de 114098 fotos e destas, 20,3% estavam georreferenciadas e 2,5% tinham dados GPS no seu ficheiro EXIF. Os autores classificaram as imagens considerando apenas o conteúdo visual das imagens, concluindo que elementos como texto devem ser explorados para obter informações adicionais sobre as fotos. Por exemplo, enquanto recolheram as imagens relacionadas com incêndios, algumas podem ter sido perdidas e conter informações importantes localizadas nos títulos, *tags* e/ou descrições. De referir que a metodologia usou fotos e metadados do *Flickr*, mas também pode ser estendida a outros sites de partilha de fotos, como o *Twitter* e o *Instagram*.

Sendo o *Flickr* também uma fonte de IGV muito utilizada entre os investigadores, alguns estudos combinam esta aplicação com outras fontes, como foi o caso anteriormente descrito. Também Bakillah *et al.* (2013) usaram o *Flickr* e combinaram esta aplicação com o OSM. O objetivo destes autores foi desenvolver um modelo para obter interoperabilidade semântica entre dados de sensores e dados de voluntários. Concluíram que estes dois tipos de dados são mapeados com modelos semânticos diferentes, e por isso os dados em si não são interoperáveis. Esta é alcançada por meio do uso de uma camada semântica que faz a interface entre os dados e as aplicações que os poderão vir a utilizar, podendo este trabalho ser utilizado como uma camada de aquisição de dados para posterior processamento.

Com base também no OSM, Schelhorn *et al.* (2014) apresentam uma abordagem para identificar elementos em risco. Os resultados iniciais pertencem a um caso de estudo em Colónia, na Alemanha, relacionado com o risco de inundação. Estes resultados mostraram que a identificação de elementos em risco de inundação a partir do OSM é uma alternativa adequada às metodologias convencionais e de baixo custo para apoiar os governos locais e comunidades na avaliação de risco e planeamento de emergência.

De forma a melhorar a informação geográfica utilizada pelos serviços de emergência (Bombeiros, INEM e Proteção Civil), Vieira (2011) usou dados do OSM com o objetivo de disponibilizar a estas entidades uma rota ótima que os conduza até ao local de emergência, para que o serviço seja prestado em tempo útil, o que se pode traduzir no salvamento de vidas ou na diminuição de danos materiais. Este autor tentou colmatar um problema que se relaciona com o tempo excessivo que, em certas ocasiões, cada uma destas entidades leva a deslocar-se até a um dado local de emergência.

Outro trabalho, integrando vários tipos de dados, foi apresentado em Castanhari *et al.* (2016), utilizando dados de sensores e de voluntários com o objetivo de aumentar a cobertura espaço-temporal de informações sobre inundações, de modo a melhorar a gestão de risco de desastres naturais. Este trabalho foi suportado pelo projeto de pesquisa AGORA – *A Geospatial Open Collaborative Approach for Building Resilience against Disasters and Extreme Events* – “que visa criar uma plataforma para juntar as perspetivas da ciência, população geral e governo para abordar desafios sociais, com o foco inicial em inundações” (Castanhari *et al.*, 2016). Este projeto é composto por uma parte de aquisição de dados, que é responsável por obter e armazenar dados geoespaciais de sensores e voluntários, uma parte de integração onde são integrados os dados anteriormente adquiridos e uma última parte que é a aplicação, responsável por produzir indicadores para facilitar o processo de tomada de decisão e informar a comunidade sobre possíveis problemas ambientais (<http://www.agora.icmc.usp.br/site/language/pt/>). Estes autores incidiram o seu trabalho na parte de integração, mais propriamente no AGORA-IFM (*Information Fusion and Management*). Diferente do que se pretende com o trabalho a ser desenvolvido nesta dissertação, o projeto AGORA adquire os seus dados de voluntários através do AGORA-VOS (*Volunteered Observation Service*), o qual está acessível via *website* ou através de uma aplicação para *smarthphone*.

Finalmente, de referir que foi desenvolvido um projeto que explora a utilização de dados de diferentes fontes de IGV, com diferentes formatos e estruturas, para serem utilizados na produção de bases de dados de cobertura e uso do solo (Estima & Painho, 2016). Ao propor um modelo específico para integrar diferentes fontes de dados, este projeto está mais em linha com o que é proposto neste trabalho, pois também usa redes sociais (como *Flickr*, *Panoramio*, *Twitter* e *Instagram*), juntamente com mapas vetoriais criados por voluntários (como o OSM ou o *Wikimapia*). No entanto, o objetivo da plataforma a desenvolver neste trabalho é um pouco diferente. Por um lado, foca-se nos requisitos necessários para auxiliar a resposta a situações

emergência. Por outro lado, incorporará não apenas ferramentas para extrair dados, mas também, no futuro, para validação, processamento e visualização automática de resultados.

### 3.2. Plataforma a desenvolver

De acordo com o referido na secção 1.2, a plataforma idealizada no âmbito deste projeto tem como objetivo recolher e disponibilizar informação que permita dar apoio às entidades de proteção civil nas suas tomadas de decisão e operações, utilizando IGV integrada com dados geográficos de fontes oficiais e dados de sensores físicos.

A principal motivação do desenvolvimento desta plataforma foi o facto de, apesar de já haver vários estudos e plataformas que se focam no uso de IGV de modo a monitorizar eventos de emergência (como os referidos nas secções anteriores), não há nenhuma que, por um lado, utilize diferentes fontes deste tipo de informação e que, por outro lado, a integre com informação geográfica oficial e dados de sensores físicos.

Toda a informação utilizada será georreferenciada, utilizando coordenadas, e será representada recorrendo a pontos sobrepostos a um mapa de base. A aplicação irá ser criada de modo a que seja disponibilizada na *web*, com o objetivo de ser uma ferramenta de fácil acesso e que os utilizadores apenas necessitem de ter um navegador de internet instalado no seu computador e ligação à internet. No Capítulo 4 será feita a descrição do protótipo construído, tendo como base as necessidades básicas que a aplicação deve ter.

Assim esta plataforma poderá ser uma ferramenta útil na dinâmica de preparação e atuação das diversas entidades de proteção civil em situações de emergência.

Para teste e validação do protótipo desenvolvido, vários cenários poderiam ser considerados. Por exemplo, numa inundação de um rio na zona urbana de uma cidade (por exemplo, na cidade de Coimbra) poderá ser necessário ter diversos tipos de informação:

- Dados de sensores do nível da água, de modo a que se possa ter, previamente, um alerta da subida do mesmo e, durante o evento, para se monitorizar a variação do nível da água.
- Informação sobre zonas de aglomeração de pessoas (cafés, lojas, alojamentos, etc.) e população de risco potencialmente afetadas na área inundada.
- Estradas e caminhos secundários que possam fornecer rotas alternativas às entidades de socorro, de modo a que estas possam chegar à zona do evento, bem como outras rotas alternativas aos veículos que iriam circular pela zona em questão.

- Dados de IGV, como texto, fotos e/ou vídeos georreferenciados, que possam ajudar a perceber o estado real do evento.

Outro exemplo seria um sismo numa zona urbana, por exemplo na área metropolitana de Lisboa, onde poderiam ser necessários:

- Dados de um sismógrafo para que se possa ter, previamente, um alerta das ondas sísmicas, epicentro e magnitude do sismo, de modo a poder mobilizar atempadamente as entidades de proteção civil com o objetivo de iniciar medidas de precaução e alertar a população.
- Informação da localização de zonas com população de risco e com maior prioridade como escolas, hospitais, lares, etc.
- Dados de Informação Geográfica Voluntária, como texto, fotos e/ou vídeos georreferenciados que possam ajudar a perceber o estado dos estragos em edifícios, estradas obstruídas, zonas onde cidadãos possam ter necessidade de auxílio, etc.

Da mesma forma, um exemplo menos comum poderia ser um despiste de um camião de transporte de combustível (ex: gasolina) numa autoestrada, no qual é derramado o combustível na estrada que se incendeia no momento do acidente e que dá origem a um incêndio na zona florestal adjacente. Com este cenário, poderiam ser necessárias as seguintes informações:

- Dados de sensores térmicos na área florestal, de modo a que se possa ter, previamente, um alerta da subida de temperatura, e durante o evento, para se monitorizar a variação da intensidade do incêndio.
- Localidades, postos de combustível e áreas de residência nas imediações da ocorrência que possam vir a ser afetadas pela propagação do fogo.
- Rotas alternativas que poderão não estar presentes na rede viária da cartografia oficial, principalmente caminhos florestais ou outros, de modo a evitar a circulação de veículos próximos da área de incêndio e do camião de transporte de combustível, bem como para auxiliar as entidades de socorro a chegar à zona de incêndio
- Dados de IGV, como texto, fotos e/ou vídeos georreferenciados que possam ajudar a perceber o estado do incêndio e a quantidade de veículos e pessoas junto ao foco do incêndio. Também será relevante a informação que possa ser obtida através destes

dados de modo a que se perceba exatamente a localização geográfica do evento, por exemplo, o número do quilómetro da autoestrada ou placas de nomes de localidades, se não houver dados georreferenciados.

É necessário ainda considerar que tipos de utilizadores poderão usufruir da plataforma e como poderá ser a interação destes com a mesma. Assim, um utilizador comum irá necessitar de ter acesso às ferramentas de pesquisa da informação nas diversas fontes bem como a visualização posterior dos dados. O mesmo se passa se a plataforma for utilizada por parte das entidades de socorro, sendo que estas poderão ter acesso a ferramentas distintas, como por exemplo, a pesquisa automática de informação se for previamente escolhido um evento. Este é um processo que pode ser aplicado, permitindo à Proteção Civil escolher uma localização e um tipo de evento (por exemplo um incêndio), ao que a plataforma automaticamente faz a pesquisa de informação com parâmetros que possam ser relevantes para o evento em causa. Outro tipo de utilizador será o administrador, que terá privilégios para aceder à base de dados, por exemplo, de forma a editar a informação presente na mesma. Este administrador também poderá ter acesso ao código-fonte da plataforma, podendo alterá-lo.

A análise dos projetos e investigações existentes e os estudos prévios de possíveis fontes de informação realizados neste capítulo sustenta os que se seguem. Estes serão focados no desenvolvimento da plataforma, e na discussão e análise de resultados.

## 4. Desenvolvimento da plataforma

Neste capítulo, é apresentada a arquitetura geral proposta para a plataforma a desenvolver, bem como os processos e métodos utilizados para a criação de um protótipo. São indicadas as linguagens de programação e a *framework* utilizadas bem como os métodos de recolha e visualização dos resultados obtidos para cada busca. A última secção demonstra a utilização do protótipo desenvolvido para que o capítulo seguinte seja de apresentação e discussão de resultados.

### 4.1. Arquitetura da plataforma

Para a integração de várias fontes de dados, podem ser consideradas três abordagens: 1) a abordagem virtual, onde a informação é pesquisada e devolvida da fonte *on-the-fly*; 2) a abordagem materializada, onde uma base de dados é desenvolvida para armazenar dados anteriormente pesquisados das fontes de dados; 3) a abordagem híbrida, composta por uma mistura das duas anteriores (Hull & Zhou, 1996).

Neste caso, será considerada uma abordagem híbrida porque alguns dados, nomeadamente os dados do OSM, podem ser armazenados numa base de dados e atualizados apenas quando necessário. Isto é essencial, pois se cada vez que um utilizador realizasse uma busca na plataforma, os dados do OSM tivessem de ser descarregados, dependendo da área de pesquisa, este processo poderia demorar algum tempo. Assim, guardando os dados do OSM numa base de dados esse tempo é minimizado, o que resulta num menor tempo de pesquisa por parte do utilizador, e consequentemente a rápida obtenção dos resultados. Isto torna-se essencial devido à necessidade por parte das entidades de socorro terem acesso o mais rapidamente possível à informação recolhida.

Os dados de pesquisas anteriores noutras fontes de informação também poderão ser armazenados nessa base de dados, permitindo uma análise de dados históricos, quando necessário (por exemplo, para avaliar a vulnerabilidade de um determinado local para um determinado tipo de evento). Por outro lado, os dados extraídos das redes sociais precisam de ser atualizados com muito mais frequência, devido ao fluxo constante da criação de informação, pois, em muitos casos, os dados recentes são mais valiosos/importantes.

A arquitetura do sistema é apresentada na Figura 11 e tem como objetivo garantir que as pesquisas feitas por qualquer utilizador sejam automaticamente traduzidas para a extração de

dados das diferentes fontes, sem que o utilizador tenha que conhecer a estrutura ou interagir diretamente com essas fontes.

A arquitetura é baseada em três camadas: a camada da aplicação, a camada intermédia e a camada de dados. A camada da aplicação é responsável por interagir com os utilizadores para exibir a informação pesquisada e, se necessário, realizar alguma manipulação de dados. A camada de dados representa as fontes de dados a serem pesquisados pelo utilizador. A camada intermédia incorpora um conjunto de leitores e adaptadores que estabelecem a comunicação com as outras duas camadas, bem como um componente de integração que incorpora os dados provenientes das diferentes fontes (Estima e Painho, 2016).

Para cada pesquisa na plataforma, o adaptador de cada utilizador receberá as respetivas pesquisas, que serão encaminhadas para o componente de integração, e por sua vez enviadas para os leitores associados a cada serviço de dados. Os leitores constroem o pedido de acordo com requisitos de cada fonte de informação. Em seguida, os leitores recebem os resultados em brutos e transformam-nos num formato pré-determinado (o mesmo para todas as fontes), que por sua vez são enviados de volta para o componente de integração.

Nesta fase, o componente de integração executa o processamento dos dados obtidos. Em primeiro lugar, os dados de diferentes fontes precisam de ser integrados num único ficheiro - onde os procedimentos de validação apenas selecionam dados correspondentes aos pedidos das pesquisas, eliminando por exemplo, falsos positivos. No final desta etapa, os resultados são enviados para adaptadores que os preparam para fins de visualização apropriados para cada utilizador. Como tal, os diferentes utilizadores recebem informações compatíveis com as suas próprias necessidades e características.

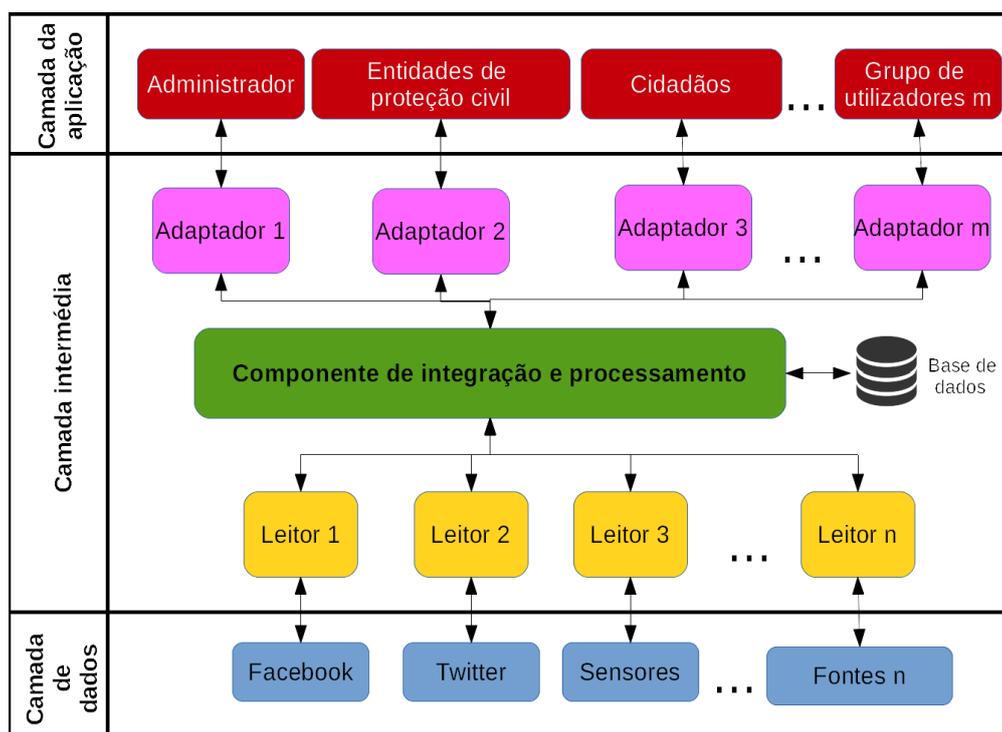


Figura 11 – Diagrama da arquitetura da plataforma (Adaptado de Estima e Painho, 2016).

Assim, a plataforma proposta irá trabalhar em dois tipos diferentes de ciclos. Um deles é o ciclo contínuo, no qual as geolocalizações e/ou palavras-chave relacionadas com eventos de emergência serão pré-estabelecidas, permitindo obter os dados publicados recentemente aos eventos em análise. Os resultados serão armazenados na base de dados, permitindo pesquisas adicionais sempre que necessário. O outro ciclo refere-se a pesquisas ocasionais na plataforma em que geolocalizações e/ou palavras-chave distintas das pré-determinadas são utilizadas. Nesse caso, o utilizador pode visualizar automaticamente os resultados da pesquisa, no entanto, estes irão requerer um tempo maior para serem visualizados e armazenados na base de dados.

## 4.2. Organização e visualização dos dados

Como mencionado anteriormente, os dados das diferentes fontes (exceto o OSM) são devolvidos em formato JSON, mas são organizados de maneiras diferentes. O formato JSON é representado por listas que combinam uma chave e o seu valor, os chamados dicionários em linguagem *Python*. Por exemplo, no *Facebook* e no *Twitter*, ao texto das publicações estão associadas chaves diferentes no respetivo objeto JSON: por exemplo, no *Facebook* a chave é

"*message*" e no *Twitter* a chave é "*text*". Quanto às outras plataformas e às outras informações úteis, tais como as coordenadas ou URL das fotos, existem diferenças semelhantes. Portanto será necessário reorganizar as informações das diferentes fontes para serem integradas e processadas.

Para cada fonte, será desenvolvido um leitor que saiba comunicar e consultar os dados, bem como interpretar e formatar a resposta para uma organização padrão. Para fazer isso, os leitores têm de identificar as chaves correspondentes aos valores (por exemplo, as chaves que correspondem ao valor da mensagem da publicação) e alterar estas para umas pré-determinadas, uniformizando o processo para todas as fontes.

Para que esta plataforma possa ser utilizada pelas autoridades de proteção civil em situações de emergência, a sua interação com o utilizador deve ser o mais simples e prática possível. Assim, esta comunicação deverá ser simples, utilizando listas predefinidas de opções, seleção e/ou escrita de palavras-chave e identificação de zonas geográficas desejadas através da interface com um mapa.

Na maioria dos casos, a informação pesquisada será visualizada utilizando *features* de pontos sobrepostas a um mapa de base, com simbologia associada, por exemplo utilizando os ícones dos logótipos da respetiva fonte de informação. A fim de visualizar os dados associados aos pontos, um clique num determinado ponto abrirá uma janela, que irá mostrar o texto, vídeo, imagem ou informações adicionais referentes ao evento e ao local definido pelo ponto. Isto permitirá uma visualização simples e rápida da informação. Além disso, algumas opções de filtragem também estarão disponíveis, nomeadamente, para exibir somente os dados de uma ou outra fonte.

### 4.3. Protótipo

Com base na arquitetura apresentada na secção 4.1, foi desenvolvido um protótipo da plataforma que permite realizar pesquisas no *Flickr* e no *Twitter* através de palavras-chave e localizações. Foi também incluída, informação vetorial do OSM de modo a que se possa também realizar pesquisas neste tipo de informação. Poderia ter sido utilizada a *Overpass API* do OSM, mas esta teria uma desvantagem pois no momento da escolha da informação que se pretendia obter, era necessário selecionar que tipo de dados (pontos ou linhas) seriam apresentados como resultados. Isto não seria viável para o protótipo pois a necessidade é obter toda a informação que o utilizador pretende, independentemente do tipo de dados. Desta forma,

procedeu-se ao descarregamento prévio de alguns dados do OSM que foram armazenados numa base de dados e assim no momento da apresentação de resultados seriam visualizados todos os dados presentes nesta fonte de informação. De modo a não sobrecarregar o armazenamento do servidor do protótipo, foram apenas descarregados dados para a cidade de Coimbra, de modo a exemplificar as pesquisas neste tipo de informação.

O protótipo em causa já se encontra disponível online através do URL <http://vgi.mat.uc.pt/pyvgi/>.

#### 4.3.1. Ferramentas de programação utilizadas

Para desenvolver este protótipo foram consideradas as bases de programação que o Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica fornece. Deste modo, tornou-se claro que a linguagem de programação a utilizar seria o *Python* e, com o objetivo de tornar este protótipo numa plataforma *web* utilizou-se uma *web framework* do *Python* chamada *Django*. Uma *web framework* é uma biblioteca de software designada para suportar o desenvolvimento de *web* sites dinâmicos, aplicações *web* e serviços *web* ([https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_framework](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_framework)).

Segundo o seu *website* (<https://www.djangoproject.com/>) “o *Django* incentiva o desenvolvimento rápido e um projeto limpo e pragmático. Construído por programadores experientes, ele tem em atenção muitos dos problemas do desenvolvimento na *web*, para que o utilizador se possa concentrar na escrita da sua aplicação sem precisar de resolver questões para as quais já existem soluções implementadas. Este é gratuito e de código aberto”. Esta é uma *framework* que utiliza o padrão *model-template-view* (MTV), ao contrário do habitual *model-view-controller* (MVC).

O conceito MVC já existe há muito tempo, mas assistiu-se ao seu crescimento exponencial com o avanço da Internet, pois é a melhor forma de projetar aplicações do tipo cliente-servidor. A maioria das estruturas da *web* são construídas em torno deste conceito. De acordo com o *website* <http://Djangobook.com/model-view-controller-design-pattern/> o padrão de design MVC é simples e inclui:

- O modelo (M) é um modelo de representação de dados, não correspondendo aos dados reais, mas a uma interface para os dados. O modelo extrair dados da uma base de dados sem conhecer a complexidade da mesma. O modelo geralmente também proporciona uma camada de abstração, para que se possa usar o mesmo modelo com várias bases de dados.

- A visualização (V) corresponde à camada de apresentação do modelo, envolvendo tudo o que é visível através de um navegador para uma aplicação *web*, ou a interface com o utilizador para uma aplicação de *desktop*.
- O controlador (C) controla o fluxo de informações entre o modelo e a visualização, usando a lógica de programação para decidir que informações são extraídas da base de dados através do modelo e que informações são disponibilizadas para a visualização.

Apesar do *Django* seguir o padrão MVC, acaba por usar a sua própria lógica de implementação. Como a maior parte da dinâmica no *Django* acontece nos modelos, *templates* e visualizações, o *Django* é muitas vezes referido como uma estrutura MTV. De acordo com o *website* <http://Djangobook.com/model-view-controller-design-pattern/> o padrão de desenvolvimento MTV é o seguinte:

- M significa "Modelo", a camada de acesso aos dados. Esta camada contém as informações sobre os dados, indicando como aceder-lhes, como validá-los, quais os seus comportamentos e as relações entre si.
- T significa "*Template*", a camada de apresentação. Esta camada contém decisões relacionadas com a apresentação, estabelecendo como algo deve ser exibido na página *web* ou noutro tipo de interface.
- V significa "Visualização", a camada da lógica. Esta camada contém a lógica que acede ao modelo e que ajusta o(s) *template*(s) apropriado(s). Pode ser considerada como a ponte entre os modelos e os *templates*.

O *Django* utiliza o princípio DRY (*Don't Repeat Yourself* - Não se repita), que faz com que o programador aproveite ao máximo o código já feito, evitando repetições (<https://docs.djangoproject.com/en/1.11/>). Este tem como principais características:

- Mapeamento Objeto-Relacional (ORM) - em que o programador define os modelos de dados através de classes em *Python*. Com isso é possível gerar tabelas na base de dados e manipulá-las sem a necessidade de utilizar comandos SQL;
- Interface Administrativa - onde é possível gerar automaticamente uma interface para administração dos modelos criados;

- Formulários - onde é possível gerar formulários automaticamente através dos modelos;
- URLs amigáveis – não há limitação para a criação de URLs e são feitos de maneira simples;
- Sistema de *Templates* – uma linguagem de *templates* poderosa, extensível e amigável. Com ela pode-se separar o design, o conteúdo e o código em *Python*.

Na criação dos *templates*, sendo estes em HTML, foram também usadas as linguagens de programação HTML e *JavaScript* para o *frontend* e como já referido, *Python* para o *backend*. Ainda para este protótipo foi necessário configurar uma base de dados, a qual foi criada utilizando o *PostgreSQL* com a extensão *PostGIS*, que permite o armazenamento de objetos espaciais.

#### **4.3.2. Estrutura, organização e descrição do código fonte**

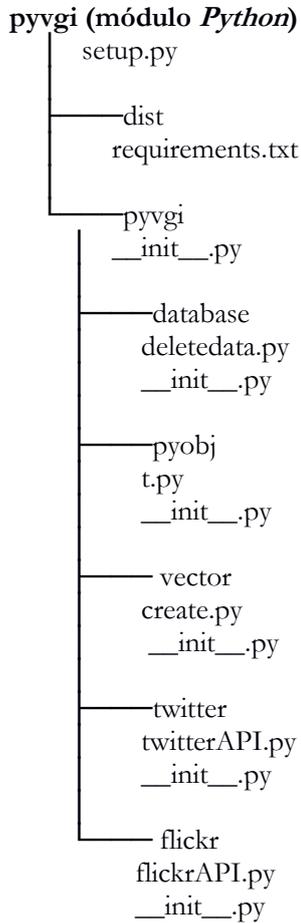
Para dar início ao desenvolvimento do protótipo foi criado um projeto *Django*, o qual apresenta duas aplicações. Este dá pelo nome de *vgi\_proj* e a aplicação dentro do projeto referente ao protótipo tem o nome de *pyvgi\_app*. A outra aplicação criada dentro do mesmo projeto foi chamada *static\_app* e irá ser descrito mais adiante o papel da mesma. Ainda nesta estrutura está presente um módulo *Python* que foi criado com o nome *pyvgi* que tem como objetivo automatizar algumas funcionalidades que irão ser utilizadas no decorrer do desenvolvimento da aplicação.

Um módulo em *Python* é um conjunto de *scripts* que contém funções, classes, variáveis, etc., podendo comunicar-se com outros módulos ou programas através do comando *import*. Este comando importa o módulo indicado e permite que o conjunto de *scripts* deste módulo seja utilizado em qualquer outro programa em *Python* sem a necessidade de repetir código. Com este conceito em mente, foi criado o módulo *pyvgi* que contém algumas funcionalidades de contacto com a base de dados, contacto com as API do *Flickr* e *Twitter* e também de criação de ficheiros de dados geoespaciais em formato vetorial, como é o caso das *shapefiles*.

De modo a explicar o funcionamento deste protótipo, irão ser descritos adiante os vários componentes do módulo, do projeto e da aplicação criada.

## Módulo *pyvgi*

De seguida é apresentada a estrutura do módulo *pyvgi* e são descritas as suas funcionalidades:



Seguindo a estrutura dos diretórios e ficheiros do módulo, o primeiro *script* é o `setup.py`. Este ficheiro tem o objetivo de descrever a distribuição do módulo, ou seja, quais os métodos que o módulo contém, bem como de permitir posteriormente a sua instalação. De seguida, na estrutura indicada, aparecem dois diretórios, o *dist* e o *pyvgi* (mesmo nome do módulo). O primeiro inclui apenas um ficheiro de texto chamado “*requirements*” que indica todos os módulos que foram utilizados na criação deste, sendo o ficheiro que permite que na instalação do módulo em questão se instalem todos os outros que são necessários ao seu funcionamento. Por outro lado, a pasta *pyvgi* contém todos os métodos do módulo e ainda um *script* chamado `__init__.py`, que necessita de estar presente em todos os diretórios do módulo para que o *Python* os trate

como conteúdo do módulo. Assim, nos diretórios dos métodos que serão mencionados de seguida, este ficheiro está presente, sendo apenas um *script* vazio.

O método *database* contém o ficheiro *deletedata.py*. Neste *script* está criada uma função chamada *delete* que, utilizando a metodologia do módulo *Python* *psycopg2*, entra em contacto com a base de dados e elimina todas as entradas de uma tabela previamente escolhida e transmitida como argumento da função.

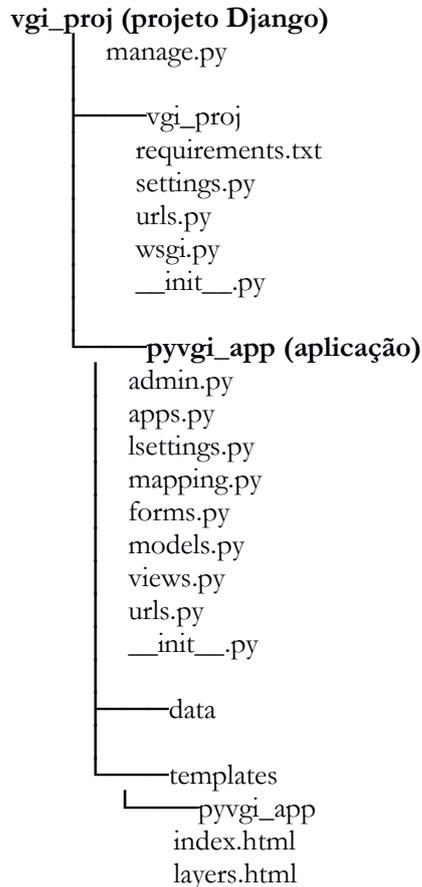
Em seguida, o método *pyobj* inclui o ficheiro *t.py*, que foi criado com o objetivo de escrever algumas funções com características diferentes e que seriam utilizadas mais do que uma vez na programação da aplicação. A primeira função, chamada *unicode\_to\_str*, foi criada para colmatar um problema de codificação de dados de texto, pois estes, nos resultados obtidos da recolha de dados de redes sociais, eram do tipo *unicode*. Com isto, gerava-se um problema na transformação destes dados para *shapefiles*, pois os módulos utilizados não conseguiam ler dados deste tipo. Assim, com esta função, os dados em texto podem ser transformados para ASCII, permitindo o funcionamento adequado dos módulos utilizados. Ainda neste *script*, está presente outra função, chamada *generate\_random\_string*, que tem como único objetivo gerar uma sequência aleatória de letras e números para que posteriormente seja utilizada como identificador de cada utilizador da aplicação.

Outro método presente neste módulo é o “*vector*” que contém o ficheiro *create.py*. Neste *script* estão presentes algumas funções diretamente relacionadas com a manipulação e transformação de dados geográficos em formato vetorial. A primeira função, chamada *ogr\_get\_driver\_name*, tem como objetivo reconhecer a extensão do ficheiro geográfico, dado como argumento da função, para que este possa ser manipulado posteriormente de acordo com o seu formato. Em seguida, a função *create\_fields*, como o nome indica, tem como missão gerar e adicionar os campos a uma tabela de atributos do ficheiro geográfico, dado como argumento. Esta função cria os campos definidos previamente por um dicionário que também entra como argumento da mesma. Outra função presente neste *script* é chamada de *add\_geometry* e, mais uma vez, como o nome indica, adiciona e configura a geometria de um ficheiro geográfico dado como argumento. Esta cria e adiciona os pontos geográficos com uma dada latitude e longitude, também fornecidas à função como argumentos. Por fim, a última função neste ficheiro *Python* chama-se *ogr\_format\_conversion*, e transforma o formato do ficheiro geográfico dado como argumento, noutra formato também indicado como argumento da função. Mais à frente, irá ser descrito em que situação esta função é utilizada.

Os dois métodos que se seguem são os responsáveis pelo contacto com as APIs do *Twitter* e do *Flickr*. Em primeiro lugar, o método chamado “*Twitter*” contém o ficheiro *TwitterAPI.py*. Neste *script*, foi criada uma função chamada *Twitter\_map\_data* que tem como objetivo contactar a API do *Twitter* e criar os ficheiros geográficos com os dados resultantes das pesquisas. Assim, nesta função, foi necessário, numa primeira fase, adquirir as *keys* e os *tokens* fundamentais ao contacto com a API, para que assim se possa validar o utilizador e fazer pesquisas na mesma. Utilizando então o módulo *tweepy*, que permite o contacto com a API do *Twitter*, fornece-se como argumento as *keys* e os *tokens* recolhidos para que seja possível a pesquisa de informação. Antes desta pesquisa, é criado o ficheiro geográfico em formato vetorial, utilizando o módulo *ogr* (módulo que permite a manipulação de ficheiros geográficos), que vai receber os dados resultantes das pesquisas. Assim e utilizando as funções do método anteriormente descrito (*vector*), é criada uma *shapefile* e são adicionados os campos necessários à tabela de atributos da mesma. Com este ficheiro preparado, foi, então, criado um ciclo utilizando o método *Cursor* do módulo *tweepy*, onde são dados como argumentos uma palavra-chave, uma localização (latitude e longitude) e um raio de pesquisa para que este possa recolher os dados do *Twitter* referente a essa palavra-chave e na localização pretendida. Ainda neste ciclo, são escolhidas apenas as informações pretendidas destes dados, correspondendo, neste caso, à descrição da publicação, à data de publicação e ao URL da publicação, sendo, posteriormente, criada a geometria de pontos da *shapefile*, adicionando esta informação à tabela de atributos da mesma. De forma idêntica, funciona o método *Flickr* com o ficheiro *FlickrAPI.py*, tendo este uma função chamada *Flickr\_map\_data* que usa o módulo *Flickerapi* para contactar com a API do *Flickr*. Neste caso, os campos criados na tabela de atributos da *shapefile* que irão armazenar a informação das pesquisas são o título da imagem, a data de captura da fotografia, a data de publicação e o URL da publicação.

### Aplicação *pyvgi\_app*

Seguidamente, é apresentada a estrutura do projeto *vgi\_proj* e são descritas as suas funcionalidades e as da aplicação *pyvgi\_app*, a qual pode ser considerada como o núcleo do protótipo:



O primeiro ficheiro da pasta deste projeto, e presente em todos os projetos *Django*, é chamado de *manage.py*. Este *script* é adicionado automaticamente na criação de um projeto *Django* e é responsável pela gestão de algumas funcionalidades do projeto, como é o caso de executar um servidor local enquanto o projeto está em fase desenvolvimento, utilizando o comando “*Python manage.py runserver*” na linha de comandos do Windows. Este também é responsável por criar as migrações e adicioná-las à base de dados com os comandos “*Python manage.py makemigrations*” e “*Python manage.py migrate*”. As migrações são todas as alterações como criações, eliminações e alterações de tabelas na base de dados que são necessárias no decorrer do desenvolvimento do projeto.

O primeiro diretório presente tem o mesmo nome do projeto e tanto este como os ficheiros *Python* dentro deste são também criados automaticamente com o projeto. Está também

presente neste diretório outro ficheiro, chamado requirements.txt, que, de forma idêntica ao utilizado no módulo anteriormente descrito, identifica os módulos necessários ao funcionamento do projeto. Um dos mais importantes *scripts* presentes neste diretório é o settings.py e, como o nome indica, é o ficheiro de configuração do projeto, onde são indicados diversos parâmetros como as aplicações instaladas no projeto, a configuração da base de dados que está ligada ao projeto, o diretório da pasta *static* (que vai ser referenciada mais adiante), entre outras configurações necessárias ao bom funcionamento do projeto e das suas aplicações. Outro *script* bastante importante é o chamado urls.py. Neste ficheiro são configurados e adicionados os URLs das aplicações presentes no projeto. É desta forma que, posteriormente, através do browser se vai aceder a cada uma das aplicações. O último ficheiro presente neste diretório é o wsgi.py, que é um *script* criado automaticamente e que geralmente não necessita de ser modificado, que tem como objetivo configurar a plataforma de implementação primária do *Django*, o WSGI, que é o padrão em *Python* utilizado para servidores e aplicações na web. (<https://docs.djangoproject.com/en/1.10/howto/deployment/wsgi/>).

Relativamente à aplicação propriamente dita (*pyvgi\_app*), na estrutura do seu diretório observam-se alguns ficheiros *Python*, bem como outros diretórios dentro do mesmo, cujas funcionalidades serão descritas de acordo com a ordem apresentada.

O primeiro *script* referenciado é o admin.py, no qual são identificados os modelos de dados previamente criados, de modo a fornecer uma interface rápida e simples, onde os administradores da aplicação poderão observar e gerir o seu conteúdo.

De seguida, é apresentado o ficheiro apps.py onde é identificado o nome da aplicação em causa com a criação de uma classe utilizando o método do *Django AppConfig*. Este método é necessário para que o programador inclua configurações, utilizando subclasses de modo a que o *Django* reconheça este diretório como uma aplicação. Por outro lado, o ficheiro lsettings.py, é um ficheiro que, importando as configurações do projeto, presentes no ficheiro settings.py referido anteriormente, adiciona outras configurações à aplicação que só são importantes para esta, não sendo necessário estarem presentes no ficheiro de configuração do projeto. Por exemplo, neste *script* estão presentes as configurações do *Leaflet*, que é uma biblioteca *JavaScript* de código-aberto que se irá falar mais adiante, bem como está identificado o diretório dos dados da aplicação.

O ficheiro que se segue tem o nome de mapping.py e foi criado com o propósito de ser utilizado para atualizar os dados do OSM. Neste caso, estes dados foram descarregados da

página principal do OSM, convertidos para *shapefile* utilizando um SIG desktop, por exemplo o QGIS, e adicionados ao diretório *data* da aplicação para que sejam carregados para a base de dados. Assim, descarregando os dados e inserindo-os na base de dados, é possível representar visualmente na plataforma todas as geometrias para uma determinada pesquisa. Então, a função do *script* `mapping.py` é a de, numa primeira fase, apagar as tabelas (se existirem) dos dados do OSM e atualizar os mesmos na base de dados com novos ficheiros descarregados. Para isto, foi utilizado um método do *Django*, chamado *LayerMapping*, que fornece uma maneira de mapear os conteúdos de ficheiros de dados espaciais vetoriais nos modelos *Django*.

Outro ficheiro presente neste diretório é o `forms.py`, sendo o *script* que, utilizando classes, cria os formulários necessários à aplicação, ou seja, os campos que irão ser preenchidos por um utilizador da plataforma, indicando a informação necessária ao funcionamento da mesma. Neste caso foi criado um formulário com diversos campos:

- Dois booleanos ou lógicos, onde o utilizador escolhe, através da seleção de uma caixa, em qual, ou quais, das fontes de informação quer fazer a pesquisa (neste caso o *Flicker* ou o *Twitter*);
- Dois campos de coordenadas, que irão ser preenchidos automaticamente como iremos ver mais adiante;
- Um campo para introdução de uma palavra-chave de pesquisa;
- Outro para indicação do raio de pesquisa;
- E por último, um campo onde pode ser escolhido o número máximo de publicações de cada fonte de informação, para serem representadas nos resultados.

O *script* seguinte é chamado de `models.py` e tem como objetivo criar os modelos de dados que irão ser enviados para a base de dados. Neste ficheiro, foram criados os modelos para os dados do OSM, em que se escolhe a informação que irá ser enviada para a base de dados, sendo, neste caso os *values* de cada *feature*, o *name* onde geralmente está presente alguma informação sobre o fenómeno geográfico a representar (por exemplo, o nome de um edifício) e também a geometria em que esses dados irão ser representados.

O próximo ficheiro é talvez um dos mais importantes da aplicação, o `views.py`, que é o responsável por criar as visualizações da aplicação e também de correr todos os processos de pesquisa nas fontes de informação, a transformação de dados e outros processos necessários para que a aplicação funcione. Este *script* começa com uma definição chamada *index* que é

responsável por receber o formulário descrito anteriormente e “renderizar” um *template* criado em HTML que irá ser a página web principal da aplicação. Por outro lado, a função seguinte, chamada *layers*, é a responsável pela definição da página de resultados na aplicação. Numa primeira fase desta função, são recolhidas as informações fornecidas pelo utilizador na página principal através do formulário, de modo a que estas sejam as variáveis dadas como argumentos às funções dos métodos de pesquisa nas fontes de informação. Estes métodos são os descritos anteriormente pelo módulo *pyvgi* e que são chamados neste *script* de modo a contactarem com as APIs do *Flickr* e do *Twitter* e devolverem os respetivos resultados. Ainda neste ficheiro, é utilizado outro método do módulo *pyvgi* que cria uma sequência aleatória de caracteres que é utilizada como nome de um diretório, específico para cada utilizador e que vai armazenar os dados recolhidos do *Flickr* e do *Twitter* para posteriormente serem visualizados. Ainda nesta função (*layers*) é “renderizado” o *template* HTML criado para esta página e são devolvidas algumas variáveis que irão ser necessárias posteriormente, como é o caso das coordenadas, do identificador do utilizador e do nome dos ficheiros vetoriais criados para armazenar a informação do *Flickr* e do *Twitter*. Estes são usados na função seguinte, chamada *to\_geojson*, que transforma os dados de *shapefile* para *geojson*, de modo a que estes possam ser visualizados diretamente através deste formato, sem a necessidade de serem inseridos na base de dados. Esta metodologia foi criada para que não haja conflitos de informação na base de dados aquando da utilização da plataforma por parte de múltiplos utilizadores em simultâneo. De uma forma quase idêntica, as funções seguintes, ainda neste ficheiro, traduzem os dados do OSM presentes na base de dados também em formato *geojson*, utilizando o método *serialize*, para que possam ser visualizados na página web de resultados.

Com isto, o último ficheiro deste diretório é chamado de *urls.py*, que cria os URLs da aplicação de acordo com as funções do *script* *views.py*. São estes URLs que posteriormente irão ser chamados no *browser* para a visualização das páginas *web*, sendo também alguns deles utilizados nos *templates* HTML para a criação das visualizações dos conjuntos de dados, tanto do OSM como do *Flickr* e do *Twitter*.

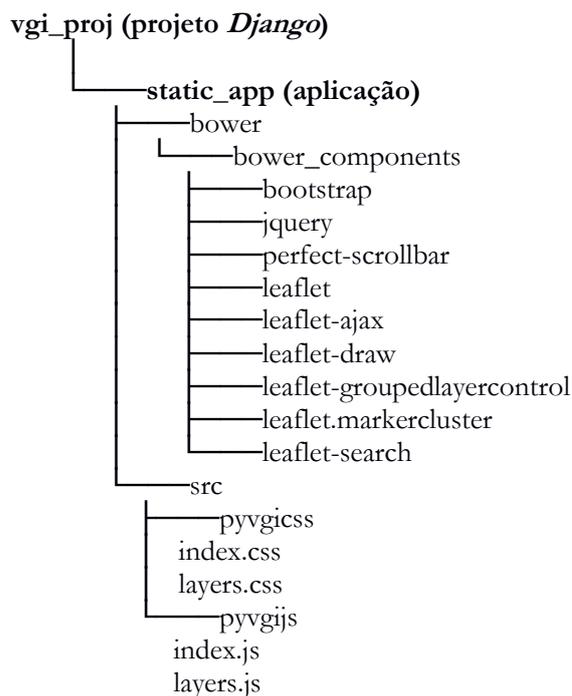
Como já foi referido, o diretório *data* é utilizado para armazenar os dados do OSM, bem como os diretórios de cada utilizador contendo os ficheiros geográficos de resultados das pesquisas do *Flickr* e do *Twitter*.

Por último, o diretório chamado *templates* contém os ficheiros HTML anteriormente referenciados. Estes são os ficheiros que irão criar as visualizações das páginas *web* da aplicação,

constituindo o *front-end*. Estes usam ficheiros estáticos que permitem criar as diversas animações e estilos nas páginas *web*. Estes componentes estão armazenados noutra aplicação do projeto já referenciada, chamada *static\_app*.

### Aplicação *static\_app*

Esta aplicação é a forma que o *Django* tem de identificar os referidos ficheiros estáticos, ou seja, os ficheiros CSS e JavaScript que são necessários aos *templates*. A sua estrutura é a seguinte:



Nesta aplicação foi utilizado o módulo *Python django-bower* que é um gestor que permite a instalação de diversos pacotes para o *front-end*. Utilizando este módulo, são instalados diversos pacotes para serem utilizados nos *templates*, como são o caso dos referenciados na estrutura da aplicação *static\_app* no diretório *bower\_components*.

Começando pelo *bootstrap*, este é um pacote que permite que o desenvolvimento de *front-end* seja mais rápido e simples, com diversas opções de customização e de estilo. O *jquery* é uma biblioteca de JavaScript rápida e rica em recursos que permite a manipulação simplificada de variáveis em HTML. Já o componente *perfect-scrollbar* foi utilizado para adicionar uma barra de deslocamento no formulário, com um estilo mais minimalista e facilmente customizada. Relativamente ao *leaflet*, além do seu componente base, foram utilizados outros *plugins* derivados

deste com diversas funções. No geral, o *leaflet* é uma biblioteca *JavaScript* de código aberto que permite adicionar e manipular mapas interativos e amigáveis. Com isto, foram utilizados os *plugins* *leaflet-ajax*, *leaflet-draw*, *leaflet-groupedlayercontrol*, *leaflet-search* e *leaflet.markercluster*. O *leaflet-ajax* permite adicionar dados *geojson* através de uma chamada AJAX. Esta é uma metodologia que permite através de *JavaScript*, tornar as páginas *web* mais interativas, utilizando solicitações assíncronas de informação, isto é, não existe sincronismo entre as solicitações, podendo enviar diversas em paralelo, onde cada resposta retorna quando estiver pronta. Este método foi utilizado para a visualização da informação, tanto do OSM como das redes sociais no mapa. Já o *leaflet-draw* foi um *plugin* utilizado para possibilitar ao utilizador a criação de um marcador no mapa, indicando a localização onde pretende que seja feita a pesquisa. Esta ferramenta ainda disponibilizava outro tipo de funções como desenhar circunferências ou polígonos. Com o *leaflet-groupedlayercontrol* foi possível criar e controlar *layers* de informação no mapa interativo para que o utilizador seja capaz de seleccionar apenas as que quer visualizar. Por outro lado, o *leaflet.markercluster* permite a criação de *clusters*, ou seja, a agregação de informação consoante a escala que o utilizador escolha no mapa, sendo a desagregação e agregação dinâmicas com a variação da escala do mapa. Por último, o *leaflet-search* permite a criação de uma barra de pesquisa, onde o utilizador pode inserir nomes de cidades, ruas ou locais, sendo o mapa direccionado para a localização pretendida.

O outro diretório presente nesta aplicação é o *src* que contém duas pastas: uma chamada *pyvgicss* e outra chamada *pyvgijs*. A primeira contém dois ficheiros CSS (linguagem que descreve o estilo de um documento HTML) onde são configurados os estilos, tanto do *template index.html* como do *layers.html*. Já o *pyvgijs* armazena dois ficheiros *JavaScript* que são referenciados nos mesmos *templates*. Estes dois ficheiros configuram, cada um para o seu *template*, os mapas de base a visualizar na página principal da aplicação, bem como utiliza os diversos *plugins* do *leaflet* para criar a barra de pesquisa, o marcador em que o utilizar escolhe a localização da pesquisa, a caixa de controlo dos mapas de base e os *layers* de informação, bem como uma seleção dinâmica do formulário de pesquisa de informação no OSM.

Para uma melhor perceção das funcionalidades utilizadas, o código fonte de todos os ficheiros mencionados está disponível para visualização e teste no repositório com o seguinte URL: [https://bitbucket.org/diogofontes7/pyvgi\\_app\\_repo](https://bitbucket.org/diogofontes7/pyvgi_app_repo).

### 4.3.3. Modo de utilização do protótipo

Na sequência da definição da estrutura organizativa da plataforma, apresenta-se de seguida o modo de utilização do protótipo. Assim, na Figura 12 está apresentada a página *web* inicial do protótipo onde estão presentes as ferramentas necessárias para a pesquisa de informação.

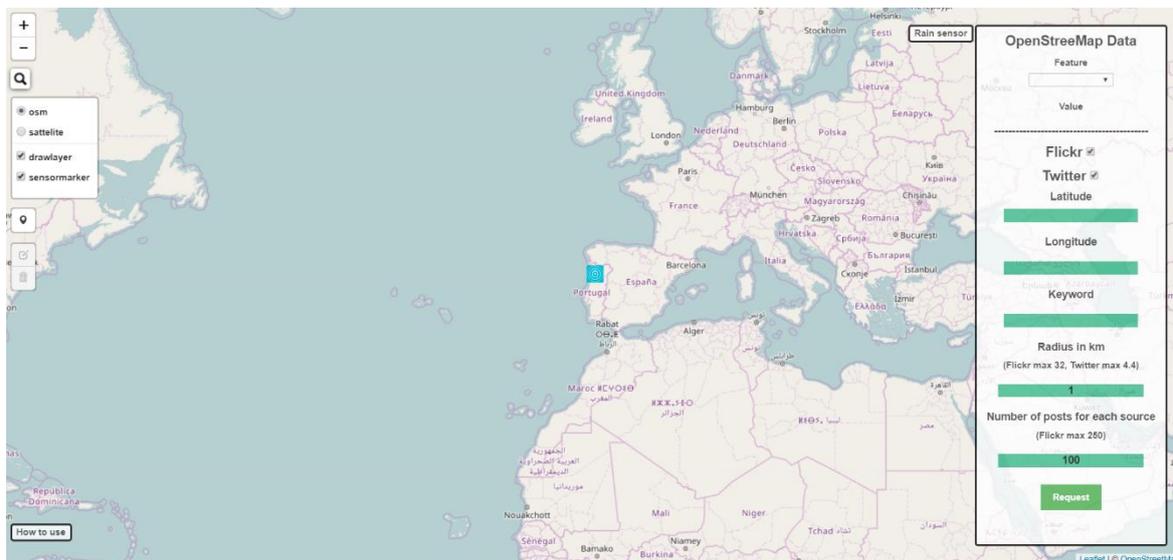


Figura 12 – Página *web* inicial do protótipo desenvolvido.

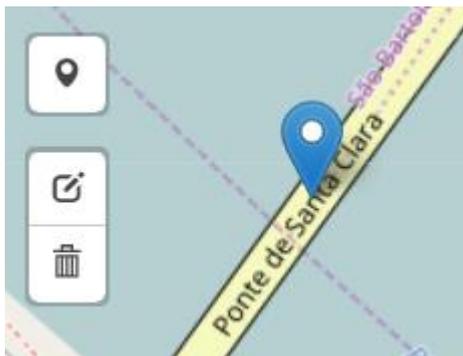
Começando pelo lado esquerdo da página, no topo estão presentes os símbolos (+) e (-) que permitem regular a escala do mapa, aproximando e afastando, consoante o pretendido pelo utilizador. Logo abaixo, está presente um ícone de uma lupa que, ao ser premido, possibilita a abertura uma caixa de texto onde é possível fazer pesquisas de países, cidades, ruas, etc., como exemplificado na Figura 13.



Figura 13 – Exemplo de pesquisa de cidades no ícone criado para o efeito.

Continuando a observação descendente pelo lado esquerdo da Figura 12, encontram-se as opções de escolha do mapa de base, seja ele o OSM (seleccionado na Figura 12) ou uma imagem de satélite disponibilizada pela ESRI. Em seguida temos duas opções, a “*drawlayer*” que,

enquanto estiver selecionada, permite a criação de marcadores como se irá ver adiante, e a “*sensormarker*” que, quando selecionada, permite que seja observado um ícone azul no centro da figura, referente à localização de um sensor físico de precipitação que se irá descrever adiante. Ainda no lado esquerdo da Figura 12, o ícone abaixo dos anteriores, apresentado na Figura 14, é o responsável por permitir a criação de marcadores de localização, os quais vão determinar o ponto central de pesquisa da informação.



**Figura 14 – Exemplo de criação de um marcador de localização.**

Como exemplo foi criado um marcador em cima da ponte de Santa Clara em Coimbra, e automaticamente os dois últimos ícones ficam disponíveis para utilização, sendo que o primeiro permite editar o marcador criado e o último eliminá-lo. De notar que é possível a criação de vários marcadores, mas apenas será considerado como ponto central da pesquisa o último que foi criado. Por último, no canto inferior esquerdo da Figura 12 está presente um botão chamado “*How to use*” que, ao ser pressionado abre uma caixa de texto com uma breve explicação da utilização deste protótipo.

Passando para o lado direito da imagem, está presente um formulário de preenchimento bem como um botão chamado “*rainsensor*”. Este último como ilustrado pela Figura 15, permite abrir uma caixa onde é apresentada uma outra página *web* referente aos dados de um sensor de precipitação localizado no telhado do edifício do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra.

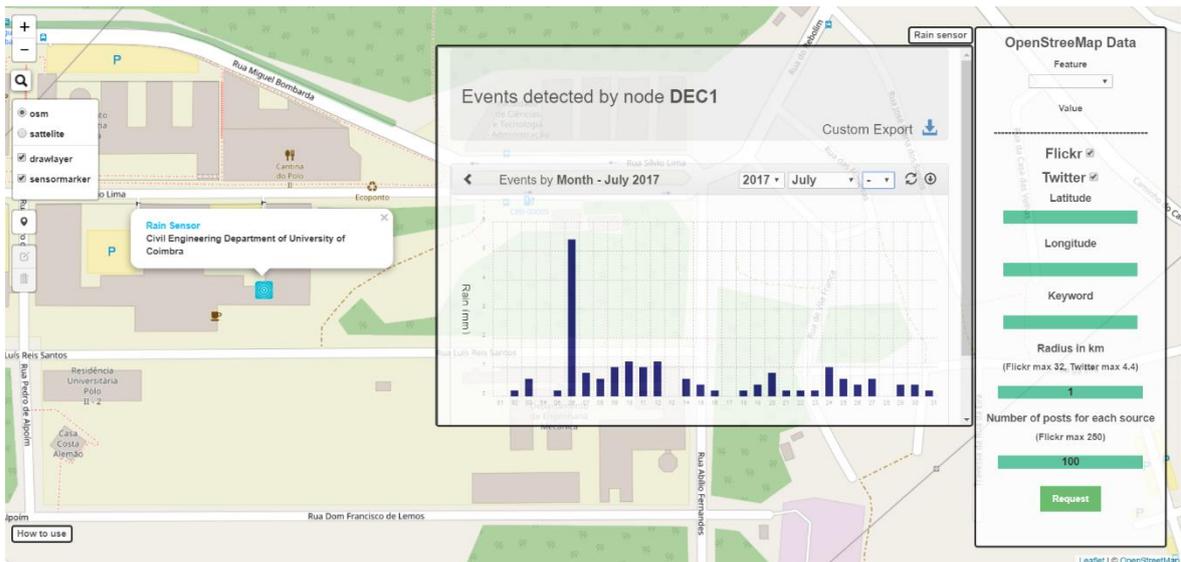


Figura 15 – Exemplo de utilização dos dados do sensor de precipitação.

Na página dos dados do sensor, para este exemplo é possível escolher uma data e hora para se observar em tempo-real a informação da precipitação que o sensor está a medir. Ainda na Figura 15 é observado um ícone azul no meio do mapa referente à localização deste sensor.

Considerando agora o formulário indicado, em primeiro lugar estão presentes as opções de pesquisa do OSM. Aqui pode ser escolhida a *feature* que corresponde a uma *key* de uma determinada *tag* do OSM, bem como o seu *value*, completando assim a *tag* de pesquisa para o OSM. Por exemplo, para pesquisar informação sobre cafés é escolhida a *feature* e o *value* de acordo com o que está ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Exemplo de pesquisa no OSM utilizando o formulário.

Desta forma, e como iremos ver adiante, serão obtidos e apresentados nos resultados, os cafés existentes nos dados do OSM.

Seguidamente, no mesmo formulário é possível selecionar outra(s) fonte(s) de informação para a realização da pesquisa. Selecionando as duas opções, a pesquisa será realizada no *Flickr* e no *Twitter*. Todos os parâmetros seguintes estão relacionados com estas duas fontes de informação. Assim, é necessário fornecer coordenadas, uma latitude e uma longitude, um palavra-chave de pesquisa (*Keyword*), um raio em quilómetros (*Radius in km*), de forma a criar uma circunferência de procura com centro nas coordenadas dadas, e, por último, é escolhido o número máximo de publicações que se pretende obter nos resultados por parte de cada fonte de informação (*Number of posts for each source*).

Relativamente às coordenadas, embora estas possam ser introduzidas manualmente no formulário, sempre que é criado um marcador de localização (referenciado anteriormente), as coordenadas são automaticamente preenchidas com a latitude e longitude do marcador em questão, facilitando o processo de geolocalização. Como ainda se pode observar no formulário, o campo do raio e o número máximo de publicações têm um valor predefinido, que pode ser alterado tendo em conta o que está indicado, ou seja, em termos de raio de procura o *Flickr* permite até 32 km enquanto que o *Twitter* só permite até 4,4 km. Em relação ao número de publicações apresentado nos resultados, o *Flickr* tem um máximo de 250 enquanto que não há uma indicação para o máximo no *Twitter*. Assim, e a título de exemplo, foi preenchido o formulário de acordo com o que está apresentado na Figura 17 e dada uma localização de procura na zona da baixa de Coimbra.

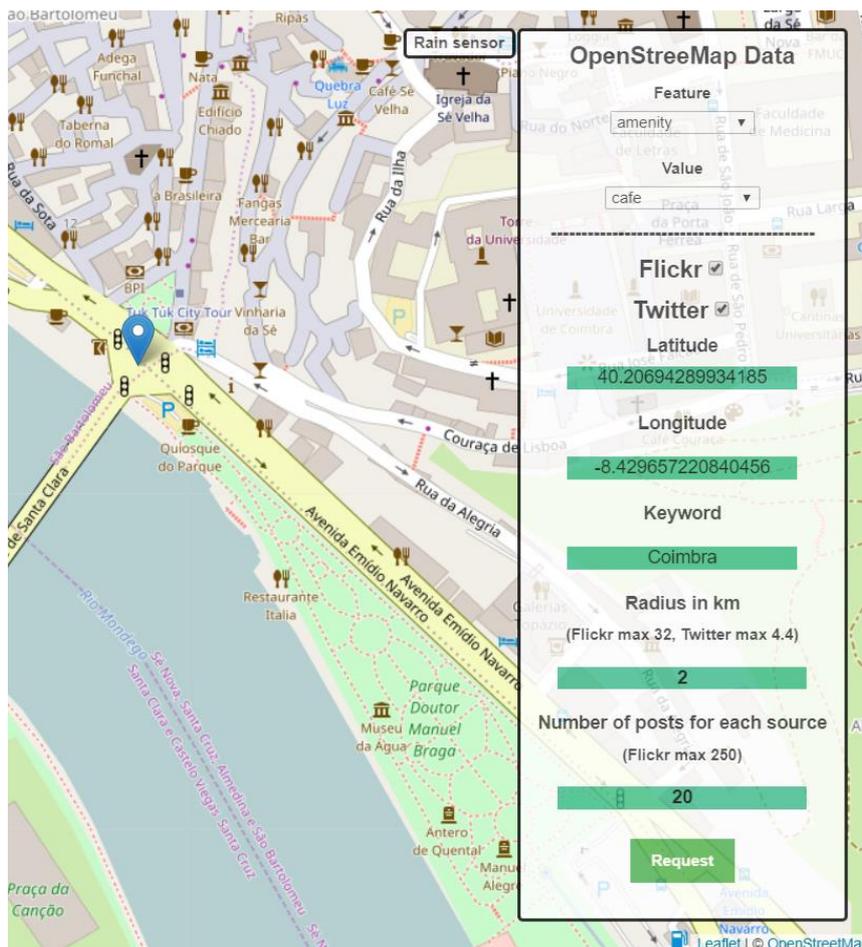
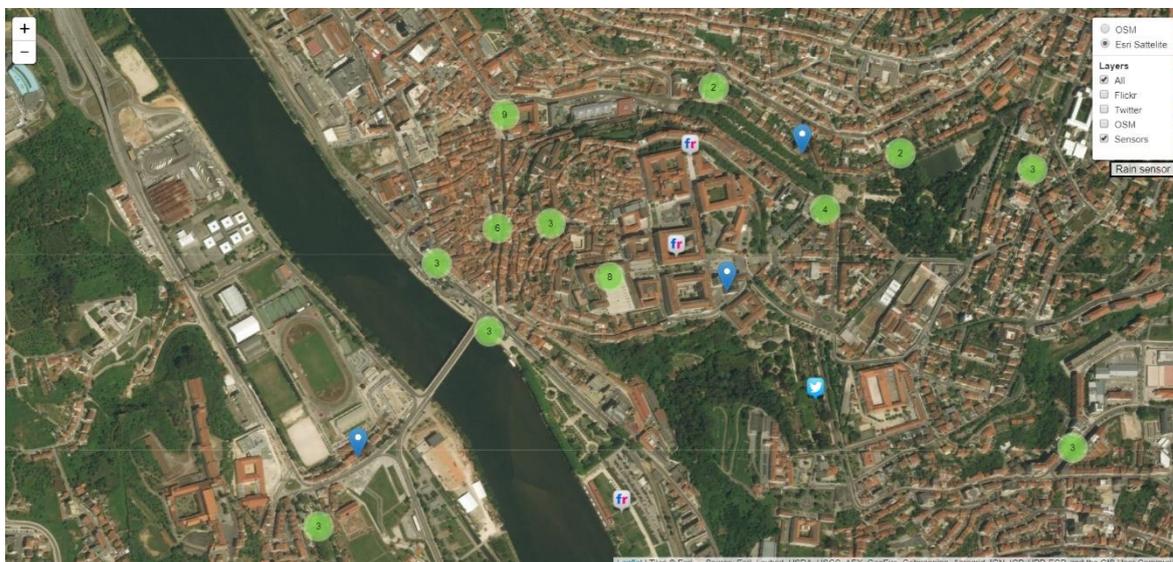


Figura 17 – Formulário de pesquisa para exemplificar o modo de utilização.

Com isto, para visualização dos resultados é necessário carregar no botão “Request” que irá redirecionar o utilizador para outra página *web* onde estes serão apresentados, como está ilustrado na Figura 18. Esta página, à semelhança da anterior, tem presente no canto superior esquerdo os botões para controlar a escala do mapa. Já no canto superior direito, as duas primeiras opções são relativas ao mapa de base, de forma idêntica ao que estava presente na página principal. Para este exemplo, foi escolhido um mapa de base de imagem de satélite, de forma a facilitar a observação dos resultados. Imediatamente abaixo, temos as opções que permitem escolher que camadas (*layers*) de informação se quer observar no mapa. Na Figura 18, está escolhida a opção “All” onde são mostrados os dados de todas as fontes de informação. No entanto, isto pode ser alterado, escolhendo apenas para ver os dados do *Flickr*, do *Twitter* ou do OSM. De referir que está também disponível uma opção chamada “Sensors”, que permite a visualização ou não do ícone que representa o sensor de precipitação referido anteriormente.

Ainda nesta página temos, identicamente à página anterior, o botão “*Rain Sensor*” que permite a observação dos dados do sensor.



**Figura 18 – Visualização do resultado da pesquisa exemplificativa.**

Assim, na Figura 18, podem ser observados os ícones referentes à localização de uma determinada publicação do *Flickr* ou do *Twitter*, tendo cada uma o seu ícone correspondente, e os dados do OSM através dos marcadores azuis, correspondendo às localizações de cafés naquela zona. No mapa, estão ainda presentes uns círculos que representam conjuntos de dados (*clusters*) das várias fontes de informação e que serão desagregados usando a funcionalidade de ampliação da escala do mapa.

Além da sua localização, que está representada no mapa, pode ser consultado outro tipo de informação acerca destes dados, carregando nos seus ícones. Como ilustrado pela Figura 19, as imagens A, B e C apresentam os detalhes que se podem observar, carregando nos ícones do *Flickr*, *Twitter* ou OSM, respetivamente. Como pode ser observado nesta Figura, nos detalhes do *Flickr* e do *Twitter* existe um campo chamado URL que, quando é selecionado, o navegador de internet abre outra página *web* que corresponde à publicação em causa.

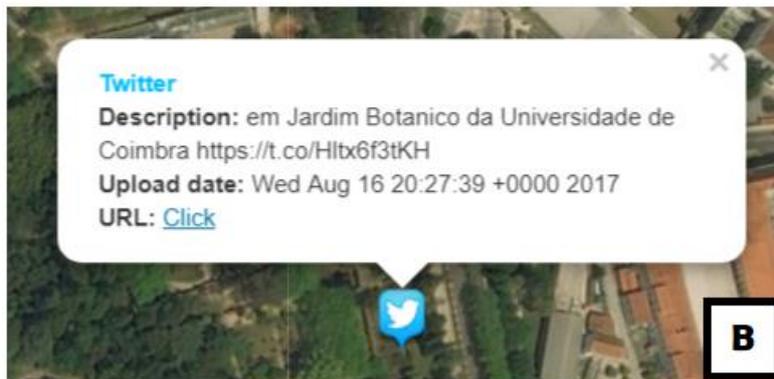


Figura 19 – Detalhes de alguns dados da pesquisa exemplificativa.

## 5. Resultados e Discussão

De modo a demonstrar as potencialidades da plataforma idealizada utilizando o protótipo criado, foram feitas pesquisas de informação relacionada com cenários de emergência passados em que a aplicação poderia ter sido útil. No entanto, isto apenas é possível utilizando como fonte de informação o *Flickr*, pois a API desta permite recolher dados até vários anos passados da data de pesquisa. O mesmo não acontece com o *Twitter*, pois a API deste apenas disponibiliza dados até uma semana anterior à data de pesquisa. Esta característica não é uma desvantagem relevante para o objetivo principal da plataforma, pois para ser utilizada por entidades de proteção civil no apoio a situações de emergência, a informação mais relevante será a que se obtiver em tempo-real ou mesmo apenas alguns minutos ou horas anteriores ao evento. No entanto, para efeitos de demonstração no âmbito deste trabalho ou para a realização de estudos pós-evento, esta restrição apresenta torna-se uma grande desvantagem.

Em função do acima descrito, decidiu-se fazer algumas demonstrações e apresentação de resultados em que se irá utilizar apenas o *Flickr* e o OSM como fontes de informação, sendo feitas pesquisas com algumas palavras-chave e em localizações referentes a alguns eventos de emergência que aconteceram recentemente.

Relativamente aos dados do OSM, estes foram descarregados e adicionados à base de dados do protótipo apenas para o efeito dos exemplos que se seguem, pois, como referido anteriormente, no servidor apenas estão disponíveis dados para a cidade de Coimbra.

### 5.1. Incêndio da *Grenfell Tower* em Londres

O primeiro evento que vai ser usado para demonstrar a utilização do protótipo criado aconteceu no dia 14 de junho de 2017. Nesta data ocorreu um grave incêndio na *Grenfell Tower* em Londres onde morreram pelo menos 80 pessoas e ficaram feridas mais de 70 (<http://www.dn.pt/mundo/interior/grenfell-tower-divulgado-video-do-interior-do-predio-onde-morreram-mais-de-80-pessoas-8631422.html>).

Para a recolha de informação deste evento foi feita uma pesquisa na aplicação, utilizando como fontes de informação o *Flickr* e o OSM. No formulário da página inicial do protótipo foi indicado como centro de localização da pesquisa a própria *Grenfell Tower*, a palavra-chave “*fire*”, um raio de pesquisa de 1 km e foram pedidas 250 publicações do *Flickr* (máximo permitido pela API desta fonte). Teve-se em consideração o uso de uma palavra-chave em inglês visto ser a língua oficial do país em que se está a realizar a pesquisa. Ainda no OSM foi escolhida a *feature*

“buildings” e o value “apartments” de modo a que resultem da pesquisa os locais residenciais daquela zona, visto que pode ser informação útil às entidades de proteção civil se houve necessidade de evacuação de população das suas casas. A Figura 20 apresenta o formulário preenchido, bem como a localização do centro de pesquisa.

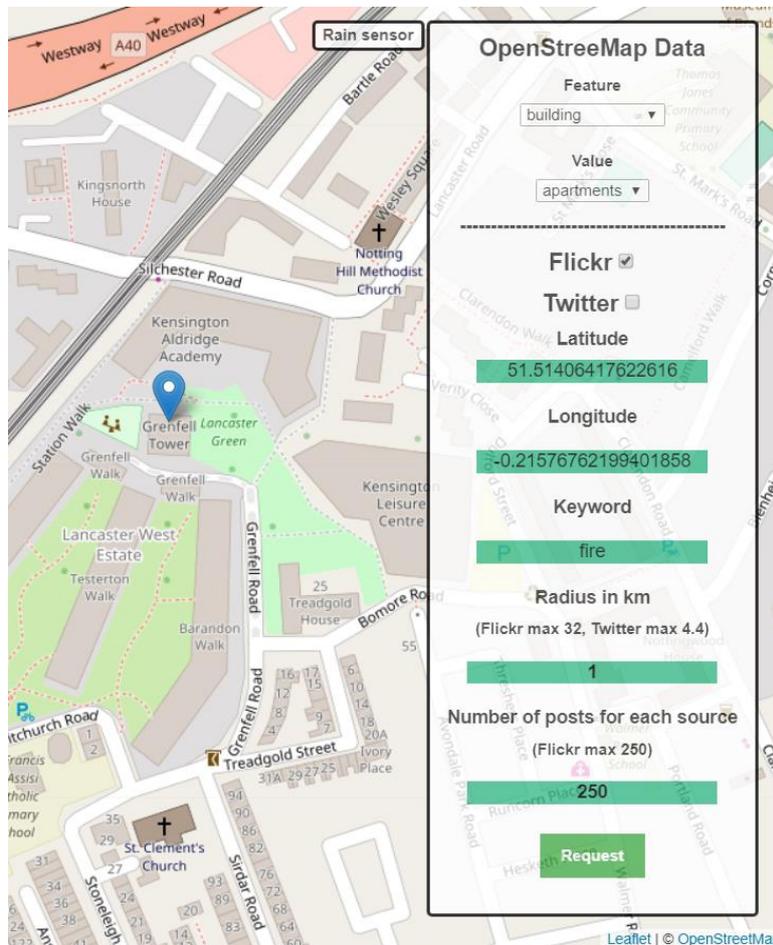
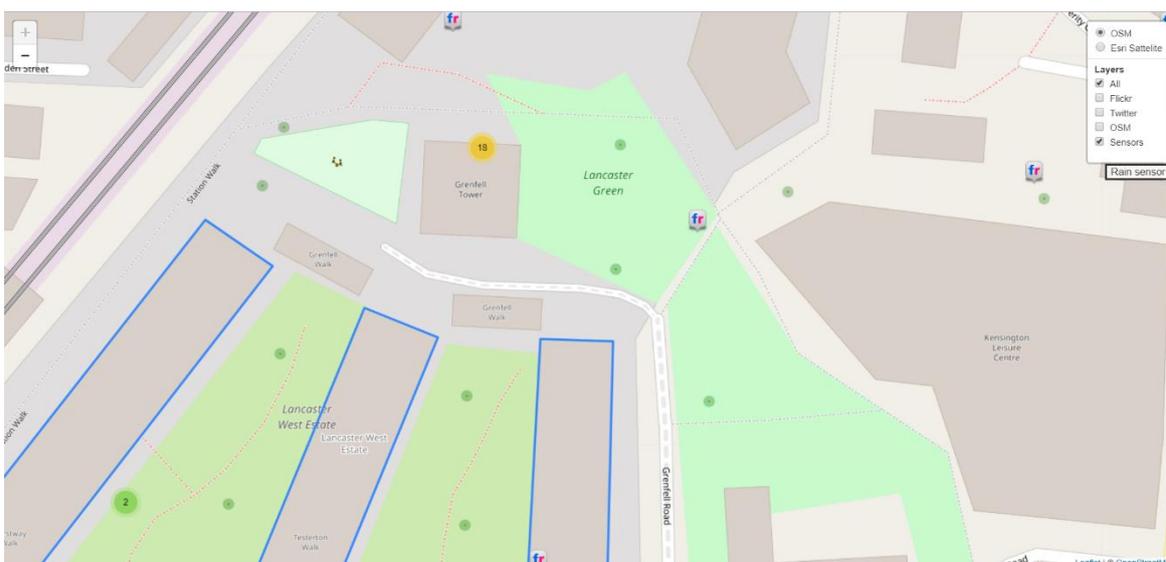


Figura 20 – Formulário de pesquisa para o incêndio na *Grenfell Tower* em Londres.

Com esta pesquisa foi obtido o resultado mostrado na Figura 21 onde estão apenas apresentados alguns dos resultados obtidos, pois foi feito uma aproximação à zona próxima da *Grenfell Tower*, ou seja, a zona de interesse do evento em causa.



**Figura 21 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio na *Grenfell Tower* em Londres.**

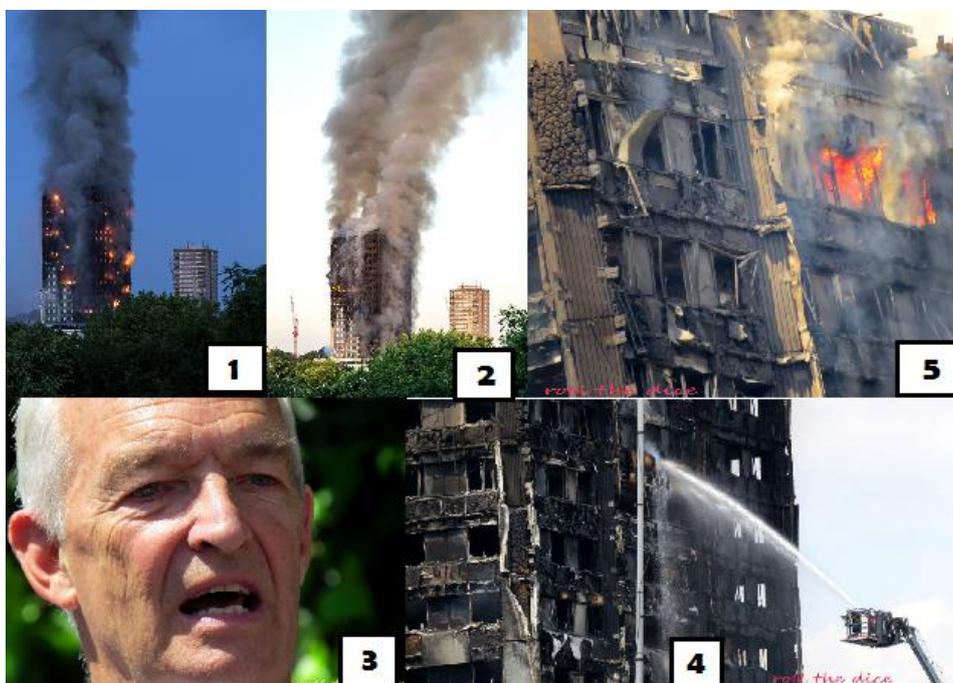
Como observado na Figura 21, a maior concentração de dados recolhidos está georreferenciada na localização da *Grenfell Tower* (18 publicações). Ainda na mesma Figura, podem ser observados os dados resultantes do OSM (accedidos no dia 31 de julho de 2017), ou seja, os apartamentos, delimitados a azul. Percebe-se então o quão próximos estes estavam do local do incidente e esta poderia ser uma informação bastante útil às entidades de socorro de modo a perceber como poderiam reagir de acordo com o tipo de utilização dos edifícios ao redor do incêndio. Através do mapa de base (OSM) são observados outros edifícios que não foram dados como resultado, o que indica que não são edifícios residenciais.

A Figura 22 representa exatamente os mesmos resultados da Figura 21 apenas com a diferença de identificar as publicações do *Flickr* com um número de modo a facilitar a análise das fotografias. No *cluster* de publicações na localização da *Grenfell Tower* (18 publicações) foram apenas escolhidas 4 fotografias como exemplo, pois a maior parte delas são idênticas. Além disso, esta identificação foi feita por ordem cronológica e todas as fotografias apresentadas foram tiradas no dia 14 de junho de 2017.



**Figura 22 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio na *Grenfell Tower* em Londres com identificação das publicações do *Flickr*.**

Com a identificação das publicações feitas, a Figura 23 e 24 apresentam as fotografias organizadas cronologicamente referentes a cada uma das publicações de modo a facilitar a análise das mesmas.



**Figura 23 – Fotografias das publicações 1 a 5 dadas como resultado do incêndio em Londres.**



Figura 24 – Fotografias das publicações 6 a 10 dadas como resultado do incêndio em Londres.

De modo a se perceber ainda melhor a ordem cronológica das fotografias escolhidas para análise, foi criada uma linha de tempo do dia 14 de junho de 2017, apresentada na Figura 25, com a identificação da hora e minuto a que cada uma foi tirada.

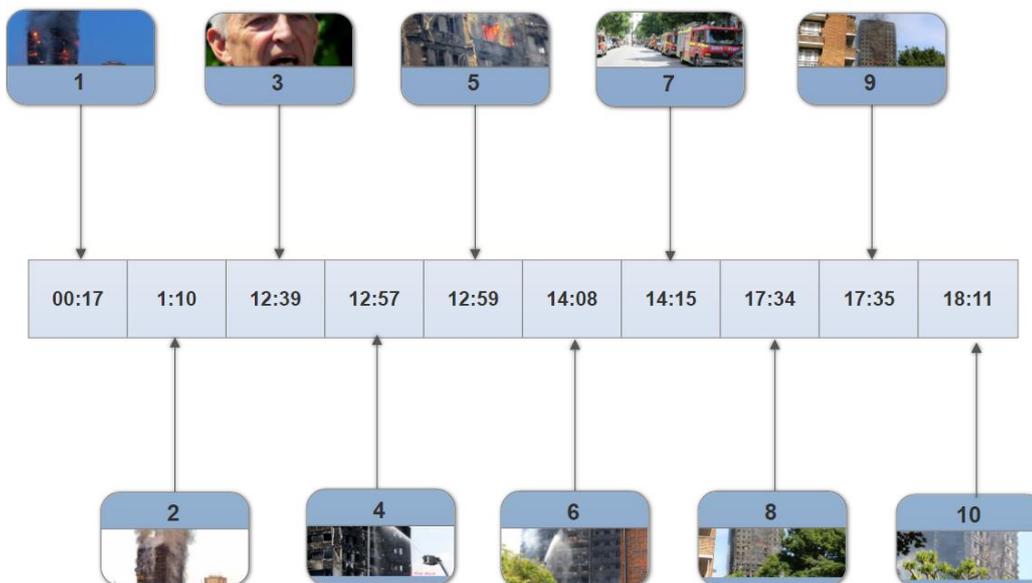


Figura 25 – Linha de tempo das fotografias escolhidas para análise do incêndio em Londres.

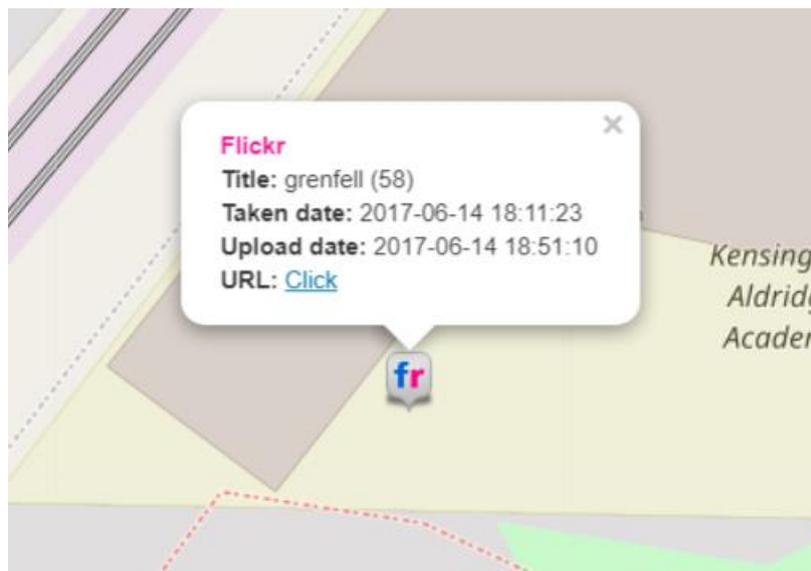
Começando a analisar os resultados obtidos, o problema que se identifica de imediato é o facto de haver fotografias que não mostram evento em si, ou seja, que à partida poderão não ter utilidade para as entidades de socorro. Essas fotografias são a 3 e 7, em que a primeira mostra a cara de uma pessoa e a segunda mostra os veículos de bombeiros estacionados. Apesar desta última estar diretamente ligada ao evento, mostrando os veículos dos bombeiros mobilizados para aquela zona, esta não contém nenhuma informação relevante acerca do evento, pois não é possível observar características do mesmo que possam auxiliar tomadas de decisão ou operações no local. Estas duas fotografias apareceram como resultados devido ao facto destas apresentarem a *tag* “fire” associada à publicação, e a 7 além da *tag*, contém também a mesma palavra no título e na descrição da imagem. Este exemplo ilustra a necessidade de a plataforma conter processos de validação e filtragem de texto e de fotografias antes da apresentação dos seus resultados, de modo a minimizar informações que não têm qualquer utilidade.

Observando agora as fotografias 1, 2, 6 e 7 que estão georreferenciadas em cima da *Grenfell Tower* pode-se identificar outro problema. Através das fotografias consegue-se perceber que a sua georreferenciação pode estar errada, pois pelo menos nas três primeiras nota-se que o fotógrafo capturou as fotos a uma distância significativa da torre. Isto pode querer dizer duas coisas: ou a georreferenciação do dispositivo que capturou as fotografias tem um erro significativo, ou então levanta-se uma questão ainda maior sobre o uso deste tipo de informação. Que coordenadas deverão ser associadas à fotografia? O local onde esta foi tirada ou o local que esta mostra? Se for útil que esteja associado à fotografia as coordenadas do local onde esta foi tirada, nestes quatro exemplos a georreferenciação está incorreta. Por outro lado, se o interesse será de associar as coordenadas do que a fotografia mostra, as imagens 1, 2 e 6 estão georreferenciadas corretamente, pois mostram as três a *Greenfell Tower*. Do ponto de vista da Proteção Civil, deverá ser do seu interesse que as coordenadas correspondam ao acontecimento que está a ser mostrado na fotografia por duas razões:

- Pelo facto de se conhecer exatamente a localização do fenómeno que está a ser representado pela fotografia;
- E facilitar a pesquisa de informação através desta plataforma, ou seja, numa pesquisa onde se escolha como área de procura de informação a zona ao redor do evento, irão aparecer fotografias que mostram o que está a acontecer nesse local. No entanto estas podem ter sido capturadas a uma distância bastante significativa do acontecimento.

Este também é um grande problema que deriva do uso deste tipo de dados, ou seja, a localização de um determinado resultado pode não ser a localização do local onde a fotografia foi tirada (ou a localização do que se mostra na mesma), o que pode influenciar de forma negativa os processos e tomadas de decisão das entidades de socorro. Com isto é necessário que a plataforma também possua processos de validação da localização das publicações e, se possível, métodos que possam ajustar a georreferenciação das mesmas.

Outro problema associado ao uso de informação disponibilizada por este tipo de plataformas é o intervalo de tempo entre a captura da fotografia (neste caso) e a publicação online da mesma. Na Figura 26 pode-se observar as informações detalhadas da fotografia número 10, estando disponível a hora e dia da captura da fotografia (*Taken date*) bem como da publicação no *Flickr* (*Upload date*). Neste exemplo a diferença são de cerca de 40 minutos o que já pode fazer diferença durante um evento que modifique as suas características rapidamente. Noutras situações estes intervalos de tempo podem chegar a ser horas ou dias. Assim, será conveniente considerar sempre a data de captura da fotografia e não a data de publicação



**Figura 26 – Informação detalhada da imagem número 10 dos resultados do incêndio da Grenfell Tower em Londres.**

Apesar dos problemas indicados é perceptível a utilidade que esta aplicação pode ter observando as restantes fotografias. As que foram aqui apresentadas são apenas uma amostra dos resultados obtidos, e através apenas de 10 publicações pôde-se ter uma noção do desenrolar dos acontecimentos ao longo do dia 14 de junho.

## 5.2. Incêndio florestal de Pedrogão Grande em Portugal

Ainda dentro da temática de eventos relacionados com incêndios, em Portugal no dia 17 de junho de 2017 deflagrou um incêndio florestal no concelho de Pedrogão Grande, distrito de Leiria, tendo este alastrado a concelhos vizinhos como Castanheira de Pera, Figueiró dos Vinhos entre outros. Este foi um dos acontecimentos trágicos que mais abalou o país nos últimos anos, tendo tido um balanço provisório de 64 mortos e mais de 200 feridos (<https://www.publico.pt/2017/06/24/sociedade/noticia/incendio-de-pedrogao-grande-finalmente-dado-como-extinto-1776838>).

Da mesma forma que no ponto anterior, apenas é possível obter dados acerca deste evento através do *Flickr* e do OSM, pois o *Twitter* não permite uma pesquisa de informação com data anterior a uma semana da data de pesquisa. Sendo assim, através do protótipo criado, foi feita uma pesquisa de informação numa zona florestal que foi bastante afetada, próximo de Castanheira de Pera (Figura 27). Ainda nesta Figura está presente o formulário de pesquisa onde se observa que não foi dada nenhuma palavra-chave. Isto deve-se ao facto de se terem feito diversas pesquisas com palavras-chave relacionadas com o evento em si e não se ter obtido qualquer resultado. Desta forma, como se irá ver adiante, irão ser apresentados alguns resultados que serão analisados posteriormente. Relativamente à pesquisa de dados no OSM foi escolhida a *feature* “*highway*” que é a *key* que contém todos os tipos de estradas e caminhos. Por essa razão não foi escolhido nenhum *value* de modo a que se apresente nos resultados todas as estradas e caminhos da zona escolhida. Ainda neste formulário foi escolhido um raio de pesquisa de 4 km e um número de publicações a ser apresentado de 250, que é o máximo permitido pelo *Flickr*.

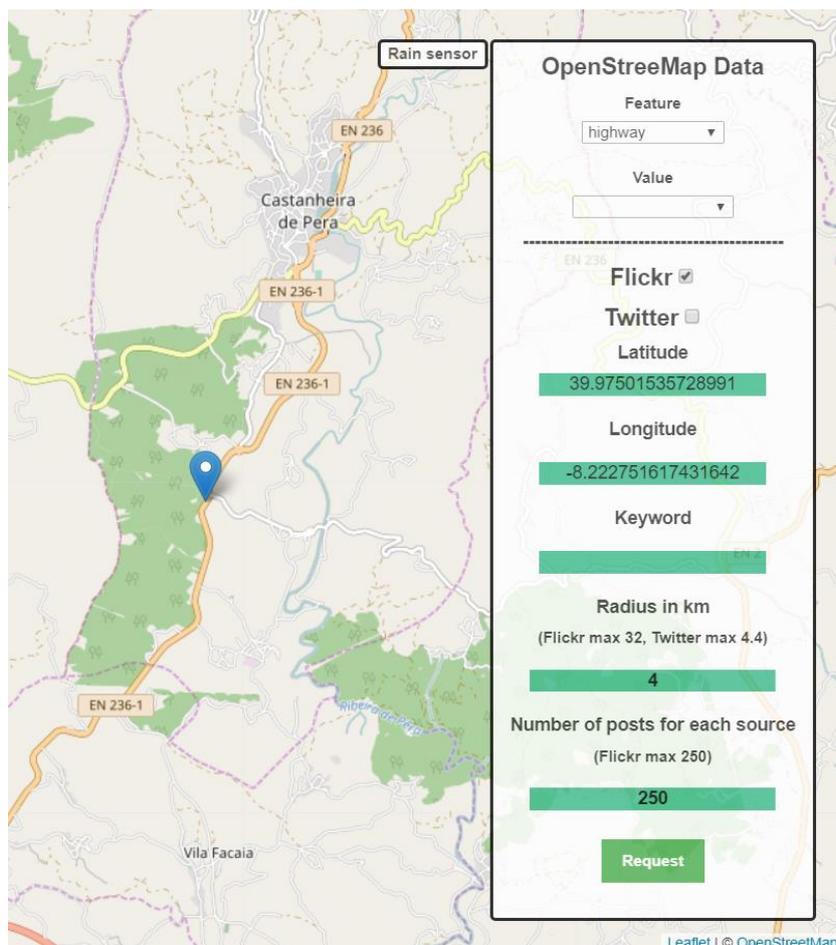


Figura 27 – Formulário de pesquisa para o incêndio de Pedrogão Grande em Portugal.

Através desta pesquisa foram obtidos os resultados que estão representados na Figura 28, tendo sido feita uma aproximação à zona de interesse. Podem-se observar nesta Figura, as linhas azuis que representam os dados adquiridos através do OSM (no dia 14 de agosto de 2017) identificando as estradas e caminhos da zona em questão. Da mesma forma que o exemplo anterior, são também observados os dados resultantes do *Flickr*, e de modo a facilitar a análise da informação, a Figura 29 apresenta as publicações do *Flickr* numeradas de 1 a 10.

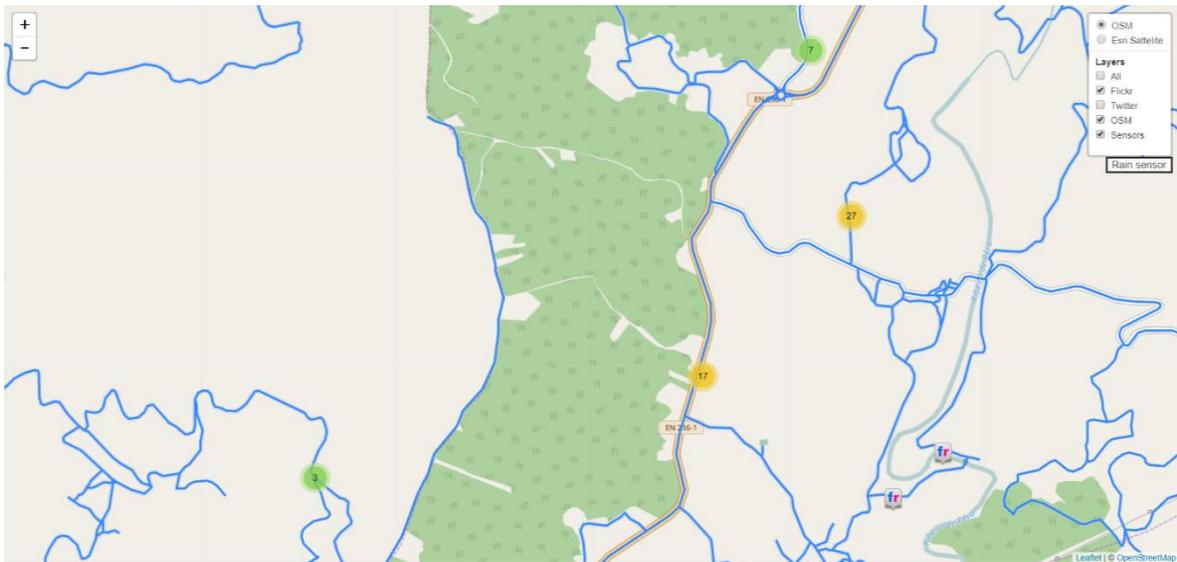


Figura 28 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio de Pedrogão Grande em Portugal.



Figura 29 – Resultados da pesquisa de informação para o incêndio de Pedrogão Grande em Portugal com identificação das publicações do *Flickr*.

São apresentadas nas Figuras 30 e 31 as fotografias correspondentes às publicações numeradas na Figura 29. Posteriormente, na Figura 32 está criada uma linha de tempo das 8

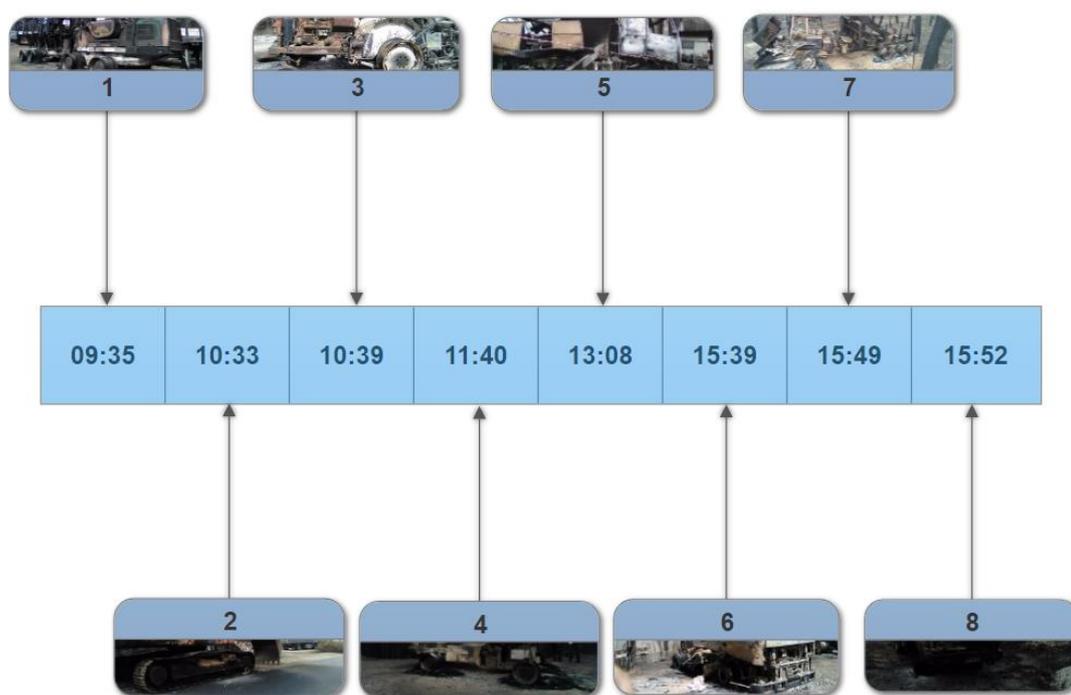
primeiras fotografias. Foram apenas consideradas estas 8 visto terem sido capturadas no mesmo dia (27 de junho de 2017), o que não acontece com as duas últimas (9 e 10) como se irá referir adiante.



Figura 30 – Fotografias das publicações 1 a 5 dadas como resultado do incêndio em Pedrogão Grande.



Figura 31 – Fotografias das publicações 6 a 10 dadas como resultado do incêndio em Pedrogão Grande.



**Figura 32 – Linha de tempo das fotografias escolhidas para análise do incêndio em Pedrogão Grande.**

Através desta pesquisa foi possível perceber, numa primeira fase, que não existe informação no *Flickr* referente à data do evento ou mesmo dos dias imediatamente posteriores ao mesmo. Isto deve-se ao facto desta fonte de informação não ser utilizada para publicações regulares e diárias por parte dos seus utilizadores, como é o caso do *Twitter*. Posto isto, foram recolhidos dados que datam de 10 dias após o evento, ou seja, 27 de junho de 2017. Mesmo não havendo informação disponível para data deste incêndio, as fotografias recolhidas ilustram os resultados da ocorrência.

Visto poder ser relevante para as entidades adquirir informação, antes, durante e após o evento não se irá descartar a informação obtida 10 dias após o evento. Como se pode observar pelas fotografias das Figuras 30 e 31, mais concretamente da 1 a 8, estas representam o estado do terreno nos dias posteriores ao evento. Estas publicações refletem principalmente os danos materiais sofridos por diversas empresas de exploração florestal da zona em questão. Mesmo não havendo nenhuma fotografia que represente apenas os danos do terreno é possível, através das indicadas, observar-se o estado em que se encontra a zona florestal daquela área. Este tipo de informação pode ser útil, pois após eventos de grandes dimensões,

como foi o caso, será necessário fazer balanços de danos materiais às empresas de exploração florestal (neste caso) e principalmente perceber o estado do terreno de modo a se poder evitar eventos secundários de outras naturezas, podendo os cidadãos contribuir com imagem que possam ilustrar a situação do local.

Da mesma forma que o exemplo anterior, também esta pesquisa demonstrou algumas fragilidades e problemas que podem ocorrer com a utilização do protótipo em questão.

Como observado pelas fotografias 8 e 9 da Figura 31, também neste exemplo foram encontrados dados que nada têm a ver com o objetivo da pesquisa. Contudo, e como apresentado no formulário da Figura 27, não foi indicada nenhuma palavra-chave, o que justifica o facto de se encontrarem dados irrelevantes ao objetivo da pesquisa.

Um dos maiores problemas encontrados neste exemplo foi o facto de não haver informação referente aos dias em que ocorreu o evento. A falta de informação é um problema grave que resulta da utilização deste tipo de dados, pois há sempre uma dependência do que os utilizadores publicarem ou não nas diferentes fontes de informação. Contudo, e como já referido, a informação recolhida com este exemplo pode eventualmente ser útil para o apoio a ações e decisões pós-evento.

### 5.3. Inundações em *Calgary, Alberta* no Canadá

Considerando outro tipo de evento, as inundações são um fenómeno natural que pode causar problemas graves, principalmente se ocorrerem em meios urbanos. Tendo isto em conta foi testada a obtenção de resultados, com o protótipo criado, das inundações de *Calgary, Alberta* no Canadá que ocorreram em junho de 2013, mais propriamente no dia 21 de junho de 2013 (<https://renx.ca/downtown-calgary-shut-down-by-flood-state-of-emergency-declared/>). A Figura 33 identifica os pontos principais da ocorrência de cheias na zona de *Calgary* na data mencionada. Com base nessa figura, foi escolhida como área de procura a zona do rio mais à esquerda da imagem. A Figura 34 mostra o formulário preenchido bem como a localização da pesquisa a realizar.

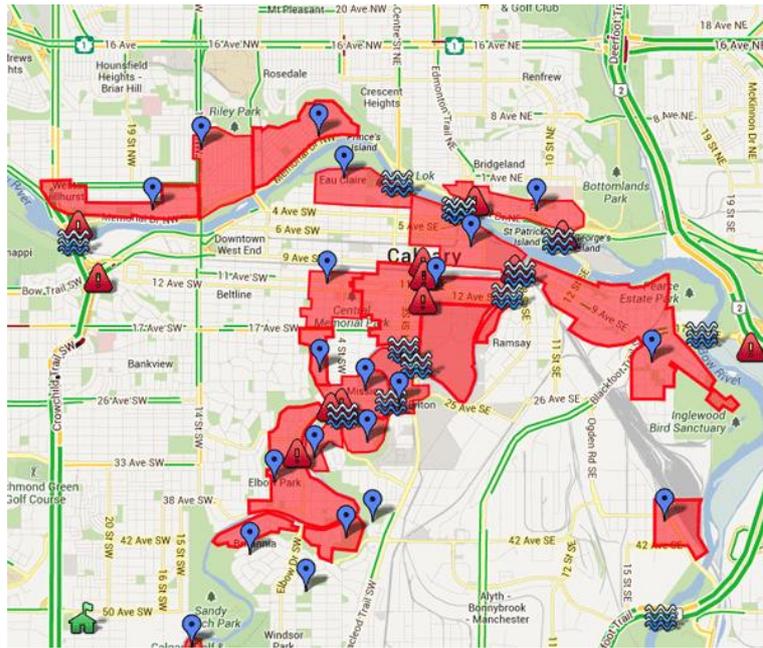


Figura 33 – Identificação das localizações mais afetadas da inundação de *Calgary* em 2013 (<https://renx.ca/downtown-calgary-shut-down-by-flood-state-of-emergency-declared/>).

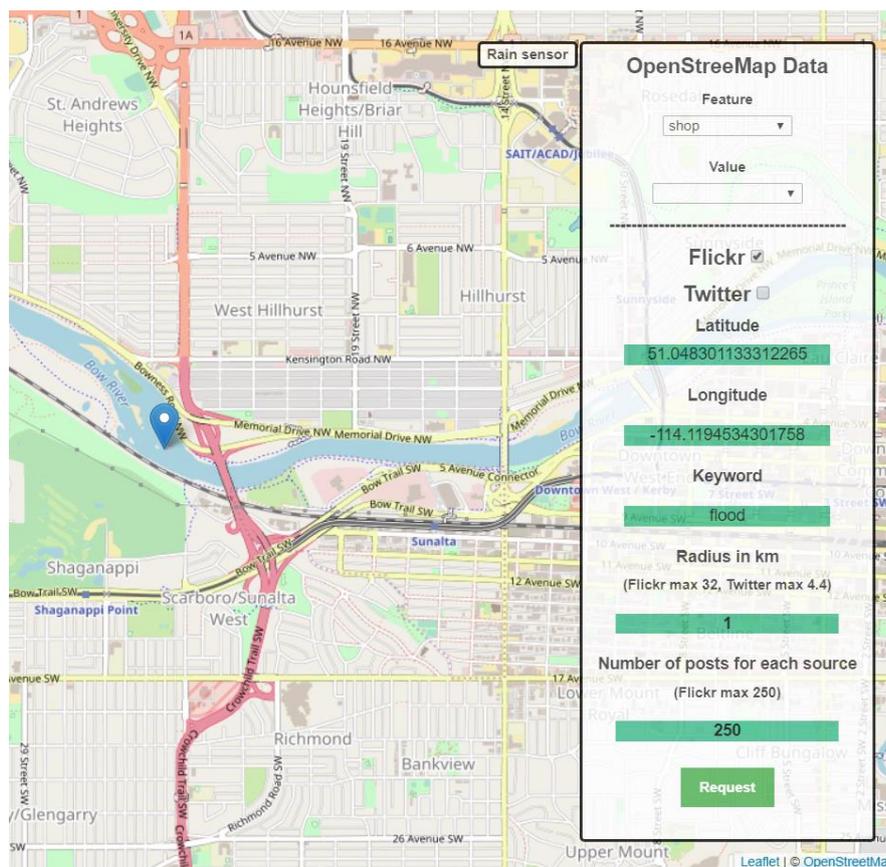
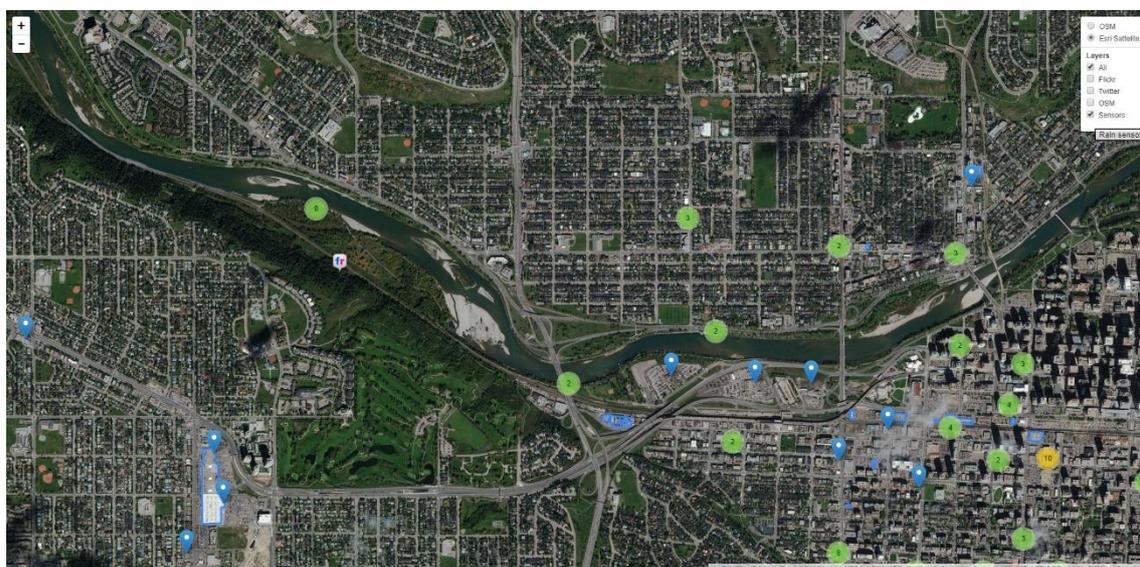


Figura 34 – Formulário de pesquisa para as inundações de *Calgary* em 2013.

Como observado, foi escolhida a *feature* “shop” sem nenhum *value* de modo a que se obtenha como resultados as localizações zonas e edifícios comerciais presentes nos dados do OSM, o que pode ser informação útil às entidades de socorro no decorrer de um evento desta natureza visto este ser um tipo de informação que não está presente em cartografia oficial. Foi determinada a palavra-chave “flood” que significa inundação em inglês, pois se estamos a pesquisar dados no Canadá, o mais natural será procurar com uma palavra-chave na língua oficial do país em questão. Assim, a Figura 35 apresenta os resultados obtidos com os parâmetros escolhidos, aproximado à zona de interesse.



**Figura 35 – Resultado da pesquisa de dados para as inundações de *Calgary* em 2013.**

Nestes resultados podem ser observadas as zonas delimitadas a azul e os marcadores azuis que são os dados vetoriais relacionados com zonas e edifícios de comércio presentes no OSM. Com isto é perceptível uma desvantagem da utilização dos dados desta plataforma, pois no lado direito da Figura 35, a zona central da cidade de *Calgary*, é notória que a quantidade de dados é maior do que na zona de interesse escolhida. Isto acontece porque a quantidade de dados existentes do OSM nas grandes cidades e principalmente nas suas zonas centrais, é mais do que nos arredores das mesmas.

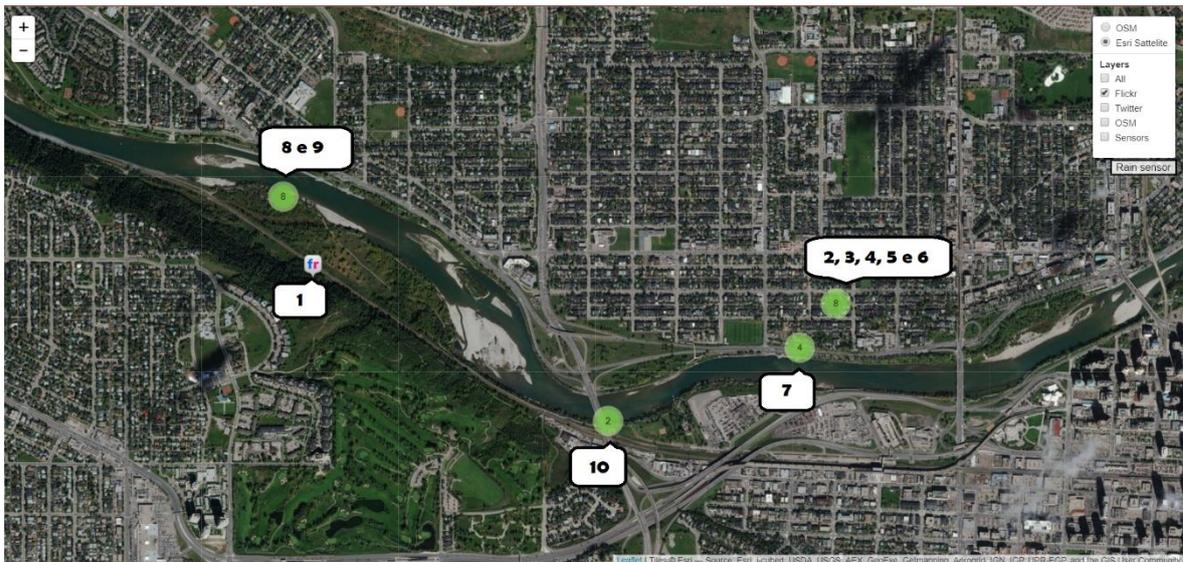


Figura 36 – Resultado da pesquisa de dados para as inundações de *Calgary* com identificação das publicações do *Flickr*.

Desta forma, e como feito anteriormente, na Figura 36 são identificados os resultados obtidos do *Flickr* de modo a facilitar a análise das imagens adquiridas. Assim, a Figura 37 e 38 apresentam as fotografias presentes nas publicações do *Flickr* obtidos como resultados e identificadas na Figura 36.



Figura 37 – Fotografias das publicações 1 a 5 dadas como resultado da inundação em *Calgary*.



Figura 38 – Imagens das publicações 6 a 10 dadas como resultado da inundação em *Calgary*.

Para uma melhor análise dos resultados obtidos, e de forma idêntica ao que foi apresentado anteriormente, a Figura 39 apresenta uma linha de tempo das fotografias identificadas nas Figuras 37 e 38.

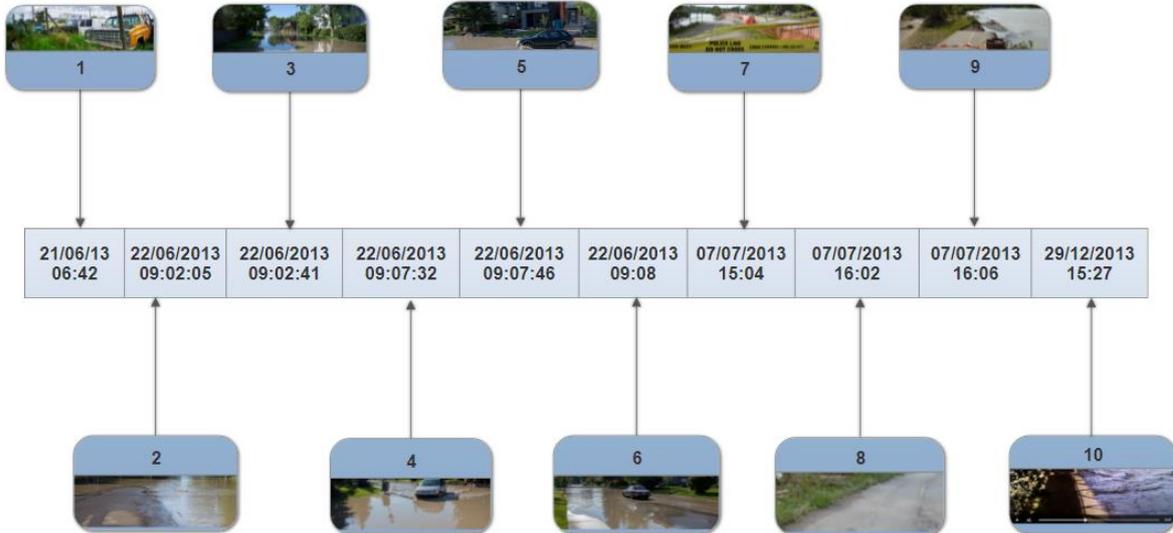
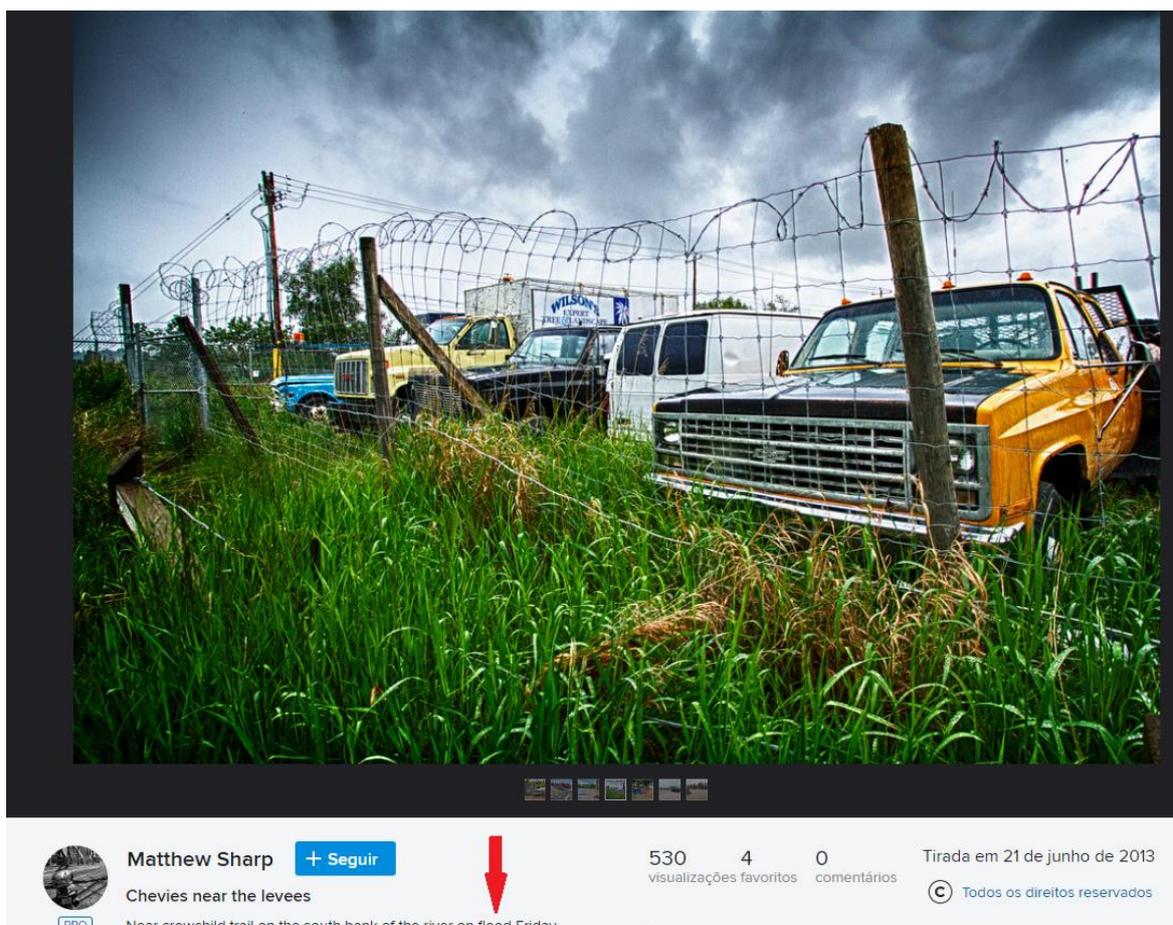


Figura 39 – Linha de tempo das fotografias escolhidas para análise da inundação em *Calgary*.

Começando a analisar as publicações escolhidas, e como observado na Figura 37, a imagem 1 nada tem a ver com as inundações propriamente ditas, apesar ser datada do dia do começo das mesmas. Isto ressalta novamente o problema da validação da informação, ou seja, seriam necessários processos de validação de imagem, ainda que, e como é o caso, a palavra-chave pesquisada esteja presente na descrição, como pode ser observado pela Figura 40.



**Figura 40 – Descrição de uma publicação do *Flickr* com a palavra “flood”.**

As fotografias seguintes, mais concretamente da 2 até à 6 inclusive, datam do dia posterior ao começo das cheias naquela zona, e representam perfeitamente o estado daquela área afetada pelas inundações. Apesar destas 5 fotografias estarem concentradas numa área geográfica muito reduzida, como se pode ver na Figura 36, estas poderão ter interesse para as entidades de proteção civil pois ilustram bem o estado e características da zona afetada. No dia 7 de julho do mesmo ano, foram tiradas as fotografias 7, 8 e 9 que mostram claramente as

consequências do evento em causa. Da mesma forma, e identicamente ao evento anterior, esta informação também poderá ser útil, visto que especialmente na imagem 9 a destruição de uma via foi consequência das cheias ocorridas, o que poderá apoiar a realização do balanço de estragos e avaliação dos prejuízos, bem como na previsão de algum evento secundário.

Não sendo este o objetivo primordial da plataforma e, apesar dos resultados obtidos poderem ter algum interesse às entidades de Proteção Civil, um dos grandes problemas é a falta de informação no decorrer do evento.

Uma surpresa relevada nestes resultados, foi o facto da ultima imagem apresentada (número 10) ser uma captura de ecrã, pois ao ser aberto o link da publicação, não havia sido publicada uma fotografia ou imagem, mas sim um vídeo. Este datado do dia 29 de dezembro, mostrava uma área de *Calgary* junto a uma ponte, onde o rio corria com uma grande corrente, derivado das inundações que também estavam a acontecer naquele mês.

#### **5.4. Considerações finais relativas ao protótipo**

As secções anteriores permitiram que fosse feita uma avaliação sobre a operacionalidade do protótipo e a satisfação dos objetivos para as funcionalidades e processos considerados.

Numa primeira fase, seria necessário que o protótipo pudesse facilitar a pesquisa de dados de diferentes fontes de informação numa determinada área utilizando palavras-chave. Considerando o *Flickr* e o *Twitter*, os processos automatizados da recolha da informação e a interface com o utilizador permitiu que as buscas fossem realizadas com sucesso, e com a obtenção de resultados que satisfaziam os parâmetros escolhidos na pesquisa. Em contrapartida o processo de obtenção de dados do OSM requer, por parte do administrador/programador, um descarregamento prévio dos mesmo para a zona em que se pretende fazer a pesquisa. Assim, e numa fase futura desta plataforma, este processo terá de sofrer alterações de modo a que seja simplificado o armazenamento de dados do OSM na base de dados. Apesar disto, e tendo a informação na base de dados, o procedimento por parte do utilizador na pesquisa de informação do OSM e posterior visualização de resultados está simplificado e é de fácil utilização.

Um parâmetro que se mostrou importante a ser desenvolvido no decorrer dos exemplos anteriores foi a possibilidade da escolha de um intervalo de tempo na pesquisa de informação do *Flickr* e do *Twitter*. Desta forma seria possível escolher, por exemplo, um determinado dia, e os resultados obtidos seriam publicações que tivessem sido carregadas apenas nesse dia. Isto facilitaria a obtenção de resultados mais concretos para uma determinada pesquisa.

Numa segunda fase, seria importante que o protótipo pudesse fornecer dados georreferenciados e com informação útil para as entidades de socorro. Sabendo de antemão que nem todos os utilizadores das fontes de informação escolhidas carregam as suas publicações com localização associada, a quantidade de dados resultantes das pesquisas nos exemplos anteriores revelou que é possível obter informação georreferenciada e com utilidade para a Proteção Civil. Existem claro algumas limitações relativamente à qualidade e possível utilidade de alguma da informação obtida, mas é razoável afirmar que o balanço entre dados que possam ser úteis e dados que são irrelevantes é positivo.

Assim considera-se que o protótipo correspondeu aos objetivos pretendidos e que este apresenta potencial para ser desenvolvido com a finalidade de ser utilizado por entidades de socorro no apoio à tomada de decisão.

## 6. Conclusões e trabalho futuro

Com o objetivo de desenvolver um protótipo de uma plataforma *web* que permitisse a pesquisa de informação em várias fontes de IGV, identificá-la e visualizá-la georreferenciada num mapa, este trabalho teve como ponto de partida a escolha e análise de diversas plataformas que pudessem ser utilizadas como fontes de informação à plataforma idealizada.

Esse estudo revelou as vantagens e dificuldades associadas à utilização de cada uma das fontes de informação escolhidas e posterior escolha das que iriam fazer parte do protótipo a ser desenvolvido. Tendo a possibilidade de realizar pesquisas através de palavras-chave e localizações, adicionando o facto da simplicidade de utilização das suas APIs, o *Flickr* e o *Twitter* foram escolhidas como fontes de informação do protótipo que se iria desenvolver.

À parte destas, seria também necessário que houvesse alguma fonte de dados vetoriais voluntários associada ao protótipo, tendo-se escolhido a plataforma mais utilizada de informação vetorial voluntária, o OSM.

Desta forma, e utilizando o *Python* como linguagem base de programação associada a uma *web framework* chamada *Django*, o protótipo foi desenvolvido com base nos objetivos anteriormente indicados. Com este, foram perceptíveis algumas vantagens e desvantagens, bem como funcionalidades e processos que deverão ser desenvolvidos de modo a obter, futuramente, um produto final bem conseguido.

Durante o desenvolvimento do protótipo foram tidos em conta diversos fatores importantes. Numa primeira fase foi importante perceber que as diversas fontes de informação apesar de serem todas contactadas através das suas APIs e do conceito ser o mesmo, estas consideram metodologias distintas. Deste modo, foi necessário perceber como é feito o contacto com as APIs e fazer a sua adaptação ao código fonte da aplicação. Com isto, e como referido anteriormente, as pesquisas de dados através destas APIs resultam em ficheiros em formato JSON, mas com estruturas diferentes. No caso do protótipo desenvolvido, estes resultados foram manipulados através do código fonte de modo a serem visualizados da forma que se pretendia.

Relativamente aos dados e à sua manipulação, é importante também perceber como se irá estruturar a base de dados que irá armazenar toda a informação, temporariamente ou não. No caso deste protótipo, na base de dados desenvolvida, foram criadas tabelas para cada *feature* do OSM e conseqüentemente para cada geometria. Por exemplo, para a *feature buildings*, foi criada

uma tabela que armazena os dados do tipo ponto desta *feature* e outra com os dados do tipo linha (que representam os polígonos dos edifícios).

Num trabalho futuro, aquando da utilização de mais fontes de informação, será necessário integrar os dados para posterior processamento, visto estes terem características diferentes, como se pôde observar pelos ficheiros em formato JSON resultantes. Estes irão necessitar de ser reestruturados de forma a serem integrados num mesmo ficheiro para posteriormente processos de validação poderem atuar sobre esses dados.

Relativamente ao processo de pesquisa de informação no *Flickr* e no *Twitter*, foi sentida, durante alguns testes, a necessidade de ter desenvolvido um parâmetro onde se pudesse escolher um intervalo de tempo com a data e hora, de modo a realizar a pesquisa de dados apenas naquele intervalo de tempo. Devido ao facto das datas e horas associadas aos ficheiros em formato JSON terem estruturas diferentes, isso exigiria uma reestruturação da apresentação das datas e horas para um formato comum e, posteriormente, teria de ser desenvolvido um processo de filtragem de modo a apenas dar como resultado ao utilizador as publicações no intervalo de tempo especificado. Com a exigência destes processos foi dada prioridade a outros métodos que necessitavam de estar desenvolvidos.

Ainda com este teste e com outros realizados durante o desenvolvimento do protótipo, foi notória a necessidade de considerar processos de validação da informação. Para o objetivo em causa, é necessário que se garanta que os dados que resultam da pesquisa de informação na plataforma sejam efetivamente úteis e verdadeiros. Assim, será necessário desenvolver processos de validação, por exemplo de imagens e de texto, que garantam que uma imagem resultante de uma pesquisa está de acordo com o que o utilizador necessita. Da mesma forma, dados em texto poderão passar por diversos processos de validação de modo a perceber se a palavra-chave escolhida pelo utilizador está a ser usada de uma forma correta no texto publicado ou mesmo, se essa publicação tem interesse para o utilizador. Com alguns destes processos, podem-se minimizar informações falsas ou sem interesse para a pesquisa realizada. Um processo de validação que poderá ser desenvolvido em trabalho futuro será, por exemplo, a utilização dos dados de sensores. No caso de sensores de nível da água poderão ser descartadas imagens, texto ou vídeos referentes a uma inundação numa determinada zona e num determinado dia e horário, se o valor do nível da água para aquele momento não corresponder a um valor espectável para uma inundação.

No entanto, mesmo que estes processos sejam desenvolvidos, ainda existem limitações que necessitam de ser ultrapassadas. Isto deve-se ao facto de, ainda como base nos testes feitos a este protótipo, muitas das vezes não existir informação em tempo-real para um determinado evento. Mesmo sendo as redes sociais um dos maiores meios de partilha e comunicação entre pessoas, a grande maioria das publicações não utiliza localização geográfica explícita, dificultando a obtenção das coordenadas associadas à publicação em causa. Na maior parte destas, está indicada a cidade ou o país onde foi feita, mas poucas vezes as suas coordenadas geográficas estão explicitamente representadas nos dados. Este aspeto implica que no futuro sejam consideradas mais fontes de dados e eventualmente a criação de uma aplicação própria para a sua recolha.

Mesmo sendo o objetivo deste trabalho a utilização desta plataforma para apoiar entidades de socorro, percebeu-se, com alguns testes feitos com o protótipo, que esta plataforma poderá ter objetivos mais abrangentes e ser utilizada para diversos fins, tendo os processos de validação e de processamento dos dados de ser adaptados a cada objetivo. Por exemplo, para fins turísticos ou de restauração, pode ser útil a um utilizador comum ter os dados das publicações de outros cidadãos num determinado ponto turístico ou restaurante. Assim este pode ter informação relativa por exemplo, ao número de pessoas no local, às condições atmosféricas se for um espaço ao ar livre, etc.

Com a realização deste trabalho, foi perceptível o contributo que uma plataforma deste género poderá dar no auxílio às entidades de socorro, mas também as dificuldades que advêm da utilização da IGV como fonte de informação. Pessoalmente, a oportunidade de desenvolver esta plataforma/aplicação contribuiu para o interesse acrescido de explorar ainda mais a área da programação. Ao longo deste processo fui-me deparando com inúmeras dificuldades principalmente na área do desenvolvimento de sistemas, as quais tentei de alguma forma colmatar. Desta forma e mesmo não tendo uma base sólida de informática, o trabalho desenvolvido contribuiu para uma aprendizagem autodidata e para o interesse de continuar a desenvolver as minhas capacidades nesta área.

Como fruto deste trabalho surgiram oportunidades de publicações como a exposição de um Poster no AGILE 2017 na Holanda, a apresentação de um artigo e de uma demonstração no Exp.at'17 em Faro e ainda a preparação para uma submissão em breve de um artigo para a revista *International Journal of Online Engineering (iJOE)*.

## Bibliografia

- ACAR, A., & MURAKI, Y. (2011) *Twitter* for crisis communication: lessons learned from Japan's tsunami disaster. *International Journal of Web Based Communities*, 7, 392.
- AHMED, A., & SARGENT, J. (2014) Analysis of post-crisis *Twitter* communication: a study of the Iquique, Chile earthquake. *Proceedings of the 25th Australasian Conference on Information Systems*. Obtido de <http://aut.researchgateway.ac.nz/handle/10292/8034>
- ANTONIOU, V., FONTE, C. C., SEE, L., ESTIMA, J., ARSANJANI, J. J., LUPIA, F., ... FRITZ, S. (2016) Investigating the Feasibility of Geo-Tagged Photographs as Sources of Land Cover Input Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5, 64.
- ANTONIOU, V., & SKOPELITI, A. (2015) Measures and Indicators of Vgi Quality: an Overview. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, II-3/W5, 345–351.
- AULOV, O., PRICE, A., & HALEM, M. (2014) AsonMaps: A platform for aggregation visualization and analysis of disaster related human sensor network observations. *ISCRAM 2014 Proceedings - 11th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, 802–806.
- BAKILLAH, M., LIANG, S., ZIPE, A., & ARSANJANI, J. (2013) Semantic Interoperability of Sensor Data with Volunteered Geographic Information: A Unified Model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2, 766–796.
- BALLATORE, A., & BERTOLOTTO, M. (2011) Semantically enriching VI in support of implicit feedback analysis., 1, 133–150.
- BRUNS, A., & BURGESS, J. (2012) Local and global responses to disaster: #eqnz and the Christchurch earthquake. *Disaster and Emergency Management Conference*, 86–103.
- BRUNS, A., BURGESS, J. E., CRAWFORD, K., & SHAW, F. (2012) #qldfloods and @QPSMedia: Crisis Communication on *Twitter* in the 2011 South East Queensland Floods. *ARC Centre of Excellence for Creative Industries and Innovation*. Obtido de <http://eprints.qut.edu.au/48241/>
- BUDHATHOKI, N. R., BRUCE, B., & NEDOVIC-BUSIC, Z. (2008) Reconceptualizing the role of

- the user of spatial data infrastructure., 149–160.
- CASTANHARI, R. E. S., ROCHA, R. DOS S., ANDRADE, S. C. DE, & PORTO DE ALBUQUERQUE, J. (2016) A Software Architecture to Integrate Sensor Data and Volunteered Geographic Information for Flood Risk Management. *Proceedings of the ISCRAM 2016 Conference – Rio de Janeiro, Brazil, May 2016*.
- COLEMAN, D. J., GEORGIADOU, Y., LABONTE, J., OBSERVATION, E., & CANADA, N. R. (2009) Volunteered Geographic Information: The Nature and Motivation of Producers. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 4, 332–358.
- COSTA, J., FERREIRA, J. C., DOMINGUES, L., TAVARES, T., DIEGUES, V., & COUTINHO, C. (2009) CONHECER E UTILIZAR A WEB 2.0: UM ESTUDO COM PROFESSORES DO 2º, 3º CICLOS E SECUNDÁRIO. *Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho, 2009*, 5614–5630.
- Craglia, M., GOODCHILD, M. F., ANNONI, A., CAMARA, G., GOULD, M., KUHN, W., ... PARSONS, E. (2008) Editorial: Next-Generation Digital Earth. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 3, 146–167.
- CROOKS, A., CROITORU, A., STEFANIDIS, A., & RADZIKOWSKI, J. (2013) #Earthquake: *Twitter* as a Distributed Sensor System. *Transactions in GIS*, 17, 124–147.
- DALY, S., & THOM, J. A. (2016) Mining and Classifying Image Posts on Social Media to Analyse Fires.
- DE ALBUQUERQUE, J. P., HERFORT, B., BRENNING, A., & ZIPF, A. (2015) A geographic approach for combining social media and authoritative data towards identifying useful information for disaster management. *International Journal of Geographical Information Science*, 8816, 1–23.
- DE LONGUEVILLE, B., ANNONI, A., SCHADE, S., OSTLAENDER, N., & WHITMORE, C. (2010) Digital Earth's Nervous System for crisis events: real-time Sensor *Web* Enablement of Volunteered Geographic Information. *International Journal of Digital Earth*, 3, 242–259.
- ECMA INTERNATIONAL (2013) The JSON Data Interchange Format. *Standard ECMA-404*, 1st Editio, 8.

- ELLISON, N. B., STEINFELD, C., & LAMPE, C. (2007) The benefits of *Facebook* «friends»: Social capital and college students' use of online social network sites. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 12, 1143–1168.
- ELWOOD, S. (2008) Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS., 173–183.
- ESTIMA, J., & PAINHO, M. (2016) User Generated Spatial Content-Integrator: Conceptual Model to Integrate Data from Diverse Sources of User Generated Spatial Content. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5, 183.
- FONTE, C. C., BASTIN, L., SEE, L., FOODY, G., & LUPIA, F. (2015) Usability of VGI for validation of land cover maps. *International Journal of Geographical Information Science*, 29, 1269–1291.
- GOODCHILD, M. F. (2007) CITIZENS AS SENSORS: THE WORLD OF VOLUNTEERED GEOGRAPHY 1 Michael F. Goodchild., 1–15.
- GROSSNER, K., & GLENNON, A. (2007) Volunteered Geographic Information: Level III of a Digital Earth System.
- HARDY, D., FREW, J., & GOODCHILD, M. F. (2012) Volunteered geographic information production as a spatial process. *International Journal of Geographical Information Science iFirst*, 2012, 1–22, 37–41.
- HULL, R., & ZHOU, G. (1996) A *Framework* for Supporting Data Integration Using the Materialized and Virtual Approaches.
- JOKAR ARSANJANI, J., ZIPF, A., MOONEY, P., & HELBICH, M. (2015) *OpenStreetMap* in GIScience. *OpenStreetMap in GIScience: Experiences, Research, Applications*, 1–20.
- LACHLAN, K. A., SPENCE, P. R., LIN, X., & DEL GRECO, M. (2014) Screaming into the Wind: Examining the Volume and Content of *Tweets* Associated with Hurricane Sandy. *Communication Studies*, 65, 500–518.
- LI, L., & GOODCHILD, M. F. (2010) The Role of Social Networks in Emergency Management. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management*, 2, 48–58.
- MCDUGALL (2009) The Potential of Citizen Volunteered Spatial Information for Building SDI.

*GSDI-11 Conference*, 10.

- MIRANDA, T. S. (2010) Uma Arquitetura Para Contribuição Geográfica Voluntária Em Infraestruturas De Dados Espaciais : *ComunidadesdePratica*.
- MOONEY, P., & CORCORAN, P. (2011) Annotating Spatial Features in *OpenStreetMap* Peter Mooney and Padraig Corcoran.
- NGAMASSI, L., RAMAKRISHNAN, T., & RAHMAN, S. (2016) Examining the Role of Social Media in Disaster Management from an Attribution Theory Perspective. *Proceedings of the ISCRAM 2016 Conference – Rio de Janeiro, Brazil*, May, 7.
- PALEN, L., VIEWEG, S., LIU, S. B., & HUGHES, A. L. (2009) Crisis in a networked world features of computer-mediated communication in the April 16, 2007, Virginia Tech Event. *Social Science Computer Review*, 27, 467–480.
- POTTER, E. (2016) Balancing Conflicting Operational and Communications Priorities: Social Media Use in an Emergency Management Organization. *Social Media Studies*.
- SAKAKI, T., OKAZAKI, M., & MATSUO, Y. (2010) Earthquake shakes *Twitter* users. *Proceedings of the 19th international conference on World wide web WWW 10*, 851.
- SCHADE, S., DÍAZ, L., OSTERMANN, F., SPINSANTI, L., LURASCHI, G., COX, S., ... DE LONGUEVILLE, B. (2013) Citizen-based sensing of crisis events: Sensor *web* enablement for volunteered geographic information. *Applied Geomatics*, 5, 3–18.
- SCHIEDER, S., ORTMANN, J., DEVARAJU, A., TRAME, J., KAUPPINEN, T., & KUHN, W. (2011) Semantic Referencing of Geosensor Data and Volunteered Geographic Information.
- SCHELHORN, S. J., HERFORT, B., LEINER, R., ZIPF, A., & DE ALBUQUERQUE, J. P. (2014) Identifying Elements at Risk from *OpenStreetMap*: The Case of Flooding. *Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference*, 508–512.
- SONG, W., & SUN, G. (2015) The role of mobile volunteered geographic information in urban management.
- STARBIRD, K., MUZNY, G., & PALEN, L. (2012) Learning from the Crowd: Collaborative Filtering Techniques for Identifying On-the-Ground *Twitterers* during Mass Disruptions. *Proceedings of 9th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*,

*ISCRAM*, 1–10.

- STARBIRD, K., & PALEN, L. (2011) *Voluntweeters: Self-Organizing by Digital Volunteers in Times of Crisis. Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, 1071–1080.
- VIEIRA, J. C. P. (2011) Informação Geográfica Voluntária de Suporte às operações de Bombeiros , INEM e Proteção Civil., 1–157.
- VIEWEG, S., HUGHES, A. L., STARBIRD, K., & PALEN, L. (2010) Microblogging during two natural hazards events. *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems - CHI '10*, 1079.
- VIEWEG, S., PALEN, L., LIU, S. B., HUGHES, A. L., & SUTTON, J. (2008) Collective Intelligence in Disaster : Examination of the Phenomenon in the Aftermath of the 2007 Virginia Tech Shooting. *Is cram*, 44–54.
- YATES, D., & PAQUETTE, S. (2011) Emergency Knowledge Management and Social Media Technologies: A Case Study of the 2010 Haitian Earthquake.
- YIN, J., KARIMI, S., LAMPERT, A., CAMERON, M., ROBINSON, B., & POWER, R. (2012) Using social media to enhance emergency situation awareness: *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 2015–Janua, 4234–4239.

## Anexos

---

**Anexo A:** Poster “*A platform to integrate crowdsourced, physical sensor and official geographic information to assist authorities in emergency response*”.

**Anexo B:** Artigo “*Integration of VGI and sensor data in a Web GIS-based platform to support emergency response*”.

**Anexo C:** Demonstração “*A web GIS-based platform to assist authorities in emergency response using VGI and sensor data*”.

**Anexo D:** Tabelas das *tags* OSM escolhidas como relevantes para a Proteção Civil.

# Anexo A: Poster “*A platform to integrate crowdsourced, physical sensor and official geographic information to assist authorities in emergency response*”.

---

## Poster abstract

### A platform to integrate crowdsourced, physical sensor and official geographic information to assist authorities in emergency response

Diogo Fontes  
University of Coimbra /  
INESC Coimbra  
Rua Sílvio Lima, Pólo II  
Coimbra, Portugal  
dds.fontes@gmail.com

Cidália C. Fonte  
University of Coimbra /  
INESC Coimbra  
Rua Sílvio Lima, Pólo II  
Coimbra, Portugal  
cfonte@mat.uc.pt

Alberto Cardoso  
University of Coimbra /  
CISUC  
Rua Sílvio Lima, Pólo II  
Coimbra, Portugal  
alberto@dei.uc.pt

José Paulo Almeida  
University of Coimbra /  
INESC Coimbra  
Rua Sílvio Lima, Pólo II  
Coimbra, Portugal  
uc25666@uc.pt

Jacinto Estima  
NOVA IMS  
Universidade Nova de Lisboa  
1070-312, Lisboa  
Portugal  
jacinto.estima@gmail.com

#### Abstract

In this work, a prototype GIS-based platform to integrate Volunteered Geographic Information from various sources with other spatial data is presented, aiming at assisting civil protection authorities in emergency response situations. The platform is now in the implementation phase, and this paper covers some aspects about its development and preliminary results to demonstrate the potentialities of the approach proposed.

*Keywords:* Volunteered Geographic Information (VGI), disaster management, civil protection, GIS, social networks.

## 1 Introduction

In the event of extreme disasters, such as floods, earthquakes or wild/urban fires, rapid security plans and mitigation actions are necessary. Relevant information about a disaster or accident are the geospatial location, the environmental conditions surrounding the area and the risks associated to areas or infrastructures that may crowd large numbers of people.

With the above in mind, the goal of this work in progress is to provide both human and physical sensor data through a GIS-based platform, along with official geographic information (GI) sources, where authorities can search for information related to ongoing or past disaster events. This information will be obtained from various sources, including vector maps created by citizens, data from social networks extracted using their respective APIs (Application Programming Interface), data collected by physical sensors and added to the platform in real time, or official data. The platform will incorporate not only tools to extract data, but also for preliminary automated validation, processing, and visualization.

## 2 Platform Design

### 2.1 Sources of VGI

The platform proposed in this work for geospatial data acquisition and processing will gather and integrate information from various sources of VGI, with different data types and collected using different protocols.

For this application, at least the following information has to be extracted from VGI sources:

- Location data: explicit (coordinates) or implicit (e.g. text regarding a city name, a region, or a street);
- Data about events or contextual data: these may be photographs, text (tags, photographs names, etc.) indicating relevant features, such as places where many people are likely to be found (e.g. restaurants or bars), or people with mobility restrictions (schools or hospitals), locations with inflammable material (e.g. petrol stations), etc.

Another important factor is the amount of data available. Therefore, the choice of the crowdsourced projects to be used considers the number of users, i.e the ones that potentially can provide more data.

In this work, the following sources of VGI are considered:

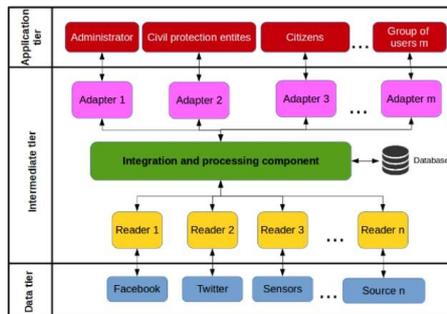
- Facebook (photographs, videos and text);
- Twitter (photographs, videos and text);
- Instagram (photographs and videos);
- Flickr (photographs);
- YouTube (videos);
- OpenStreetMap (vector-based map).

The minimum requirements for uploading photographs, as well as information that may be optionally added, have been analysed by Antoniou et al. (2016). This analysis was extended to incorporate the other types of data of interest in this case, namely text and videos, and was undertaken aiming at comparing the information available in each platform with the data required for the application at stake. It was concluded that geospatial location is not a minimum requirement for uploading any of the data types indicated. With that, to increase the amount of usable data, implicit geolocation data (geonames) can be searched through the analysis of text data and descriptions associated to photos and videos.

### 2.2 Platform architecture

The architecture is based on three tiers (Figure 1): the application tier, the intermediate tier and the data tier. The application tier is responsible for interacting with users to display information queried and perform data manipulation if needed. The data tier represents the services containing the data to be queried by the user. The intermediate tier embodies a set of readers and adapters establishing the communication with the other two tiers, and an integration component that incorporates tools to combine data from the different sources (Estima and Painho, 2016).

Figure 1: Platform architecture diagram.



Source: Adapted from Estima and Painho (2016).

### 3 Preliminary results

A prototype of the platform was implemented using Python as programming language. To illustrate the potential of the proposed system some results obtained with the Flickr API are presented. An automatic procedure was developed to contact Flickr API and extract data based on a keyword (optional), latitude and longitude (required), minimum and maximum taken date (optional), radius of search (required) and the total number of photos wanted in the results (optional). An example query was performed where the following parameters were used: keyword “flood”, latitude and longitude of the city centre of Coimbra (in Portugal), a radius of search of five kilometres, and a maximum of 100 images. A point shapefile was created using the coordinates of the obtained photos (Figure 2), including the following attributes for each photo: “title of the photo”, “taken date”, and “URL of each photo”.

Figure 2: Results from the query using Flickr API



Figure 3 shows four of the obtained photos. It can be observed that two of them (A and B) are directly related with floods, whereas the other two do not seem to have any relation to floods. This shows the need for additional analysis to filter irrelevant data.

Figure 3: Photos corresponding to the locations A, B, C and D indicated in Figure 2



#### 4 Conclusions and future work

This work presents a platform, under development, to integrate VGI with data collected by physical sensors and official information to assist authorities in supporting their response to emergency events. Emphasis is given here to the use of VGI, in particular to data obtained from social networks, and the system architecture. An example is presented with the current version of the prototype using photographs extracted from the Flickr initiative. The results showed that potentially useful data may be obtained, but the need of additional automated validation and filtering processes is also evident, to extract only relevant data for this application.

#### References

Antoniou, V., Fonte, C. C., See, L., Estima, J., Arsanjani, J. J., Lupia, F., and Fritz, S. (2016). Investigating the Feasibility of Geo-Tagged Photographs as Sources of Land Cover Input Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*.

Estima, J., and Painho, M. (2016). User Generated Spatial Content-Integrator: Conceptual Model to Integrate Data from Diverse Sources of User Generated Spatial Content. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2016, 5(10).

# A platform to integrate crowdsourced, physical sensor and official geographic information to assist authorities in emergency response

Diogo Fontes<sup>1,4</sup>, Cláudia C. Fonte<sup>2,4</sup>, Alberto Cardoso<sup>3,1</sup>, José Paulo Almeida<sup>2,4</sup>, Jacinto Estima<sup>4</sup>  
 (dds.fontes@gmail.com; c fonte@mat.ucp; alberto@dei.ucp; uc25666@ucp; jacinto.estima@gmail.com)

- <sup>1</sup> University of Coimbra, Portugal
- <sup>2</sup> Department of Mathematics, University of Coimbra, Portugal
- <sup>3</sup> Department of Informatics Engineering, University of Coimbra, Portugal
- <sup>4</sup> Institute for Systems and Computers Engineering at Coimbra, Portugal
- <sup>5</sup> Centre for Informatics and Systems of the University of Coimbra, Portugal
- <sup>6</sup> NOVA Information Management School



## Abstract

In this work, a prototype GIS-based platform to integrate Volunteered Geographic Information from various sources with other spatial data is presented, aiming at assisting civil protection authorities in emergency response situations. The platform is now in the implementation phase. Some aspects about its development and preliminary results to demonstrate the potentialities of the proposed approach as presented here.

## Introduction

In the event of extreme disasters, such as floods, earthquakes or wild/urban fires, rapid security plans and mitigation actions are necessary.

Relevant Information about a natural disaster or accident

The goal of this work in progress is to provide both human and physical sensor data through a GIS-based platform, along with official GI sources, where authorities can search for information related to occurring or past disaster events.

## Sources of VGI

The platform will gather and integrate information from various sources of VGI, with different data types and collected using very different protocols. For this application, VGI needs to provide at least the following:

- Location data
- Data about events or contextual data

In this work the following types of VGI were considered:

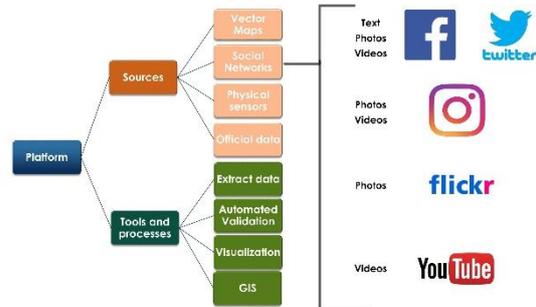
- photographs
- videos
- text
- vector-based maps

Besides the sources presented below, **OpenStreetMap** was also chosen because it is the vector-based volunteer map with more users (three million-registered users in January 2017). Nevertheless, because the procedures to create these data are very different from the other mentioned platforms, no further analysis of OSM data characteristics is undertaken in this paper.

The **minimum requirements** for uploading photographs, text and videos were identified to compare the information available in each platform with the data required for the application at stake.

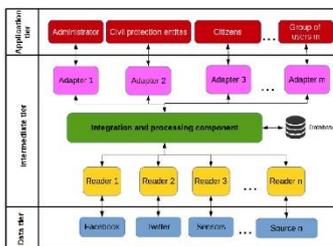
To increase the amount of usable data, implicit geolocation data (geonames) are searched through the analysis of text data and descriptions associated to photos and videos, because:

- Geospatial location is not a minimum requirement for uploading any of the data types indicated
- The amount of useful data collected from these data sources is less than the total data available



Type of data	Platform	Protocols
Text	Facebook	Minimum: none Optional: tag friends; add comments; add location
	Twitter	Minimum: none Optional: add inquiry; tag users; add location
Photos	Facebook	Minimum: none Optional: tag friends; add comments; add location of the photo; refine and apply filters
	Twitter	Minimum: text from tweet which might describe the photo Optional: tag users; add location
	Instagram	Minimum: none, but can only upload from mobile devices Optional: tag users; add location; add legend; apply effects and/or filters
Videos	Flickr	Minimum: none Optional: add title; add description; add tags; add location; assign photo to a group
	Facebook	Minimum: text from the tweet which might describe the video Optional: tag users; add location
	Twitter	Minimum: none, but can only upload from mobile devices Optional: tag users; add location; add legend; apply effects and/or filters; add a cover
	Instagram	Minimum: none, but it's automatically added a title with the upload date Optional: add title; add description; apply filters; add music; add location video
	YouTube	Minimum: none, but it's automatically added a title with the upload date Optional: add title; add description; apply filters; add music; add location video

## Platform architecture



## Example

A point shapefile was created using the coordinates of the obtained photos, including the following attributes for each photo:

- "title of the photo",
- "taken date",
- "photoURL"



**Keyword:** Flood  
**Coordinates:**  
 Lat: 40.229996  
 Long: -8.431268  
 (City center of Coimbra)  
 Radius of search: 5 km



## Conclusions and future work

This work presents a platform under development to integrate VGI with data collected by physical sensors and official information, to assist authorities in supporting their response to emergency events. An example is presented with the current version of the prototype using photographs extracted from the Flickr initiative. The results show that potentially useful data may be obtained, but also the need of additional automated validation and filtering processes to obtain the relevant data.

## Anexo B: Artigo “*Integration of VGI and sensor data in a Web GIS-based platform to support emergency response*”.

---

# Integration of VGI and sensor data in a Web GIS-based platform to support emergency response

Diogo Fontes, Cidália Fonte

University of Coimbra  
INESC Coimbra  
Coimbra, Portugal

[dds.fontes@gmail.com](mailto:dds.fontes@gmail.com), [cfonte@mat.uc.pt](mailto:cfonte@mat.uc.pt)

Alberto Cardoso

University of Coimbra  
CISUC, Dep. of Informatics Engineering  
Coimbra, Portugal

[alberto@dei.uc.pt](mailto:alberto@dei.uc.pt)

**Abstract**—The major goal of this work is to develop a web GIS-based platform integrating geographic information from different sources to provide additional information to civil protection entities. It will integrate official geographic information (GI), Volunteered Geographic Information (VGI) and physical sensors data. This paper presents an analysis on how the VGI data from multiple sources and with different structures can be acquired and reorganized to be compiled in a single system.

**Keywords**—Volunteered Geographic Information (VGI), civil protection, Geographic Information Systems (GIS), disaster management, social networks

## I. INTRODUCTION

In emergency situations, civil protection entities need to have at their disposal all information that can help to take better and more efficient decisions. Most of the information needed is Geographic Information (GI) [1], which can be provided by both official sources or by citizens, named in this second case Volunteered Geographic Information (VGI).

In order to combine these sources of data, a web GIS-based platform was designed to help civil protection entities to search for GI about a certain emergency event or its neighborhood.

VGI will be obtained from various sources, including vector maps created by citizens and social networks, extracting data using the corresponding APIs (Application Programming Interface). Also, data collected by physical sensors and added to the platform in real time can help to validate the obtained volunteered data.

Similar platforms and projects have been taken into consideration in this work. One of those platforms is the ESRI Public Information Maps (<https://www.arcgis.com/apps/PublicInformation/index.html>) that provides features from geo-tagged social media data acquired from Twitter, YouTube, Instagram, and Webcams.travel. These maps don't take into account official GI sources nor available VGI vector data or physical sensor data, being this one of the contributions of the platform in this work. Another similar one is the AGORA project – A Geospatial Open Collaborative Approach for Building Resilience Against Disasters and Extreme Events

(<http://www.agora.icmc.usp.br>). One of its components considers a module to integrate physical sensors and volunteered data to increase the spatial and temporal coverage of flood information in order to improve flood risk management [2]. The VGI data used in this platform are acquired through another component of the project, which is accessible through a website or a smartphone App, where citizens can contribute with information.

Another project that exploits the suitability of data from different VGI sources to be used in the production of Land Use/Land Cover databases has also been proposed [3]. It uses social networks along with vector-based maps created by volunteers as sources of VGI. Even though the proposed system has some similarities to the one presented in this work, it has a different aim and therefore different requirements.

As different VGI sources have distinct goals, interests and audiences, different types of data are produced and stored with different structures. This represents challenges to retrieve, analyze, extract and visualize the information from the various data sources.

This paper intends to present an approach to structure a web GIS-based platform, considering data organization and retrieval from the different sources chosen to support the platform. Therefore, a set of minimum requirements has to be defined according to the needs of each data source, as well as the characteristics of each platform. The data from the different sources are organized and integrated considering a standard structure.

## II. VGI SOURCES

Having the main objective of the platform in mind, VGI needs to provide at least the following two elements:

- Location data: explicit (coordinates) or implicit (e.g. text with reference to, for example, a city name, a region, or a street);
- Data about events or contextual data: these may be photographs, text (tags, photographs names, etc.) or indication of relevant features, such as places where many people are likely to be found (e.g. restaurants or bars), or people with mobility restrictions (schools or

hospitals), locations with inflammable material (e.g. petrol stations), etc.

In this work the following types of VGI were considered:

- photographs;
- videos;
- text;
- vector-based maps.

The choice of the crowdsourced projects to use in the platform also had in account the amount of available data. This is directly related to the number of users, as the higher the number of users the higher the potentially to have useful data.

Table 1 indicates the social networks sources chosen for this purpose, the types of data they provide and the number of monthly active users. Besides the sources listed in Table 1, OpenStreetMap (OSM) was also chosen because it is the vector-based volunteer map with more users (three million-registered users in January 2017).

Some of the chosen platforms were previously used in some research works such as Twitter to estimate the trajectory of earthquakes [4][5] and extracting useful information during floods [6], Flickr was also used to study the occurrence of fires through images posts [7] and OSM to identify elements at risk during floods [8].

In the platforms mentioned on Table 1, the geospatial location is not a minimum requirement for uploading any of the indicated data types. Given that one of the main objectives of the platform is to represent the geospatial location of information on a map, the amount of useful data collected from these data sources is less than the total available data. Therefore, to increase the amount of usable data, implicit geolocation data (geonames) are searched through the analysis of text data and descriptions associated to photos and videos.

TABLE I. TYPE OF DATA THAT EACH PLATFORM SUPPORTS AND THE TOTAL NUMBER OF MONTHLY ACTIVE USERS.

III.		
Platform	Type of data	Total number of monthly active users (millions)
Facebook	Text, photos and videos	1790 (November 2016)
Twitter	Text, photos and videos	317 (October 2016)
Instagram	Photos and videos	500 (June 2016)
Flickr	Photos	122 (September 2016)
YouTube	Videos	1000 (March 2016)

### III. PLATFORM ARCHITECTURE

The architecture, illustrated in Figure 1, aims to ensure that queries made by the users are automatically translated by the platform, enabling at the same time access to the different data sources, without the user need to understand the structure of the

platform itself. This design is structured considering three tiers: application tier, intermediate tier and data tier.

This paper will focus on the communication between the data tier and the intermediate tier, i.e., how data can be acquired from the different VGI sources and how it will be organized in order to be integrated and processed.

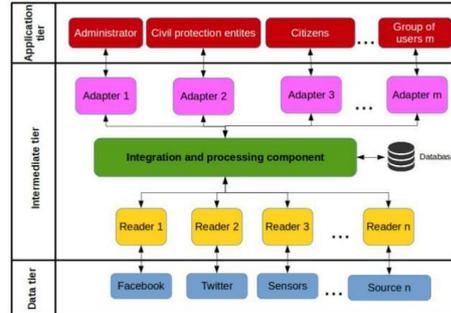


Fig. 1. Platform architecture diagram. (Adapted from Estima and Painho [3])

### IV. DATA ACQUISITION

Regarding the data extraction from Facebook, Twitter, Instagram, Flickr and YouTube, it is possible to collect data in identical formats using their own APIs. The results are returned in the JSON format, which simplifies the data integration. However, as there may exist differences in the structure of the available data, adaptations need to be done for each data source.

#### A. Facebook

Facebook has a public API available for developers which allows the search for posts messages and their date and time of creation, location as well as photos and videos URL.

To test Facebook API, its Graph API was used, which is made up of:

- Nodes - "things" as a user, a photo, a page, a comment;
- Edges - the connections between these "things", such as page photographs or photo comments;
- Fields - information about these "things", such as a person's birthday, or a page name.

As an example, the page of the Portuguese public security police was chosen. First it's necessary to identify the node, i.e. the page identifier that is present on its URL. In this case the identifier is "policiasegurancapublica", but can also be a number sequence showed in the same URL.

Then it's necessary to choose which fields to search for on that particular node. The posts on this page will be searched and the information we want to acquire will be showed, such as the text of the post, in which this field is called "message", the date and time of creation, called "created\_time", the link of a

possible photograph associated with the post, referred to as "full\_picture", and the location (if any) associated with the post, designated as "place". This information is presented in the JSON format as shown in this example:

```
{
  "message": "Bom dia!
Foto de Paulo Calhau",
  "created_time": "2017-02-19T07:30:01+0000",
  "full_picture": "https://scontent.xx.fbcdn.net/v/t1.0-9/16641041_1236027146452797_2378506544081935784_n.jpg?oh=84e370f1f0c9b624eba5b2cb03a92b1&oe=594382AE",
  "place": {
    "id": "107911285910314",
    "name": "Coimbra",
    "location": {
      "city": "Coimbra",
      "country": "Portugal",
      "latitude": 40.2,
      "longitude": -8.41667
    }
  },
  "id": "109274852461371_1236027146452797"
}
```

The use of this API showed that it has a major limitation regarding data search. It is mandatory to choose the page before selecting other parameters, such as posts or information about the page. This fact narrows down searches to pre-determined pages, and forces the usage of external algorithms to search, for example, for specific keywords in those posts. For the platform objective it will be necessary to previously choose relevant pages. On the other hand, this API enables the selection of information fields to be presented in the results, which minimizes the efforts to extract the relevant information.

#### B. Twitter

For developers, a public API is also available, and it allows queries using keywords, word combinations, hash tags, geo-locations, among others. Twitter also provides a graphical API called API Console that allows performing those searches.

The searches are done through several options and the "query" field is the only one required, which can be in different formats, and thus result in different data collected. For example, it is possible to queried posts (tweets) with or without a specific keyword.

In addition to the "query" field there are optional parameters that allow to better control the search results:

- Result type: the result type parameter selects whether the result set will be represented by recent or popular tweets or even by a combination of both;
- Geolocation: in order to restrict the query to a given location, the "geocode" parameter specifies the location with the latitude, longitude and radius, for example, "37.781157, -122.398720,1km";
- Language: The "lang" parameter restricts tweets to the specified language;
- Iterating in a result set: parameters such as count, until, since\_id, max\_id control the iteration in order to restrict the search results.

With this information, a search example was performed, choosing only the query "#bombeiros", which means firemen, in order to search for tweets with this hashtag. This information is also presented in the JSON format as shown in this example:

```
{
  "created_at": "Sat Feb 25 23:29:19 +0000 2017",
  "id": 835632802074923000,
  "id_str": "835632802074923008",
  "text": "RT @governodabahia: #DPT e #bombeiros realizam #vistorias de #trios e carros de apoio: https://t.co/8uGghRGAs #CarnavalDaBahia https://t.c...",
  "truncated": false,
  "entities": {},
  "metadata": {},
  "source": "<a href='http://twitter.com' rel='nofollow'>Twitter Web Client</a>",
  "in_reply_to_status_id": null,
  "in_reply_to_status_id_str": null,
  "in_reply_to_user_id": null,
  "in_reply_to_user_id_str": null,
  "in_reply_to_screen_name": null,
  "user": {},
  "geo": null,
  "coordinates": null,
  "place": null,
  "contributors": null,
  "retweeted_status": {
    "created_at": "Thu Feb 23 21:18:59 +0000 2017",
    "id": 834875225229643800,
    "id_str": "834875225229643777",
    "text": "#DPT e #bombeiros realizam #vistorias de #trios e carros de apoio: https://t.co/8uGghRGAs #CarnavalDaBahia https://t.co/ecXo849Qkc",
    "truncated": false,
    "entities": {},
    "extended_entities": {},
    "metadata": {},
    "source": "<a href='http://twitter.com' rel='nofollow'>Twitter Web Client</a>",
    "in_reply_to_status_id": null,
    "in_reply_to_status_id_str": null,
    "in_reply_to_user_id": null,
    "in_reply_to_user_id_str": null,
    "in_reply_to_screen_name": null,
    "user": {},
    "geo": null,
    "coordinates": null,
    "place": null,
    "contributors": null,
    "is_quote_status": false,
    "retweet_count": 1,
    "favorite_count": 1,
    "favorited": false,
    "retweeted": false,
    "possibly_sensitive": false,
    "lang": "pt"
  },
  "is_quote_status": false,
  "retweet_count": 1,
  "favorite_count": 0,
  "favorited": false,
  "retweeted": false,
  "possibly_sensitive": false,
  "lang": "pt"
}
```

This example shows the Twitter API disadvantage: the results from a query are presented with unnecessary information (such as id's, and Boolean data), requiring additional efforts to extract the relevant information. Another characteristic of this API is that the searches are limited, i.e. it only searches for tweets up to a week before. This feature cannot be considered an advantage or disadvantage, because according to the purpose of the designed platform, in most cases it will not be necessary to search for information created a long time ago.

#### C. Instagram

Starting on June 1st 2016, Instagram restricted the access to its API. With this, it can be used in sandbox mode for the majority of users, because Instagram only grants full access for very specific use cases. The sandbox mode means that the API calls only search for the last 20 posts of the user and those invited to that sandbox, with a maximum of 10 users (<https://css-tricks.com/everything-need-know-instagram-api-integration/>).

Then, in order for Instagram to grant full access to their API for this purpose a request needs to be done. With that access, this API provides "endpoints" which allows searching for users, tags and locations, among others. As intended, the main purpose of using this platform is to collect photographs and the data associated to them, as their captions may also contain relevant information. Regarding videos, although they are an important data type, in this platform there is the disadvantage of having a time limit (60 seconds). Another major disadvantage of this platform is that posts are only possible through mobile devices, which may limit users in some way.

#### D. Flickr

The provided public API enables to search data from this source, particularly a search method that allows, among other filtering arguments, searching inside a bounding box or/and searching for specific keywords or tags. This method is called "flickr.photos.search" and requests a list of photos according to a set of parameters. The most important information that this response provides are the coordinates (latitude and longitude), taken date, tags, title, description and the photo URL. With that, it's possible to represent each photo by a point and access the remaining information, for example, with an attribute table.

Using its graphic API, named Flickr API Explorer, an example query was performed. It was chosen the keyword "Inundações", meaning floods in Portuguese language, the coordinates of the city center of Coimbra, Portugal, and a radius of 5 km. This information is also presented in the JSON format as shown in this example:

```
{ "id": "12840238135", "owner": "40439805@N04", "secret":
"71a77ac5dd", "server": "7421", "farm": 8, "title": "Inundações I",
"ispublish": 1, "isfriend": 0, "isfamily": 0, "dateupload": "1393616621",
"latitude": 40.203444, "longitude": -8.430933, "accuracy": 16,
"context": 0, "place_id": "Jurb3f1WUbn1kiM", "woeid": "739672",
"geo_is_family": 0, "geo_is_friend": 0, "geo_is_contact": 0,
"geo_is_public": 1, "url_z":
"https://farm8.staticflickr.com/7421/12840238135_71a77ac5dd_z.j
pg", "height_z": "466", "width_z": "640" }
```

This example, similar to Twitter, shows that the results from a query are presented with unnecessary information (such as id's, and other codes), requiring additional efforts to extract the relevant information.

#### E. YouTube

This platform has also a public API that can be used to search for information, and was tested using a graph API similar to Facebook. With that, queries can be made selecting, among other parameters, location (using coordinates), a location radius and a keyword or word combinations presented in the title or description. That method is called "youtube.search.list" and returns a collection of search results that match the query parameters specified in the API request. By default, a search result set identifies matching video, channel, and playlist resources, but can also be configured to only retrieve a specific type of resource.

Using its graphic API, named YouTube Data API v3, an example query was performed. It was chosen only a word combination "Inundações Coimbra", meaning floods and the name of the city of Coimbra, Portugal. This information is also presented in the JSON format as shown in this example:

```
{ "kind": "youtube#searchResult",
"etag": "\"uQc-MPTsstrHkQcRXL3IWLmeNsM/n-
CL0hSbt2xbaC0HMOIx8G99uRQ\"",
"id": {
"kind": "youtube#video",
"videoid": "ZUF3Dqsz_ho"
},
"snippet": {
"publishedAt": "2015-04-15T19:07:53.000Z",
"channelId": "UCAJkpLrNd_zZo1TIZrgiOA",
"title": "Trinta minutos de chuva intensa provocam inundações
na cidade de Coimbra",
"description": "A chuva intensa que caiu ao inicio da tarde em
Coimbra provocou várias inundações em casas, lojas e na via pública.
Estas imagens colocadas nas redes ...",
"thumbnails": {
"default": {
"url": "https://i.ytimg.com/vi/ZUF3Dqsz_ho/default.jpg",
"width": 120,
"height": 90
},
"medium": {
"url": "https://i.ytimg.com/vi/ZUF3Dqsz_ho/mqdefault.jpg",
"width": 320,
"height": 180
},
"high": {
"url": "https://i.ytimg.com/vi/ZUF3Dqsz_ho/hqdefault.jpg",
"width": 480,
"height": 360
}
},
"channelTitle": "Notícias Portugal",
"liveBroadcastContent": "none"
}
```

In this example is shown the title and description of the video, and also its URL and name of the channel. The location

is an optional parameter when the videos are posted, so in this example, there is no information about the location.

#### F. OpenStreetMap

This vector-based map created by volunteers represents geographic information using tags attached to its basic data structures (nodes, ways, and relations). The tag structure is based on a key and a value, which can be combined in different ways to represent different phenomena. For example, in a building feature, the key of this feature is “building” and to represent an apartment, it takes the value “apartments”. So the “building = apartments” tag represents the apartments on the buildings feature.

A list of keys and values recommended by OSM is available at [http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map\\_Features](http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features), but users can use any tags. For the tags listed in the OSM map features Wiki a list of tags that may potentially be useful civil protection entities. Table 2 shows some of the tags identified as potentially relevant for this application.

TABLE II. EXAMPLE OF OSM TAGS THAT MAY BE RELEVANT TO CIVIL PROTECTION ENTITIES

Key	Value
emergency	fire_extinguisher
	fire_flapper
	fire_hose
	fire_hydrant
	water_tank
amenity	restaurant
	kindergarten
	library
	university
	nightclub
	cinema
	hospital
	fuel
building	parking
	commercial
	industrial
	retail
highway	warehouse
	pedestrian
	road
	steps
	path
	bridgeway
	construction

#### V. DATA ORGANIZATION

As mentioned before, data from these different sources (except OSM) return data in JSON format, but are organized in different ways. JSON formats are presented by lists combining a key and its value, named dictionaries on Python language. For example, on Facebook and Twitter, the posts messages have different keys in their respective JSON object: on Facebook the key is “message”; on Twitter the key is “text”. Regarding the other platforms and other useful information, such as coordinates, photos URL and so on, there are similar differences. Therefore, it will be necessary to reorganize the information from the different sources in order to be integrated and processed.

For each source there a reader will be developed that knows how to communicate and query data from that source, as well as to interpret and format the response to a standard structure. To do this, the readers have to identify the keys matching the values, and change the keys to predetermined ones, which will be the same for every source. Then, data will be followed to the integration component where it will be integrated. After that, some validation and selection procedures will only select data corresponding to query requests, eliminating false positives. At this stage, the results are sent to the user adaptors that prepare them for visualization purposes, where the different users receive information compliant with their own requirements.

#### VI. RESULTS

To show some results, a query was made to the platform in order to get data from Flickr and OSM. It was indicated the city center coordinates of Coimbra and a radius of 5 km was selected to identify the search area. To select photos from Flickr two Portuguese keywords related to floods were used: “Inundação” and “Inundações”. As for OSM data, hotels were selected within the region. Figure 2 illustrate the location of the obtained results and Figure 3 shows two examples of the obtained Flickr photos.



Fig. 2. Results for hotels locations in OSM and photographs in Flickr with the keyword “Inundação” (flood) or “Inundações” (floods).

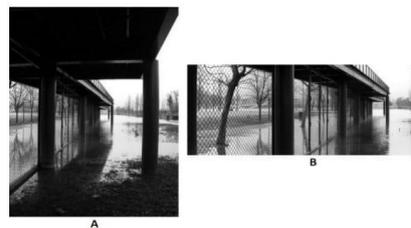


Fig. 3. Photos corresponding to the locations A and B indicated in Figure 2.

Photos A and B date from February 16th 2014 and clearly show a flooded area near the margins of Mondego River. The two photos are almost in the same location, just few meters apart, and with the representation of other features in the same map, such as hotels, it is possible to evaluate the infrastructures that were or may be at risk during the events.

## VII. CONCLUSIONS

The presented platform is developed to help civil protection authorities to take decisions, providing data that would not be available otherwise.

For this platform, and considering the goals mentioned above, it's essential to understand how data can be acquired from the different sources. The following step is to reorganize all the information into a single structure to facilitate the processes of integration, search and visualization. This will also enable the comparison of data regarding their spatial location, enabling the development of tools for automated data validation.

Another step to take is to evaluate different scenarios in order to understand what kind of information will be needed for different events. This will be discussed with the local civil protection authorities with the goal to provide them, through the platform, the basic information according with the different scenarios and events.

Just as important as the information is the interface between the user and the platform which must be as practical and simple as possible. It need to be easy, using predefined lists of options, selection of keywords and identification of desired geographic areas through the map interface. With that, most of the

information queried are visualized using point features overlapping a map layer (with cartography or imagery). In addition, some filtering options will also be available, for example, to display only information of particular types, such as photographs, or particular attributes.

## REFERENCES

- [1] T.S. Miranda, "Uma arquitetura para contribuição geográfica voluntária em infraestruturas de dados espaciais: um estudo de caso do município de Viçosa", Post-PhD thesis, Federal University of Viçosa, 2010.
- [2] R.E.S. Castanhari, "Arquitetura de software para integração de informações geográficas de sensores e voluntários na gestão de risco de inundação", Masters thesis, USP, 2016.
- [3] J. Estima, and M. Painho, "User generated spatial content-integrator: conceptual model to integrate data from diverse sources of user generated spatial content", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(10), 183, 2016.
- [4] T. Sakaki, M. Okazaki, and Y. Matsuo, "Earthquake shakes twitter users: real-time event detection by social sensors", *Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web WWW 10*, 851, 2010.
- [5] A. Crooks, A. Croitoru, A. Stefanidis, and J. Radzikowski, "#Earthquake: twitter as a distributed sensor system", *Transactions in GIS*, 17(1), 124-147, 2013.
- [6] S. Vieweg, A.L. Hughes, K. Starbird, and L. Palen, "Microblogging during two natural hazards events: what twitter may contribute to situational awareness", *Proceedings of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '10*, 1079, 2010.
- [7] S. Daly, and J.A. Thom, "Mining and classifying image posts on social media to analyse fires", *Proceedings of the ISCRAM 2016 Conference*, 2016.
- [8] S. Schelhorn, B. Herfort, R. Leiner, A. Zipf, and J.P. Albuquerque, "Identifying elements at risk from OpenStreetMap: the case of flooding", *Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference*, 508-512, 2014.

# Anexo C: Demonstração “A web GIS-based platform to assist authorities in emergency response using VGI and sensor data”.

---

## Abstract da Demonstração

### A web GIS-based platform to assist authorities in emergency response using VGI and sensor data

Diogo Fontes, Cidália Fonte  
University of Coimbra  
INESC Coimbra  
Coimbra, Portugal  
[dds.fontes@gmail.com](mailto:dds.fontes@gmail.com), [cfonte@mat.uc.pt](mailto:cfonte@mat.uc.pt)

Alberto Cardoso  
University of Coimbra  
CISUC  
Coimbra, Portugal  
[alberto@dei.uc.pt](mailto:alberto@dei.uc.pt)

**Abstract**— In order to assist civil protection authorities in emergency response situations, a web GIS-based platform was developed to integrate Volunteered Geographic Information (VGI) alongside with physical sensor data and official information, so that all these data can be integrated into one system and complement each other.

**Keywords**—Volunteered Geographic Information (VGI); physical sensors; disaster management; Geographic Information Systems (GIS)

#### I. INTRODUCTION

Whenever natural disasters or accidents occur information on their geospatial location, surrounding environmental conditions, characteristics of the area and risks associated to infrastructures or citizens is essential for civil protection entities, as it is important for decision-making processes and organization of response operations.

Some of this data can be provided by official authorities, such as topographic or land use/land cover maps, but also by data created or made available by the citizens within collaborative projects, named Volunteered Geographic Information (VGI) [1]. VGI enable in some cases the collection of data in almost real-time, which makes it a potential powerful source of data for emergency disaster management.

Many types of VGI are available in collaborative projects such as OpenStreetMap, Instagram or Flickr. However, the data provided has different characteristics and is made available in different ways. Therefore, the project herein presented aims to develop a web GIS-based platform that enables an integration of all these types of VGI, without requiring the user’s knowledge on each of the platforms that provides the data.

Along with official maps and VGI, data collected by physical sensors located in the field can also be incorporated in the system, enabling the addition of field measurements, that can provide additional information and be used to validate and complement the other sources of data.

This platform is developed to assist civil protection entities to search for geographic information about an event, or useful data about the area surrounding identified events, in particular vulnerable features or locations. The system is designed to provide the users with a simple and easy to use interface for searching and visualizing information.

Other similar platforms have been developed or designed. For example, the AGORA project – A Geospatial Open Collaborative Approach for Building Resilience Against Disasters and Extreme Events – has an integration system of physical sensors and volunteered data to increase the spatial and temporal coverage of flood information in order to improve natural disaster risk management [2]. The VGI data used for this platform are acquired through another component of the project, where citizens can contribute with information, which is accessible through a website or a smartphone App.

A project that exploits the suitability of data from different VGI sources to be used in the production of Land Use/Land Cover databases has also been proposed [3]. It uses social networks along with vector-based maps created by volunteers as sources of VGI. Even though the proposed system has some similarities to the one presented in this work, it has a different aim and therefore different requirements.

#### II. PLATFORM DESIGN AND USAGE DYNAMICS

The architecture of the proposed platform is structured considering three tiers. Figure 1 illustrates these tiers and their components. The design aims to ensure that queries made by the users are automatically translated by the platform and enables the access to the different data sources, without the user need to understand the structure of the platform itself.

This platform work on two different kinds of loops. One, running continuously, will enable the continuous identification of relevant data, enabling the potential identification of bursting events. This continuous loop runs with pre-established geolocations and keywords relating to emergency events, and enables the platform to obtain the most recent posted data. The obtained data may be stored in the database allowing searches whenever needed.

The other loop corresponds to performing particular searches, using geolocations and/or keywords distinct from the pre-established ones. In this case, the user is able to visualize automatically the search results, which can then also be stored in the database. This mode can be used when a particular event is already identified and further data on it or its location is needed. Even though this mode can provide very useful data, the data collection and visualization may take longer than the exploitation of data already stored in the system. Therefore, as one of the requirements for the use of this data for emergency response is the speed to obtain the relevant information, the continuous mode is important to have already stored data potentially useful.

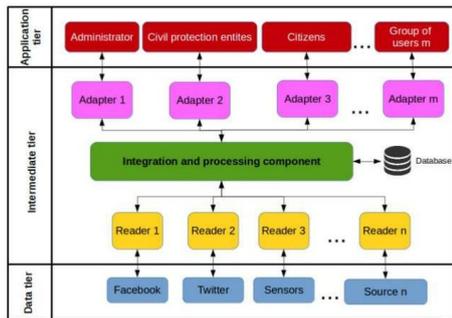


Fig. 1. Platform architecture diagram. (Adapted from Estima and Painho [3])

In order for this platform to be used by civil protection authorities in emergency situations it must be as practical and simple as possible. Therefore, the communication between the user and the platform will need to be easy, using predefined lists of options, selection of keywords and identification of desired geographic areas through the map interface.

Most of the information queried are visualized using point features overlapping a map layer (with cartography or imagery). In order to visualize the data associated to the points, a click on the point will open a window, which will show the text, video, image or additional information referring to the location defined by the point. That will enable a simple and quick visualization of the information. In addition, some filtering options will also be available, for example, to display only information of particular types, such as photographs, or particular attributes.

### III. EXAMPLES

To demonstrate the use of the platform, a query was made to get data from Flickr and OpenStreetMap (OSM). The coordinates of the centre of Coimbra city were used, and a radius of 5 km was selected to identify the area for the search. To select photos from Flickr two portuguese keywords related to floods were used: "Inundação" and "Inundações". As for OSM data, coffee shops were selected within the region. Figure 2 illustrate the location of the obtained results and Figure 3 shows two examples of the obtained Flickr photos.



Fig. 2. Results for coffee shops location in OSM and photographs in Flickr with the keyword "Inundação" (flood) or "Inundações" (floods).



Fig. 3. Photos corresponding to the locations A and B indicated in Figure 2

Photos A and B date from February 16<sup>th</sup> 2014 and clearly show the flooded margins of Mondego River. With the representation of other features in the same map, such as the coffee shops, it is possible to evaluate the infrastructures that were or may be at risk during the event.

### IV. CONCLUSIONS

This demonstration has the goal to show the platform potential and how can it be used. Some examples were demonstrated with only two VGI sources and with that can be presumed the numerous applications that all the sources combined can have to civil protection entities.

### REFERENCES

- [1] M.F. Goodchil (2007). "Citizens as sensors: the world of volunteered geography."
- [2] Eduardo, R., and Castanhari, S. (2016). "Arquitetura de software para integração de informações geográficas de sensores e voluntários na gestão de risco de inundação."
- [3] J. Estima, and M. Painho, "User generated spatial content-integrator: conceptual model to integrate data from diverse sources of user generated spatial content", ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2016, 5(10).

Prémio de melhor demonstração na área de Investigação, Indústria e Saúde



**BEST DEMO AWARD CERTIFICATE**  
(Research/Industry/Health)

**“A web GIS-based platform to assist authorities in emergency response using VGI and sensor data”**

authored by

**Diogo Fontes, Cidália Fonte and Alberto Cardoso**

presented at

the 4<sup>th</sup> Experiment@International Conference - exp.at'17

held at Faro, Portugal

on June 7, 2017

Maria Teresa Restivo  
(exp.at'17 General Chair)

Handwritten signature of Maria Teresa Restivo in black ink.

Alberto Cardoso  
(exp.at'17 General Chair)

Handwritten signature of Alberto Cardoso in blue ink.



## Anexo D: Tabelas das *tags* OSM escolhidas como relevantes para a Proteção Civil.

<b>Água</b>		
<b>Outros elementos</b>		
<i>Key</i>	<i>Value</i>	<b>Geometria</b>
amenity	watering_place	pontos
	water_point	pontos
landuse	basin	pontos e/ou polígonos
man_made	beacon	pontos
	breakwater	linhas e/ou polígonos
	hot_water_tank	pontos e/ou polígonos
	lighthouse	pontos e/ou polígonos
	reservoir_covered	pontos e/ou polígonos
	watermill	pontos e/ou polígonos
	water_tower	pontos e/ou polígonos
	water_well	pontos e/ou polígonos
	water_works	pontos e/ou polígonos
natural	water	polígonos
	wetland	polígonos
	glacier	pontos e/ou polígonos
	bay	pontos e/ou polígonos
	beach	pontos e/ou polígonos
	coastline	linhas
	spring	pontos
	hot_spring	pontos
	geyser	pontos
waterway	dock	pontos e/ou polígonos
	boatyard	pontos e/ou polígonos
	dam	linhas e/ou polígonos
	weir	pontos e/ou linhas
	waterfall	pontos
	lock_gate	pontos
	turning_point	pontos
	water_point	pontos
	fuel	pontos e/ou polígonos
<b>Cursos de águas naturais</b>		
waterway	river	linhas
	riverbank	polígonos
	stream	linhas
<b>Cursos de água artificiais</b>		
waterway	canal	linhas
	drain	linhas
	ditch	linhas
	fairway	linhas
<b>Animais</b>		
amenity	animal_boarding	pontos e/ou polígonos
	animal_shelter	pontos e/ou polígonos

	veterinary	pontos e/ou polígonos
	waterging_place	pontos
tourism	aquarium	pontos e/ou polígonos
	zoo	pontos e/ou polígonos
<b>Comércio</b>		
<b><u>Monetário</u></b>		
amenity	atm	pontos
	bank	pontos e/ou polígonos
	bureau_de_change	pontos
<b><u>Comida, bebida</u></b>		
Amenity	marketplace	pontos e/ou polígonos
	vending_machine	pontos
shop	alcohol	pontos e/ou polígonos
	bakery	pontos e/ou polígonos
	beverages	pontos e/ou polígonos
	brewing_supplies	pontos e/ou polígonos
	butcher	pontos e/ou polígonos
	cheese	pontos e/ou polígonos
	chocolate	pontos e/ou polígonos
	coffee	pontos e/ou polígonos
	confectionery	pontos e/ou polígonos
	convenience	pontos e/ou polígonos
	deli	pontos e/ou polígonos
	dairy	pontos e/ou polígonos
	farm	pontos e/ou polígonos
	greengrocer	pontos e/ou polígonos
	ice_cream	pontos e/ou polígonos
	organic	pontos e/ou polígonos
	pasta	pontos e/ou polígonos
	pastry	pontos e/ou polígonos
seafood	pontos e/ou polígonos	
spices	pontos e/ou polígonos	
tea	pontos e/ou polígonos	
wine	pontos e/ou polígonos	
<b><u>Edifícios</u></b>		
building	commercial	polígonos
	retail	polígonos
	warehouse	polígonos
<b><u>Centros comerciais, super e hipermercados</u></b>		
shop	mall	pontos e/ou polígonos
	supermarket	pontos e/ou polígonos
<b><u>Lojas gerais</u></b>		
shop	department_store	pontos e/ou polígonos
	general	pontos e/ou polígonos
<b><u>Roupa, calçado e acessórios</u></b>		
shop	baby_goods	pontos e/ou polígonos
	bag	pontos e/ou polígonos
	boutique	pontos e/ou polígonos
	clothes	pontos e/ou polígonos

	fabric	pontos e/ou polígonos
	fashion	pontos e/ou polígonos
	jewelry	pontos e/ou polígonos
	leather	pontos e/ou polígonos
	shoes	pontos e/ou polígonos
	tailor	pontos e/ou polígonos
	watches	pontos e/ou polígonos
<b>Lojas de desconto e de caridade</b>		
shop	charity	pontos e/ou polígonos
	second_hand	pontos e/ou polígonos
	variety_store	pontos e/ou polígonos
<b>Saúde e beleza</b>		
shop	beauty	pontos e/ou polígonos
	chemist	pontos e/ou polígonos
	cosmetics	pontos e/ou polígonos
	erotic	pontos e/ou polígonos
	hairdresser	pontos e/ou polígonos
	hearing_aids	pontos e/ou polígonos
	herbalist	pontos e/ou polígonos
	massage	pontos e/ou polígonos
	medical_supply	pontos e/ou polígonos
	nutrition_supplements	pontos e/ou polígonos
	optician	pontos e/ou polígonos
	perfumery	pontos e/ou polígonos
	tattoo	pontos e/ou polígonos
<b>Jardinagem, materiais de construção, bricolagem</b>		
shop	bathroom_furnishing	pontos e/ou polígonos
	doityourself	pontos e/ou polígonos
	electrical	pontos e/ou polígonos
	energy	pontos e/ou polígonos
	fireplace	pontos e/ou polígonos
	florist	pontos e/ou polígonos
	garden_centre	pontos e/ou polígonos
	garden_furniture	pontos e/ou polígonos
	gas	pontos e/ou polígonos
	glaziery	pontos e/ou polígonos
	hardware	pontos e/ou polígonos
	houseware	pontos e/ou polígonos
	locksmith	pontos e/ou polígonos
	paint	pontos e/ou polígonos
trade	pontos e/ou polígonos	
<b>Mobília e interiores</b>		
shop	antiques	pontos e/ou polígonos
	bed	pontos e/ou polígonos
	candles	pontos e/ou polígonos
	carpet	pontos e/ou polígonos
	curtain	pontos e/ou polígonos
	furniture	pontos e/ou polígonos
	interior_decoration	pontos e/ou polígonos

	kitchen	pontos e/ou polígonos
	lamps	pontos e/ou polígonos
	tiles	pontos e/ou polígonos
	window_blind	pontos e/ou polígonos
<b><u>Electrónica</u></b>		
shop	computer	pontos e/ou polígonos
	electronics	pontos e/ou polígonos
	hifi	pontos e/ou polígonos
	mobile_phone	pontos e/ou polígonos
	radiotechnics	pontos e/ou polígonos
	vacuum_cleaner	pontos e/ou polígonos
<b><u>Desporto</u></b>		
shop	bicycle	pontos e/ou polígonos
	fishing	pontos e/ou polígonos
	free_flying	pontos e/ou polígonos
	hunting	pontos e/ou polígonos
	outdoor	pontos e/ou polígonos
	scuba_diving	pontos e/ou polígonos
	sports	pontos e/ou polígonos
	swimming_pool	pontos e/ou polígonos
<b><u>Veículos</u></b>		
shop	car	pontos e/ou polígonos
	car_repair	pontos e/ou polígonos
	car_parts	pontos e/ou polígonos
	motorcycle	pontos e/ou polígonos
	tyres	pontos e/ou polígonos
<b><u>Arte, música e hobbies</u></b>		
shop	art	pontos e/ou polígonos
	collector	pontos e/ou polígonos
	craft	pontos e/ou polígonos
	frame	pontos e/ou polígonos
	games	pontos e/ou polígonos
	model	pontos e/ou polígonos
	music	pontos e/ou polígonos
	musical_instrument	pontos e/ou polígonos
	photo	pontos e/ou polígonos
	trophy	pontos e/ou polígonos
	video	pontos e/ou polígonos
video_games	pontos e/ou polígonos	
<b><u>Quiosques, papelarias e souvenir</u></b>		
shop	anime	pontos e/ou polígonos
	books	pontos e/ou polígonos
	gift	pontos e/ou polígonos
	lottery	pontos e/ou polígonos
	newsagent	pontos e/ou polígonos
	stationery	pontos e/ou polígonos
	ticket	pontos e/ou polígonos
	kiosk	pontos e/ou polígonos
<b><u>Outros</u></b>		

shop	bookmaker	pontos e/ou polígonos
	copyshop	pontos e/ou polígonos
	dry_cleaning	pontos e/ou polígonos
	e-cigarette	pontos e/ou polígonos
	funeral_directors	pontos e/ou polígonos
	laundry	pontos e/ou polígonos
	money_lender	pontos e/ou polígonos
	pawnbroker	pontos e/ou polígonos
	pet	pontos e/ou polígonos
	pyrotechnics	pontos e/ou polígonos
	religion	pontos e/ou polígonos
	tobacco	pontos e/ou polígonos
	toys	pontos e/ou polígonos
	travel_agency	pontos e/ou polígonos
	vacant	pontos e/ou polígonos
weapons	pontos e/ou polígonos	
<b>Comunicação</b>		
man_made	communications_tower	pontos e/ou polígonos
	mast	pontos
	street_cabinet	pontos e/ou polígonos
<b>Construções</b>		
man_made	adit	pontos e/ou polígonos
	beacon	pontos
	breakwater	linhas e/ou polígonos
	bridge	polígonos
	bunker_silo	pontos e/ou polígonos
	campanile	linhas e/ou polígonos
	chimney	pontos
	communications_tower	pontos e/ou polígonos
	crane	pontos e/ou polígonos
	cross	pontos
	cutline	linhas
	clearcut	pontos e/ou polígonos
	embankment	linhas
	dyke	linhas e/ou polígonos
	flagpole	pontos
	gasometer	linhas e/ou polígonos
	groyne	linhas e/ou polígonos
	hot_water_tank	linhas e/ou polígonos
	kiln	pontos e/ou polígonos
	lighthouse	pontos
	mast	pontos
	mineshaft	pontos e/ou polígonos
	monitoring_station	pontos e/ou polígonos
	obelisk	pontos e/ou polígonos
	observatory	pontos e/ou polígonos
	offshore_platform	pontos e/ou polígonos
	petroleum_well	pontos
	pier	linhas e/ou polígonos

	pipeline	linhas
	pumping_station	pontos e/ou linhas
	reservoir_covered	pontos e/ou polígonos
	silo	pontos e/ou polígonos
	snow_fence	linhas
	snow_net	linhas
	storage_tank	pontos e/ou polígonos
	street_cabinet	pontos e/ou polígonos
	surveillance	pontos e/ou polígonos
	survey_point	pontos
	telescope	pontos e/ou polígonos
	tower	pontos e/ou polígonos
	wastewater_plant	pontos e/ou polígonos
	watermill	pontos e/ou polígonos
	water_tower	pontos e/ou polígonos
	water_well	pontos e/ou polígonos
	water_tap	pontos e/ou polígonos
	water_works	pontos e/ou polígonos
	wildlife_crossing	linhas e/ou polígonos
	windmill	pontos e/ou polígonos
	works	pontos e/ou polígonos
<b>Edifícios</b>		
<b><u>Alojamento</u></b>		
building	apartments	polígonos
	farm	polígonos
	hotel	polígonos
	house	polígonos
	detached	polígonos
	residential	polígonos
	dormitory	polígonos
	terrace	polígonos
	houseboat	polígonos
	bungalow	polígonos
	static_caravan	polígonos
<b><u>Comercial</u></b>		
building	commercial	polígonos
	industrial	polígonos
	retail	polígonos
	warehouse	polígonos
<b><u>Culto</u></b>		
building	cathedral	polígonos
	chapel	polígonos
	church	polígonos
	mosque	polígonos
	temple	polígonos
	synagogue	polígonos
shrine	polígonos	
<b><u>Educação</u></b>		
building	school	polígonos

	university	polígonos
<b><u>Transportes</u></b>		
building	train_station	polígonos
	transportation	polígonos
public_transport	stop_position	pontos
	platform	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	station	polígonos
	stop_area	relação
<b><u>Lazer</u></b>		
building	stadium	polígonos
<b><u>Cívico</u></b>		
building	civic	polígonos
	public	polígonos
<b><u>Emergência</u></b>		
building	hospital	polígonos
<b><u>Outros</u></b>		
building	barn	polígonos
	bridge	polígonos
	bunker	polígonos
	cabin	polígonos
	construction	polígonos
	cowshed	polígonos
	digester	polígonos
	farm_auxiliary	polígonos
	garage	polígonos
	garages	polígonos
	greenhouse	polígonos
	hangar	polígonos
	hut	polígonos
	roof	polígonos
	shed	polígonos
	stable	polígonos
	sty	polígonos
	transformer_tower	polígonos
service	polígonos	
kiosk	polígonos	
ruins	polígonos	
<b><u>Educação</u></b>		
amenity	college	pontos e/ou polígonos
	kindergarten	pontos e/ou polígonos
	library	pontos e/ou polígonos
	public_bookcase	pontos e/ou polígonos
	school	pontos e/ou polígonos
	music_school	pontos e/ou polígonos
	driving_school	pontos e/ou polígonos
	language_school	pontos e/ou polígonos
university	pontos e/ou polígonos	
building	school	polígonos

	university	polígonos
<b>Emergência</b>		
<b>Médica</b>		
amenity	clinic	pontos e/ou polígonos
	doctors	pontos e/ou polígonos
	hospital	pontos e/ou polígonos
building	hospital	polígonos
emergency	ambulance_station	pontos e/ou polígonos
	defibrillator	pontos
<b>Bombeiros</b>		
amenity	fire_station	pontos e/ou polígonos
emergency	fire_extinguisher	pontos
	fire_flapper	pontos
	fire_hose	pontos
	fire_hydrant	pontos
	water_tank	pontos
<b>Polícia</b>		
amenity	police	pontos e/ou polígonos
<b>Outras entidades e elementos de emergência</b>		
amenity	rescue_station	pontos e/ou polígonos
	shelter	pontos e/ou polígonos
emergency	lifeguard_base	pontos e/ou polígonos
	lifeguard_tower	pontos e/ou polígonos
	lifeguard_platform	pontos e/ou polígonos
	lifeguard_place	pontos
	life_ring	pontos
	assembly_point	pontos e/ou polígonos
	access_point	pontos
	phone	pontos
	ses_station	pontos e/ou polígonos
	siren	pontos
highway	emergency_access_point	pontos
<b>Energia</b>		
amenity	fuel	pontos e/ou polígonos
man_made	chimney	pontos e/ou polígonos
	gasometer	pontos e/ou polígonos
	petroleum_well	pontos e/ou polígonos
	pipeline	linhas
	storage_tank	pontos e/ou polígonos
power	plant	polígonos e/ou relações
	cable	linhas
	compensator	pontos e/ou polígonos
	converter	pontos e/ou polígonos
	generator	pontos e/ou polígonos
	heliostat	pontos
	insulator	pontos e/ou linhas
	line	linhas
	minor_line	linhas
	pole	pontos

	portal	pontos e/ou linhas
	catenary_mast	pontos
	substation	pontos e/ou polígonos
	switch	pontos
	terminal	pontos
	tower	pontos
	transformer	pontos
waterway	fuel	pontos e/ou polígonos
<b>Ferrovias</b>		
railway	abandoned	linhas
	construction	linhas
	disused	linhas
	funicular	linhas
	light_rail	linhas
	miniature	linhas
	monorail	linhas
	narrow_gauge	linhas
	preserved	linhas
	rail	linhas
	subway	linhas
tram	linhas	
<b>Lugares e Fronteiras</b>		
<b>Fronteiras</b>		
boundary	administrative	polígonos
	historic	linhas e/ou polígonos
	maritime	polígonos
	national_park	polígonos
	political	polígonos
	postal_code	polígonos
	religious_administration	polígonos
protected_area	polígonos	
<b>Administrativo</b>		
place	country	pontos
	state	pontos e/ou polígonos
	region	pontos e/ou polígonos
	province	pontos e/ou polígonos
	district	pontos e/ou polígonos
	county	pontos e/ou polígonos
municipality	pontos e/ou polígonos	
<b>Urbano</b>		
place	city	pontos e/ou polígonos
	borough	pontos e/ou polígonos
	suburb	pontos e/ou polígonos
	quarter	pontos e/ou polígonos
	neighbourhood	pontos e/ou polígonos
	city_block	pontos e/ou polígonos
plot	pontos e/ou polígonos	
<b>Rural</b>		
place	town	pontos e/ou polígonos

	village	pontos e/ou polígonos
	hamlet	pontos e/ou polígonos
	isolated_dwelling	pontos e/ou polígonos
	farm	pontos e/ou polígonos
	allotments	pontos e/ou polígonos
<b><u>Outros</u></b>		
place	continent	pontos e/ou polígonos
	archipelago	relação
	island	polígonos
	islet	pontos e/ou polígonos
	square	pontos e/ou polígonos
	locality	pontos e/ou polígonos
<b>Indústria</b>		
<b><u>Estações de tratamento</u></b>		
amenity	recycling	pontos e/ou polígonos
	waste_transfer_station	pontos e/ou polígonos
man_made	wastewater_plant	pontos e/ou polígonos
<b><u>Edifícios</u></b>		
building	industrial	polígonos
man_made	works	pontos e/ou polígonos
<b>Lazer</b>		
<b><u>Sustento</u></b>		
amenity	bar	pontos e/ou polígonos
	bbq	pontos
	biergarten	pontos e/ou polígonos
	cafe	pontos e/ou polígonos
	drinking_water	pontos
	fast_food	pontos e/ou polígonos
	food_court	pontos e/ou polígonos
	ice_cream	pontos e/ou polígonos
	pub	pontos e/ou polígonos
	restaurant	pontos e/ou polígonos
internet_cafe	pontos e/ou polígonos	
<b><u>Entretenimento, turismo, artes e cultura</u></b>		
amenity	arts_centre	pontos e/ou polígonos
	brothel	pontos e/ou polígonos
	casino	pontos e/ou polígonos
	cinema	pontos e/ou polígonos
	community_centre	pontos e/ou polígonos
	fountain	pontos e/ou polígonos
	gambling	pontos e/ou polígonos
	nightclub	pontos e/ou polígonos
	planetarium	pontos e/ou polígonos
	social_centre	pontos e/ou polígonos
	stripclub	pontos
	studio	pontos e/ou polígonos
swingerclub	pontos e/ou polígonos	
theatre	pontos e/ou polígonos	
tourism	aquarium	pontos e/ou polígonos

	artwork	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	attraction	pontos e/ou polígonos
	gallery	pontos e/ou polígonos
	viewpoint	pontos
	zoo	pontos e/ou polígonos
leisure	adult_gaming_centre	pontos e/ou polígonos
	amusement_arcade	pontos e/ou polígonos
	bandstand	pontos e/ou polígonos
	dance	pontos e/ou polígonos
	hackerspace	pontos e/ou polígonos
<b>Desporto</b>		
amenity	dive_centre	pontos e/ou polígonos
	dojo	pontos e/ou polígonos
building	stadium	polígonos
leisure	fitness_centre	pontos e/ou polígonos
	golf_course	pontos e/ou polígonos
	horse_riding	pontos e/ou polígonos
	ice_rink	pontos e/ou polígonos
	miniature_golf	pontos e/ou polígonos
	pitch	pontos e/ou polígonos
	sports_centre	pontos e/ou polígonos
	stadium	pontos e/ou polígonos
	swimming_area	polígonos
	swimming_pool	pontos e/ou polígonos
	track	linhas e/ou polígonos
sport	9pin	pontos e/ou polígonos
	10pin	pontos e/ou polígonos
	american_football	pontos e/ou polígonos
	aikido	pontos e/ou polígonos
	archery	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	athletics	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	australian_football	pontos e/ou polígonos
	badminton	pontos e/ou polígonos
	bandy	pontos e/ou polígonos
	base	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	baseball	pontos e/ou polígonos
	basketball	pontos e/ou polígonos
	beachvolleyball	pontos e/ou polígonos
	billiards	pontos e/ou polígonos
	bmx	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	bobsleigh	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	boules	pontos e/ou polígonos
	bowls	pontos e/ou polígonos
	boxing	pontos e/ou polígonos

canadian_football	pontos e/ou polígonos
canoe	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
chess	pontos e/ou polígonos
cliff_diving	pontos
climbing	pontos e/ou polígonos
climbing_adventure	pontos e/ou polígonos
cockfighting	pontos e/ou polígonos
cricket	pontos e/ou polígonos
croquet	pontos e/ou polígonos
curling	pontos e/ou polígonos
cycling	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
darts	pontos e/ou polígonos
dog_racing	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
equestrian	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
fencing	pontos e/ou polígonos
<i>field_hockey</i>	pontos e/ou polígonos
free_flying	pontos e/ou polígonos
gaelic_games	pontos e/ou polígonos
golf	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
gymnastics	pontos e/ou polígonos
handball	pontos e/ou polígonos
hapkido	pontos e/ou polígonos
<i>hockey</i>	pontos e/ou polígonos
horseshoes	pontos e/ou polígonos
horse_racing	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
<i>ice_hockey</i>	pontos e/ou polígonos
ice_skating	pontos e/ou polígonos
ice_stock	pontos e/ou polígonos
judo	pontos e/ou polígonos
karting	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
kitesurfing	pontos e/ou polígonos
korfball	pontos e/ou polígonos
model_aerodrome	pontos e/ou polígonos
motocross	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
motor	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
multi	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
netball	pontos e/ou polígonos
obstacle_course	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
orienteering	pontos e/ou linhas e/ou polígonos

	paddle_tennis	pontos e/ou polígonos
	parachuting	pontos e/ou polígonos
	paragliding	pontos e/ou polígonos
	pelota	pontos e/ou polígonos
	racquet	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	rc_car	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	roller_skating	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	rowing	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	rugby_league	pontos e/ou polígonos
	rugby_union	pontos e/ou polígonos
	running	pontos e/ou polígonos
	sailing	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	scuba_diving	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	shooting	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	skateboard	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	soccer	pontos e/ou polígonos
	sumo	pontos e/ou polígonos
	surfing	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	swimming	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	table_tennis	pontos e/ou polígonos
	table_soccer	pontos e/ou polígonos
	taekwondo	pontos e/ou polígonos
	tennis	pontos e/ou polígonos
	toboggan	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	volleyball	pontos e/ou polígonos
	water_polo	pontos e/ou polígonos
	water_ski	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	weightlifting	pontos e/ou polígonos
	wrestling	pontos e/ou polígonos
	yoga	pontos e/ou polígonos
<b>Ar livre</b>		
leisure	beach_resort	pontos e/ou polígonos
	bird_hide	pontos e/ou polígonos
	common	pontos e/ou polígonos
	dog_park	pontos e/ou polígonos
	firepit	pontos e/ou polígonos
	fishing	pontos e/ou polígonos
	garden	pontos e/ou polígonos
	marina	pontos e/ou polígonos

	nature_reserve	pontos e/ou polígonos
	park	pontos e/ou polígonos
	picnic_table	pontos e/ou polígonos
	pitch	pontos e/ou polígonos
	playground	pontos e/ou polígonos
	slipway	pontos e/ou linhas
	summer_camp	pontos e/ou polígonos
	swimming_area	polígonos
	water_park	pontos e/ou polígonos
	wildlife_hide	pontos e/ou polígonos
tourism	picnic_site	pontos e/ou polígonos
	theme_park	pontos e/ou polígonos
<b>Militar</b>		
military	<i>airfield</i>	pontos e/ou polígonos
	ammunition	pontos e/ou polígonos
	bunker	pontos e/ou polígonos
	barracks	pontos e/ou polígonos
	checkpoint	pontos
	danger_area	pontos e/ou polígonos
	naval_base	pontos e/ou polígonos
	nuclear_explosion_site	pontos e/ou polígonos
	obstacle_course	linhas e/ou polígonos
	office	pontos e/ou polígonos
	range	pontos e/ou polígonos
	training_area	polígonos
trench	pontos e/ou linhas	
<b>Obstáculos</b>		
<b>Barreiras lineares</b>		
barrier	cable_barrier	linhas
	city_wall	linhas e/ou polígonos
	ditch	linhas e/ou polígonos
	fence	linhas e/ou polígonos
	guard_rail	linhas
	handrail	linhas
	<i>hedge</i>	linhas e/ou polígonos
	kerb	pontos e/ou linhas
	retaining_wall	linhas e/ou polígonos
	tank_trap	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
wall	linhas e/ou polígonos	
<b>Controlo de acesso a auto-estradas</b>		
barrier	block	pontos
	bollard	pontos e/ou linhas
	border_control	pontos
	bump_gate	pontos
	bus_trap	pontos
	cattle_grid	pontos
	chain	pontos
	cycle_barrier	pontos

	debris	pontos
	entrance	pontos
	full-height_turnstile	pontos
	gate	pontos e/ou linhas
	hampshire_gate	pontos
	height_restrictor	pontos
	horse_stile	pontos
	jersey_barrier	pontos e/ou linhas
	kent_carriage_gap	pontos
	kissing_gate	pontos
	lift_gate	pontos
	log	pontos e/ou linhas
	motorcycle_barrier	pontos
	rope	pontos e/ou linhas
	sally_port	pontos
	spikes	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	stile	pontos
	sump_buster	pontos
	swing_gate	pontos
	toll_booth	pontos
	turnstile	pontos
<b>Ofícios</b>		
craft	agricultural_engines	pontos e/ou polígonos
	beekeeper	pontos e/ou polígonos
	blacksmith	pontos e/ou polígonos
	boatbuilder	pontos e/ou polígonos
	brewery	pontos e/ou polígonos
	builder	pontos e/ou polígonos
	carpenter	pontos e/ou polígonos
	carpet_layer	pontos e/ou polígonos
	caterer	pontos e/ou polígonos
	chimney_sweeper	pontos e/ou polígonos
	confectionery	pontos e/ou polígonos
	distillery	pontos e/ou polígonos
	electrician	pontos e/ou polígonos
	floorer	pontos e/ou polígonos
	gardener	pontos e/ou polígonos
	hvac	pontos e/ou polígonos
	insulation	pontos e/ou polígonos
	locksmith	pontos e/ou polígonos
	metal_construction	pontos e/ou polígonos
	painter	pontos e/ou polígonos
	parquet_layer	pontos e/ou polígonos
	photographic_laboratory	pontos e/ou polígonos
	plasterer	pontos e/ou polígonos
plumber	pontos e/ou polígonos	
rigger	pontos e/ou polígonos	
roofer	pontos e/ou polígonos	

	saddler	pontos e/ou polígonos
	sailmaker	pontos e/ou polígonos
	sawmill	pontos e/ou polígonos
	scaffolder	pontos e/ou polígonos
	sculptor	pontos e/ou polígonos
	stand_builder	pontos e/ou polígonos
	stonemason	pontos e/ou polígonos
	sun_protection	pontos e/ou polígonos
	tiler	pontos e/ou polígonos
	tinsmith	pontos e/ou polígonos
	turner	pontos e/ou polígonos
	upholsterer	pontos e/ou polígonos
	window_construction	pontos e/ou polígonos
	winery	pontos e/ou polígonos
<b>Rodovias</b>		
<b><u>Estradas</u></b>		
highway	motorway	linhas
	trunk	linhas
	primary	linhas
	secondary	linhas
	tertiary	linhas
	unclassified	linhas
	residential	linhas
	service	linhas e/ou polígonos
<b><u>Estradas de ligação</u></b>		
highway	motorway_link	linhas
	trunk_link	linhas
	primary_link	linhas
	secondary_link	linhas
	tertiary_link	linhas
<b><u>Tipos especiais de estradas</u></b>		
highway	living_street	linhas
	pedestrian	linhas e/ou polígonos
	track	linhas
	bus_guideway	linhas
	escape	linhas
	raceway	linhas
	road	linhas
<b><u>Caminhos</u></b>		
highway	footway	linhas
	bridleway	linhas
	steps	linhas
	path	linhas
<b><u>Bicicletas</u></b>		
highway	cycleway	linhas
cycleway	lane	linhas
	opposite	linhas
	opposite_lane	linhas
	track	linhas

	opposite_track	linhas
	share_busway	linhas
	shared_lane	linhas
<b><u>Autocarros</u></b>		
busway	lane	linhas
<b><u>Manutenção</u></b>		
highway	proposed	linhas
	construction	linhas
<b><u>Emergência</u></b>		
highway	emergency_access_point	pontos
emergency	phone	pontos
<b><u>Outros</u></b>		
highway	bus_stop	pontos
	crossing	pontos
	elevator	pontos
	give_way	pontos
	mini_roundabout	pontos
	motorway_junction	pontos
	passing_place	pontos
	rest_area	pontos e/ou polígonos
	speed_camera	pontos
	street_lamp	pontos
	services	pontos e/ou polígonos
	stop	pontos
	traffic_signals	pontos
turning_circle	pontos	
<b>Saúde e bem-estar</b>		
amenity	baby_hatch	pontos e/ou polígonos
	clinic	pontos e/ou polígonos
	dentist	pontos e/ou polígonos
	doctors	pontos e/ou polígonos
	hospital	pontos e/ou polígonos
	nursing_home	pontos e/ou polígonos
	pharmacy	pontos e/ou polígonos
social_facility	pontos e/ou polígonos	
healthcare	blood_donation	pontos e/ou polígonos
building	hospital	polígonos
<b>Social e Cívico</b>		
amenity	courthouse	pontos e/ou polígonos
	crematorium	pontos e/ou polígonos
	embassy	pontos e/ou polígonos
	grave_yard	pontos e/ou polígonos
	post_office	pontos e/ou polígonos
	prison	pontos e/ou polígonos
	shower	pontos e/ou polígonos
	telephone	pontos
	toilets	pontos e/ou polígonos
	townhall	pontos e/ou polígonos
	waste_basket	pontos

	waste_disposal	pontos
building	civic	polígonos
	public	polígonos
<b>Superfícies e formações</b>		
natural	bare_rock	polígonos
	scree	pontos e/ou polígonos
	shingle	pontos e/ou polígonos
	sand	pontos e/ou polígonos
	mud	pontos e/ou polígonos
	peak	pontos
	volcano	pontos
	valley	pontos e/ou linhas
	river_terrace	pontos e/ou linhas
	ridge	linhas
	arete	linhas
	cliff	pontos e/ou linhas
	saddle	pontos
	rock	pontos e/ou polígonos
	stone	pontos
	sinkhole	pontos e/ou polígonos
cave_entrance	pontos e/ou polígonos	
<b>Transporte</b>		
<b>Elementos de transporte via cabos aéreos</b>		
aerialway	cable_car	linhas
	gondola	linhas
	chair_lift	linhas
	mixed_lift	linhas
	drag_lift	linhas
	t-bar	linhas
	j-bar	linhas
	platter	linhas
	rope_tow	linhas
	magic_carpet	linhas
	zip_line	linhas
	pylon	pontos
	station	pontos e/ou polígonos
	canopy	linhas
goods	linhas	
<b>Elementos de suporte a operações de aviões e helicópteros</b>		
aeroway	aerodrome	pontos e/ou polígonos
	apron	polígonos
	gate	pontos
	hangar	pontos e/ou polígonos
	helipad	pontos e/ou polígonos
	heliport	pontos e/ou polígonos
	runway	linhas e/ou polígonos
	taxilane	linhas e/ou polígonos
	taxiway	linhas e/ou polígonos
	terminal	pontos e/ou polígonos

<b><u>Bicicletas</u></b>		
amenity	bicycle_parking	pontos e/ou polígonos
	bicycle_rental	pontos e/ou polígonos
<b><u>Transportes públicos – autocarros</u></b>		
amenity	bus_station	pontos e/ou polígonos
public_transport	stop_position	pontos
	platform	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	station	polígonos
	stop_area	relação
highway	bus_stop	pontos
<b><u>Transportes públicos – comboios</u></b>		
building	train_station	polígonos
public_transport	stop_position	pontos
	platform	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	station	polígonos
	stop_area	relação
railway	halt	pontos
	platform	linhas e/ou polígonos
	station	pontos e/ou polígonos
	subway_entrance	pontos
	tram_stop	pontos
railway	buffer_stop	pontos
	derail	pontos
	crossing	pontos
	level_crossing	pontos
	railway	polígonos
	signal	pontos
	switch	pontos
	railway_crossing	pontos
	turntable	pontos e/ou polígonos
	roundhouse	polígonos
traverser	pontos e/ou polígonos	
<b><u>Transportes públicos – táxis</u></b>		
amenity	taxi	pontos e/ou polígonos
<b><u>Automóveis</u></b>		
amenity	car_rental	pontos e/ou polígonos
	car_sharing	pontos e/ou polígonos
	car_wash	pontos e/ou polígonos
	charging_station	pontos
	fuel	pontos e/ou polígonos
	grit_bin	pontos
	parking	pontos e/ou polígonos
<b><u>Motociclos</u></b>		
amenity	fuel	pontos e/ou polígonos
	motorcycle_parking	pontos e/ou polígonos
	parking	pontos e/ou polígonos
<b><u>Barcos</u></b>		

amenity	boat_sharing	pontos e/ou polígonos
	ferry_terminal	pontos e/ou polígonos
<b>Turismo</b>		
<b><u>Locais de culto</u></b>		
amenity	place_of_worship	pontos e/ou polígonos
building	cathedral	polígonos
	chapel	polígonos
	church	polígonos
	mosque	polígonos
	temple	polígonos
	synagogue	polígonos
	shrine	polígonos
<b><u>Alojamento</u></b>		
building	hotel	polígonos
	residential	polígonos
	dormitory	polígonos
	bungalow	polígonos
	static_caravan	polígonos
tourism	apartment	pontos e/ou polígonos
	camp_site	pontos e/ou polígonos
	caravan_site	pontos e/ou polígonos
	chalet	pontos e/ou polígonos
	guest_house	pontos e/ou polígonos
	hostel	pontos e/ou polígonos
	hotel	pontos e/ou polígonos
	information	pontos e/ou polígonos
	motel	pontos e/ou polígonos
	alpine_hut	pontos e/ou polígonos
wilderness_hut	pontos e/ou polígonos	
<b><u>Histórico</u></b>		
historic	aircraft	pontos e/ou polígonos
	archaeological_site	pontos e/ou polígonos
	battlefield	pontos e/ou polígonos
	boundary_stone	pontos
	building	pontos e/ou polígonos
	cannon	pontos
	castle	pontos e/ou polígonos
	city_gate	pontos e/ou polígonos
	citywalls	linhas e/ou polígonos
	farm	pontos e/ou polígonos
	fort	pontos e/ou polígonos
	gallows	pontos e/ou relações
	highwater_mark	pontos
	locomotive	pontos e/ou polígonos
	manor	pontos e/ou polígonos
	memorial	pontos e/ou polígonos
	milestone	pontos
	monastery	pontos e/ou polígonos
monument	pontos e/ou polígonos	

	optical_telegraph	pontos e/ou polígonos
	pillory	pontos
	ruins	pontos e/ou polígonos
	rune_stone	pontos
	ship	pontos e/ou polígonos
	tomb	pontos e/ou polígonos
	wayside_cross	pontos e/ou polígonos
	wayside_shrine	pontos e/ou polígonos
	wreck	pontos e/ou polígonos
<b><u>Museus</u></b>		
tourism	museum	pontos e/ou polígonos
<b><u>Lazer</u></b>		
tourism	aquarium	pontos e/ou polígonos
	artwork	pontos e/ou linhas e/ou polígonos
	attraction	pontos e/ou polígonos
	gallery	pontos e/ou polígonos
	picnic_site	pontos e/ou polígonos
	theme_park	pontos e/ou polígonos
	viewpoint	pontos
	zoo	pontos e/ou polígonos
<b>Uso do solo</b>		
<b><u>Natural</u></b>		
landuse	basin	pontos e/ou polígonos
	forest	pontos e/ou polígonos
	grass	pontos e/ou polígonos
	<i>greenfield</i>	pontos e/ou polígonos
	meadow	pontos e/ou polígonos
<b><u>Artificial</u></b>		
landuse	allotments	pontos e/ou polígonos
	<i>brownfield</i>	pontos e/ou polígonos
	cemetery	polígonos
	commercial	pontos e/ou polígonos
	conservation	polígonos
	construction	pontos e/ou polígonos
	farmland	polígonos
	farmyard	polígonos
	garages	polígonos
	greenhouse_horticulture	polígonos
	industrial	pontos e/ou polígonos
	landfill	pontos e/ou polígonos
	military	pontos e/ou polígonos
	orchard	pontos e/ou polígonos
	pasture	pontos e/ou polígonos
	peat_cutting	polígonos
	plant_nursery	polígonos
port	polígonos	
quarry	pontos e/ou polígonos	
railway	polígonos	

	recreation_ground	
	reservoir	pontos e/ou polígonos
	residential	pontos e/ou polígonos
	retail	pontos e/ou polígonos
	salt_pond	polígonos
	village_green	pontos e/ou polígonos
	vineyard	pontos e/ou polígonos
<b>Vegetação</b>		
landuse	forest	pontos e/ou polígonos
	grass	pontos e/ou polígonos
	greenfield	pontos e/ou polígonos
	meadow	pontos e/ou polígonos
natural	wood	pontos e/ou polígonos
	tree_row	linhas
	tree	pontos
	scrub	pontos e/ou polígonos
	heath	pontos e/ou polígonos
	moor	pontos e/ou polígonos
	grassland	polígonos
	fell	pontos e/ou polígonos