

# Sistema de apoio à decisão no combate aos fogos florestais no concelho de Águeda

## *Decision support system for forest fires firefighting in Agueda municipality*

Ana Rita Calvão<sup>1</sup>, Filipe Carvalho<sup>1</sup>, Fábio Marques<sup>1,2</sup>

ESTGA<sup>1</sup>, IEETA<sup>2</sup>

Universidade de Aveiro

Águeda, Portugal

[arc@ua.pt](mailto:arc@ua.pt), [filipecarvalho@ua.pt](mailto:filipecarvalho@ua.pt), [fabio@ua.pt](mailto:fabio@ua.pt)

**Resumo** — O presente trabalho pretende mostrar o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão no combate aos fogos florestais para o concelho de Águeda que assenta fundamentalmente em tecnologias informáticas, em contraste com a dinâmica utilizada atualmente neste concelho. O sistema é constituído por três módulos distintos, uma aplicação WebSIG e duas aplicações para dispositivos móveis (uma destinada aos meios de combate terrestres e outra aos meios de combate aéreos). Uma das maiores preocupações em relação ao sistema é que todos os dados utilizados sejam reais e atualizados, mas também que as principais funcionalidades da aplicação sejam utilizadas em tempo real pelos principais agentes da proteção civil: bombeiros, câmara municipal e guarda nacional republicana. A execução do projeto está ainda numa fase intermédia, no entanto os testes efetuados até ao momento permitem afirmar que o sistema projetado é viável e que se espera que seja uma ajuda efetiva na resolução do problema dos fogos florestais no concelho.

**Palavras Chave** – fogos florestais, WebSIG; aplicação para dispositivos móveis; tempo real.

**Abstract** — This paper presents a system that is under development to support forest fires fighting in Agueda municipality. This system is mainly based on information technology, in contrast to the dynamic which is currently used in this municipality. The system consists of three separate modules, a WebGIS application and two applications for mobile devices (one for the land vehicles and the other to air vehicles). One of the biggest concerns about the system is that all data used is real and updated, but also that the main features of the application are used in real time by the main actors of civil protection: fire department, city hall and Republican National Guard. The implementation of the project is still at an early stage, however the tests performed so far have revealed that the system is viable and is expected to be an effective help in solving the problem of forest fires in the municipality.

**Keywords** – forest fires; WebGIS; mobile applications; realtime.

### I. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais são um dos principais flagelos que assolam o país durante a época de maior calor. Isto tem consequências a diversos níveis, principalmente ao nível económico e ao nível social, podendo inclusivamente afetar com

gravidade as populações locais [1] [2] [3]. Da análise dos relatórios anuais das áreas ardidas e ocorrências de incêndios, entre os anos 2001 e 2012, disponibilizados pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), conclui-se que as zonas mais atingidas são, ano após ano, o Norte e a parte Norte Interior do Centro do país, onde se inclui o concelho de Águeda, com cerca de 80% das ocorrências de incêndios no período analisado.

A problemática que envolve o combate aos incêndios florestais é quase sempre a mesma e a solução utilizada passa essencialmente pela aquisição de mais meios. A aquisição de meios de combate terrestres e aéreos e a afetação de meios humanos, sem uma ação concertada, pode não ser a melhor resposta a este problema [4] [5]. É muito comum, por exemplo, o desconhecimento do local preciso da origem de um foco de incêndio, assim como a sua acessibilidade: caminhos sem saída, obstáculos intransponíveis para determinado veículo e percursos mais longos do que seria necessário [4]. Assim, e depois do fogo deflagrar, surgem com certeza inúmeras perguntas: Que tipo de combustível está a ser queimado e qual a progressão mais provável do incêndio? Para onde são enviados os bombeiros e com que meios? Esses meios são apropriados ao fogo em questão? Com que estratégia se vai desenrolar o ataque ao fogo? Onde estão os pontos de água mais próximos e como lá chegar?

Para que os Bombeiros possam intervir nestas situações, com a prontidão e com a eficácia devida, necessitam de ter um vasto conjunto de informação geográfica atualizado. No entanto, esta informação ou não existe em formato digital, ou está desatualizada ou pertence às Câmaras Municipais. Nem sempre os Bombeiros têm esta informação em tempo útil por diversos fatores que incluem a falta de uma dinâmica de comunicação eficiente entre os vários intervenientes.

Neste artigo descreve-se a metodologia que está a ser aplicada no desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão no combate aos fogos florestais que vai tirar partido da integração de várias tecnologias que permitem automatizar vários procedimentos e deverá estar ligado aos principais agentes da proteção civil do concelho: bombeiros, câmara municipal e guarda nacional republicana.

## II. O SISTEMA PROPOSTO

Com base no estudo efetuado à metodologia utilizada atualmente e apresentada na secção A, propõe-se o sistema que se descreve nas secções posteriores.

### A. Dinâmica de atuação atualmente utilizada no combate aos fogos florestais

Na Fig. 1 é possível observar o esquema de comunicação, via rádio, utilizado atualmente no concelho de Águeda quando ocorrem incêndios florestais. As setas representam os túneis de comunicação existentes entre os vários elementos no terreno. Resumidamente, quando é recebido na Central de Telecomunicações o alerta de fogo florestal, com a respetiva localização, é dada a saída das viaturas de primeira intervenção e no caso de a situação não ser dominada por esses veículos, são enviados mais meios para o Teatro de Operações (TO). A partir deste momento, normalmente é montado o Posto de Comando das Operações (PCO) na redondeza da ocorrência e a maioria das comunicações passa a ser entre os meios no terreno e o PCO. Quando começam a operar no TO meios aéreos de ataque ampliado, é nomeado um Coordenador de Operações Aéreas (COPAR) que passará a ser o canal de comunicação entre o PCO e os meios aéreos. O comandante que lidera as operações, com o auxílio das cartas da série M888 da Carta Militar, à escala 1:25000 do Exército em formato analógico, faz um esboço “à mão” da frente do fogo e com a informação das condições atmosféricas (normalmente obtidas através do site do Instituto Português do Mar e da Atmosfera) faz uma previsão empírica de como o fogo se vai propagar (cone de propagação).

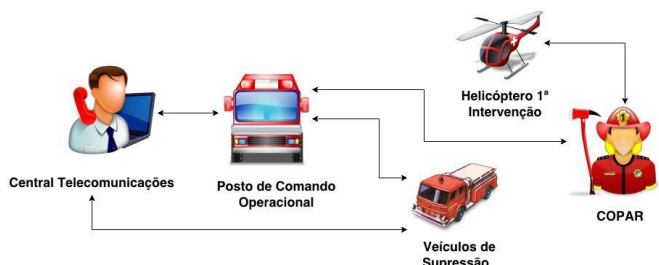


Figure 1. Esquema de comunicação atualmente utilizado

Salienta-se o facto de não existir atualmente o uso de informação geográfica com recurso às novas tecnologias, bem como o uso destas para facilitar as operações de supressão neste concelho.

### B. Descrição do sistema proposto

O sistema que se pretende criar é constituído por três módulos distintos: uma aplicação WebSIG, que será o módulo principal e aglutinador de toda a informação; uma aplicação para dispositivos móveis destinada aos meios de combate terrestres e uma aplicação para dispositivos móveis para os meios de combate aéreos. Nos parágrafos seguintes faz-se uma descrição abreviada da dinâmica que se deseja implementar.

Numa primeira fase, depois da receção do alerta de fogo, a interação com o sistema é feita a partir da central dos bombeiros voluntários de Águeda onde o operador, após ter iniciado a aplicação com o seu *login*, vê filtradas as ocorrências de fogo florestal da base de dados dos bombeiros. Neste momento, a equipa de primeira intervenção já se encontra em trânsito para a

zona do alerta, munidos de um dispositivo móvel com uma aplicação que proporciona o acesso a dados geográficos e alfanuméricos sobre a ocorrência e permite, através da utilização conjunta dos sistemas globais de posicionamento disponíveis, enviar a sua localização em tempo real para a central. O operador da central passa a visualizar a localização de todas as viaturas num mapa com toda a informação geográfica disponível e a disponibilizá-la, em função das necessidades, para os veículos de combate.

Na fase seguinte, a interação com o sistema pode ser necessária ou não. No caso de as condições das manobras de supressão serem favoráveis e os meios no local conseguirem extinguir o fogo, a interação com o sistema deixa de ser necessária. Por outro lado, caso os meios no local não consigam dominar o fogo, a interação com o sistema continua e pode ser feita a nível da central, ou caso já exista o PCO montado, a interação pode ser feita a partir deste. Nesta etapa, o comandante das operações passa a ter disponível uma ferramenta capaz de efetuar uma simulação da propagação do fogo em tempo real, proporcionando às entidades envolvidas, um cenário antecipado para que se consiga prever situações graves e se possa predispor os meios nas zonas possivelmente afetadas.

Em relação ao meio aéreo de primeira intervenção, logo que é dado o alerta, este é acionado para o local. Na maioria das situações é o meio que inicia as manobras de supressão do fogo. O piloto acede a uma aplicação para dispositivos móveis e após fazer *login*, seleciona a ocorrência correspondente à sua missão. O objetivo é proporcionar-lhe, segundo a sua posição, a localização do posto de abastecimento mais próximo, e todos os outros postos existentes no concelho onde lhe seja possível abastecer, contribuindo assim para a eficácia do combate (quanto mais rápido o meio aéreo abastecer, mais descargas efetua num determinado espaço de tempo). Esta aplicação também mostra alertas de veículos em situação de emergência para que o meio aéreo possa auxiliar no caso de ser autorizado. Por sua vez, o COPAR, terá igualmente o apoio de uma aplicação para dispositivos móveis, para se aperceber das situações graves e poder pedir auxílio ao piloto do meio aéreo.

Quando a ocorrência estiver completamente extinta é necessário proceder ao levantamento da área ardida. A entidade responsável por fazer esse trabalho é a Guarda Nacional Republicana (GNR). Está planeada, no sistema, uma área própria que permite à GNR realizar o carregamento de ficheiros GPX com a informação sobre a área ardida em cada ocorrência. Esta informação fica automaticamente disponível.

A Fig. 2 apresenta a arquitetura prevista para o sistema e resume a descrição do mesmo. Neste caso o meio de

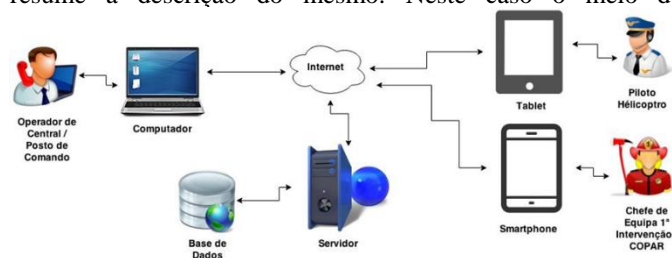


Figure 2. Esquema do sistema projetado

comunicação preferencial passa a ser a Internet em detrimento das comunicações via rádio.

### C. Requisitos do sistema

Uma das maiores preocupações é a utilização de tecnologias existentes, impor o menor conjunto de constrangimentos aos procedimentos atuais dos bombeiros no combate aos fogos florestais e disponibilizar a informação essencial em tempo útil para apoio à decisão durante o combate aos fogos florestais. Para tal, é necessário que o sistema verifique o seguinte conjunto de requisitos:

- (i) Sob um mapa de base do concelho, deve permitir a visualização e edição de temas relevantes incluindo a rede-viária e florestal, estado do terreno e estradas cortadas, pontos de água e suas características, bombas de combustível e a carta de risco;
- (ii) Deve identificar a posição e a informação sobre a ocorrência de um fogo florestal;
- (iii) Deve identificar, caracterizar, posicionar e monitorizar o meio envolvido numa determinada ocorrência;
- (iv) Deve identificar, caracterizar, posicionar e permitir a edição do foco de ignição da ocorrência;
- (v) Deve permitir a realização de consultas relacionadas: com o estado da ocorrência, pontos de água, pontos de abastecimento de combustível, estado do terreno, posicionamento dos meios em ação;
- (vi) Deve obter a informação necessária para permitir a simulação da propagação do fogo, e deve simular e disponibilizar a informação sobre a propagação do fogo;
- (vii) Deve permitir o envio de alertas relativos a: situações de risco de vidas humanas, condições atmosféricas extremas, situações de risco de povoações;
- (viii) Deve permitir o carregamento de ficheiros em formato GPX para a atualização da informação da área ardida.

### D. Modelo de Dados

O modelo de dados (Fig. 3) que dará suporte ao sistema é composto por um conjunto de dados georreferenciados e que contém informação sobre o relevo na área geográfica do concelho de Águeda (*modelo\_digital\_terreno*) e os limites das freguesias, sobre a rede viária (*rede\_viaria*) e as estradas cortadas (*estradas\_cortadas*).

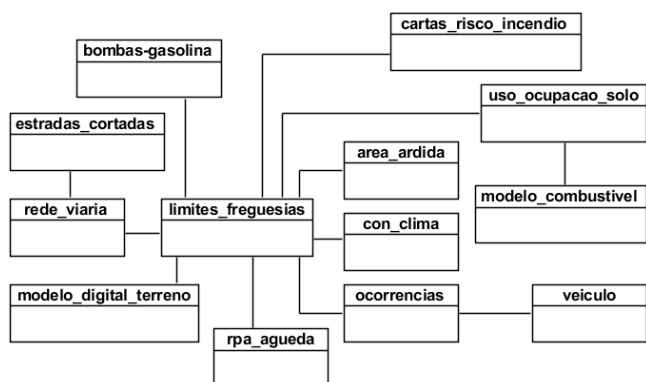


Figure 3. Modelo de dados

As cartas de risco de incêndio florestal (*cartas\_risco\_incendio*) servirão para que se possam estabelecer

prioridades na prevenção e combate aos fogos. Para que o abastecimento dos veículos seja realizado no espaço de tempo mais curto possível os pontos de água (*rpa\_agueda*) estão identificados e caracterizados. A informação constante nestas tabelas será fornecida pela Câmara Municipal.

Para que seja possível realizar a simulação da propagação do fogo, os dados necessários como a ocupação do solo (*uso\_ocupacao\_solo*), o modelo de combustível presente na área geográfica do concelho de Águeda (*modelo\_combustivel*), ambos fornecidos pela Câmara Municipal, e as condições atmosféricas (*con\_clima*), dados obtidos a partir da informação disponibilizada pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera, também estão presentes.

Para permitir um acompanhamento mais real das viaturas que estão no combate ao fogo florestal, as ocorrências (ocorrências) registadas pelos bombeiros estão presentes, bem como os veículos (*veiculo*) que se encontram a combater o fogo respeitante à ocorrência em causa, esta informação será fornecida pelos bombeiros.

Por último, a informação carregada pela GNR sobre a área ardida também será armazenada (*area\_ardida*).

### E. Implementação

O sistema é totalmente implementado recorrendo a tecnologias de código aberto e de livre acesso. O sistema de gestão de bases de dados utilizado é o Postgres, recorrendo-se ao *plug-in* postgis para dar suporte ao armazenamento e manipulação dos dados com componente geográfica.

Para a visualização dos dados geográficos em forma de mapa e em *browsers* é utilizado o servidor de mapas geoserver. A criação das páginas web é realizada com recurso a diversas tecnologias web (HTML, CSS, Javascript, PHP) e tecnologias SIG, nomeadamente o OpenLayers. Relativamente à aplicação desenvolvida para dispositivos móveis, para além do HTML, CSS e Javascript é utilizado o PhoneGap.

Recorre-se igualmente ao SIG Desktop Quantum GIS para manipular, atualizar, corrigir dados para que estes estejam o mais correto possível aquando da sua utilização no TO.

## III. DESENVOLVIMENTO ATÉ AO MOMENTO E RESPECTIVOS RESULTADOS

A implementação do modelo de dados para a criação do sistema de apoio no combate aos fogos florestais no concelho de Águeda foi iniciada, mas está ainda em curso faltando, nesta fase, a construção de algumas tabelas e a finalização do preenchimento de outras. Este facto faz com que alguns temas importantes de informação geográfica ainda não estejam disponíveis para visualização e análise.

### A. Aplicação WebSig

A aplicação WebSIG está disponível para cinco tipos de utilizadores diferentes: administrador do sistema; operacional da central dos bombeiros voluntários de Águeda; operacional do meio terrestre, piloto do meio aéreo e militar da GNR. Já é possível visualizar alguns temas de informação (Fig. 4) e interagir com a aplicação dos meios de combate terrestres (Fig. 5).



Figure 4. Interface da aplicação WebSIG



Figure 5. Interface da aplicação WebSIG já com a informação inserida na aplicação móvel do veículo de combate terrestre.

### B. Aplicação para dispositivos móveis para os meios terrestres

A Fig. 6, do lado esquerdo, mostra a interface inicial da aplicação. O utilizador tem que seleccionar a data da ocorrência e a ocorrência e de seguida preencher os dados da viatura. Ao clicar em “Iniciar”, irá aparecer um alerta a pedir permissão para publicar a localização, caso se diga “Sim” a aplicação tenta obter a localização, caso se diga “Não” a aplicação continua nesta interface a aguardar instruções.

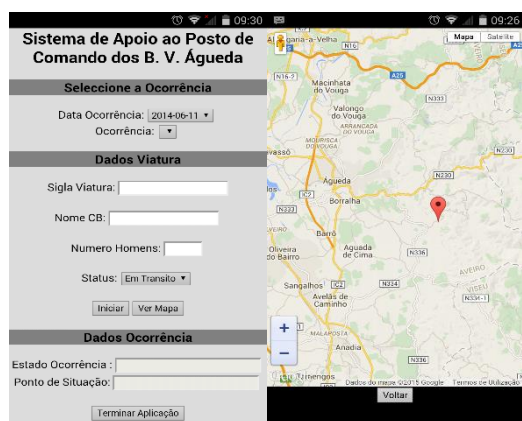


Figure 6. Interfaces da aplicação móvel para meios terrestres

A cada dois minutos a localização e as informações carregadas na aplicação móvel são reenviados para o servidor e deste para todas as viaturas em combate, para assim se manterem informados do estado da ocorrência e do ponto de situação.

Pressionando o botão “Ver Mapa” o utilizador pode visualizar a localização da ocorrência sobreposta, por exemplo, num mapa do Google (Fig. 6 do lado direito).

### C. Aplicação para dispositivos móveis para os meios aéreos

Uma vez que os meios aéreos não estão sujeitos a circular em “estradas” e se podem deslocar em linha reta, foi implementado um algoritmo que cria um diagrama de Voronoi (a verde na Fig. 7) a partir das localizações dos pontos de água do concelho (pontos azuis na Fig. 7). Sabendo as coordenadas do meio aéreo a aplicação identifica de forma simples o polígono que o contém, assinalando o respetivo posto de abastecimento mais próximo e a rota para o alcançar (Fig. 7).

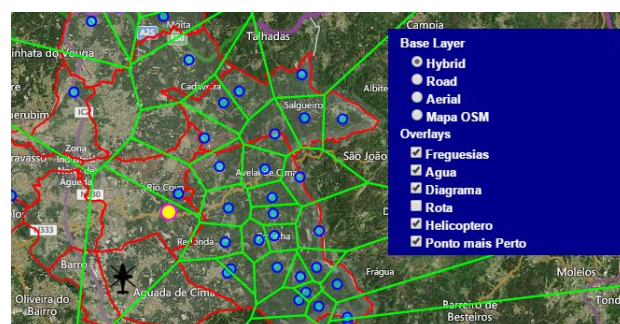


Figure 7. Interface da aplicação móvel para meios aéreos

## IV. CONCLUSÕES

A implementação do sistema encontra-se numa fase intermédia pelo que ainda não foi globalmente testada. Um dos aspetos críticos para a utilização, na íntegra, do sistema proposto é a existência de cobertura de rede móvel, para que os diferentes intervenientes possam comunicar entre si. Quando terminado o desenvolvimento das aplicações será necessário realizar, em articulação com as entidades envolvidas, um conjunto de testes em ambiente real para se conseguir aferir da sua inteira utilidade. No entanto, pelo acompanhamento que tem sido feito ao projeto por parte destas entidades, é expectável que o sistema venha a contribuir para um apoio efetivo no combate aos fogos florestais do concelho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] Nunes, M.C.S., et al., *Land Cover Type and Fire in Portugal: Do Fires Burn Land Cover Selectively?* Landscape Ecology, 2005. **20**(6): p. 661-673.
- [2] Pyne, S., *Fogo no jardim: compreensão do contexto dos incêndios em Portugal*. Incêndios Florestais em Portugal—Caracterização, Impactes e Prevenção. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2006: p. 115-131.
- [3] Viegas, D.X., et al., *Recent forest fire related accidents in Europe*. JRC, Ispra, 2009.
- [4] Serrano, M. e V. Martins, *Sistema de Apoio a Emergências do Parque Natural do Alvão-Em ESIG'2002 Proceedings*. 2002, Oeiras.
- [5] Carvalho, P.A., *Modelação do risco de incêndio florestal com redes neuronais artificiais: aplicação ao Parque Natural de Montesinho*, in *Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação*. 2005, Universidade Nova de Lisboa.