

MEMÓRIAS
DA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE
LISBOA

CLASSE DE CIÊNCIAS

TOMO XLVIII

**Um Programa de Investigação Interdisciplinar
sobre Incêndios Florestais**

DOMINGOS XAVIER VIEGAS



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE LISBOA

LISBOA • 2022

Um Programa de Investigação Interdisciplinar sobre Incêndios Florestais¹

DOMINGOS XAVIER VIEGAS²

1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais constituem um dos riscos naturais cuja percepção é mais clara na população portuguesa, devido ao seu impacto e persistência. Os dramáticos eventos de 2017 deixaram uma marca indelével na nossa sociedade, sobretudo pelo elevado número de vidas humanas que se perderam, conferindo-lhes uma dimensão que, não sendo inédita noutros países, não era conhecida em Portugal.

Devido à sua complexidade, a gestão integrada do problema dos incêndios florestais, do ponto de vista científico carece de uma abordagem pluridisciplinar e, do ponto de vista operacional, de uma intervenção pluri-institucional e de longo prazo, não apenas no meio físico, mas também junto das pessoas, para se conseguir a sua redução e controlo. À semelhança do que sucede com outros problemas complexos e de longo prazo que a sociedade enfrenta, o conhecimento, suportado pela investigação científica, constitui uma contribuição importante para a sua resolução.

Reconhecendo esta necessidade, iniciámos em 1985, na Universidade de Coimbra, um programa de investigação científica sobre a temática dos incêndios florestais, que começou por ser um projeto académico, tornando-se um programa multidisciplinar de âmbito internacional, como se dá conta no presente artigo.

2. HISTORIAL DO NOSSO PROGRAMA

a. O início e os recursos humanos

A investigação em incêndios florestais do nosso Grupo de investigação começou no final do ano de 1985, tendo a motivação pessoal para iniciar este trabalho sido a ocorrência de um grave acidente em Armamar, no qual pereceram 14 Bombeiros da Corporação daquela Vila, quando foram surpreendidos pelo fogo num desfiladeiro, quando se deslocavam para ir prestar socorro a uma aldeia próxima. O propósito de conhecer melhor o que produzira aquele acidente, nomeadamente o comportamento do fogo, para evitar que estes acidentes se repetissem, constituiu, a partir daí, uma motivação persistente para o nosso trabalho. Ao longo do tempo, por interesse científico e pela participação em estudos e projetos mais abrangentes, fomos alargando o âmbito do nosso estudo, contemplando outras facetas do problema da gestão dos incêndios florestais, incluindo a sua dimensão humana e o apoio à decisão

¹ O presente texto baseia-se no conteúdo de uma conferência proferida pelo autor, numa sessão organizada pela Academia das Ciências, que teve lugar na Reitoria da Universidade de Coimbra no dia 18 de julho de 2019. Alguns dos seus conteúdos foram atualizados para a presente data, de junho de 2021.

² Professor Catedrático Convidado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra
xavier.viegas@dem.uc.pt

operacional e política, sem nunca perder de vista o foco principal do nosso trabalho, que foi o de investigar os aspetos físicos relacionados com o comportamento do fogo.

Começámos, ainda no ano de 1985, a incentivar alunos de mestrado e de doutoramento em Engenharia Mecânica, para o estudo dos incêndios florestais. A inexistência de programas de investigação sobre o tema, em Portugal, nessa altura, e a falta de referências, para se definir uma estratégia, que pudesse motivar os nossos colaboradores a embarcar numa nova área, constituíam limitações importantes. Apesar disso conseguimos, com algum sucesso, juntar forças com colegas de outras áreas científicas, dentro e fora da Universidade de Coimbra, como por exemplo de Geografia, de Psicologia, de Direito, de Medicina e de Silvicultura, a fim de alargar as perspetivas de abordagem.

Fomos encontrando apoios junto dos Serviços Florestais, dos Bombeiros e de algumas empresas do sector florestal, que nos encorajaram a prosseguir. Em 1986 foi criada pelo X Governo Português a Comissão Nacional Especializada de Fogos Florestais (CNEFF), que reconheceu a importância de incluir a investigação científica entre as iniciativas que deveriam ser apoiadas financeiramente pelo Governo. Obtivemos assim apoio para a realização de alguns projetos, numa fase inicial diretamente financiados pela CNEFF e mais tarde por intermédio da JNICT – Junta Nacional de Investigação Científica (atual FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia), por meio de verbas partilhadas entre a CNEFF e a JNICT. Este apoio permitiu-nos constituir uma equipa e começar a criar condições de trabalho, e obter sucesso em novas candidaturas. Infelizmente o programa da CNEFF foi descontinuado em 1994, passando o financiamento nacional a ser feito por meio do programa geral de apoio da JNICT nas diversas áreas científicas. Apenas em 2018, após as tragédias dos incêndios de 2017, a FCT voltou a criar um programa específico de apoio à investigação na temática dos incêndios florestais.

A nossa principal preocupação foi a de constituir uma equipa de investigação, dado que em qualquer empreendimento, os recursos humanos são um dos ativos mais importantes de todos os processos desenvolvidos. Este programa de investigação foi servido, ao longo da sua implementação, por um conjunto de pessoas, desde investigadores mais experientes, a estudantes de pós-graduação e técnicos, que têm vindo a colaborar com o autor, com grande dedicação e profissionalismo, para o desenvolver e manter. O nosso programa permitiu formar um número importante de investigadores que se sentiram atraídos para o tema, muitos dos quais obtiveram o grau de Doutor ou de Mestre e permanecem ativos nesta área, junto da ADAI ou noutras instituições, inclusivamente fora do País.

b. Os projetos europeus e nacionais

Durante o desenvolvimento do nosso programa de investigação pudemos contar com o apoio financeiro ou operacional de várias instituições. Apesar de não ter existido ao longo destes anos uma verdadeira estratégia nacional ou europeia para a investigação científica nesta área, graças à dedicação da nossa equipa, fomos conseguindo angariar apoio financeiro que nos permitiu suportar os recursos humanos, os equipamentos desenvolvidos e promover o programa de investigação que hoje temos. Este percurso não foi isento de dificuldades e incertezas, pela irregularidade e imprevisibilidade dos programas de apoio, ou dos seus critérios de avaliação. Verificamos que após 2017 passou a haver uma maior sensibilidade, quer a nível nacional, quer europeu, para esta área científica.

Entre 1988 e o presente participámos em 36 projetos e contratos de investigação nacionais e em 36 projetos com financiamento Europeu, tendo sido os coordenadores de vários. A participação nos projetos europeus proporcionou-nos a abertura a um campo muito alargado de colaborações, de especialidades científicas, a exposição a um conjunto muito diverso de problemas concretos e de formas de os abordar, que enriqueceram a nossa formação e valorizaram o nosso programa.

Entre os projetos europeus em que participamos, merece um destaque particular o projeto FirEUrisk – *Developing a Holistic, Risk-Wise Strategy for European Wildfire Management*, que estamos a coordenar, para investigar, com o apoio financeiro de cerca de 10 milhões de euros da Comissão Europeia e a participação de cerca de quarenta instituições de toda a Europa, as diferentes componentes da gestão dos grandes incêndios, que colocam em perigo a vida humana, atendendo aos desafios futuros trazidos, entre outros, pela alteração climática.

c. O Laboratório de Estudos sobre Incêndios Florestais

Dada a nossa formação de base, em engenharia mecânica e em aerodinâmica, e a vertente experimental da nossa metodologia de investigação, procurámos desde cedo reunir as condições para realizar trabalho laboratorial. Desejávamos assim poder analisar sistematicamente, a ação do vento e do declive do terreno sobre a propagação dos incêndios, as propriedades dos combustíveis florestais e o modo como suportavam a propagação do fogo, de um modo especial, em situações de comportamento extremo. Com o apoio da Câmara Municipal da Lousã e da Universidade de Coimbra, foi-nos disponibilizada uma área no Aeródromo da Lousã, para construir um hangar metálico, onde instalámos o nosso Laboratório de Estudos sobre Incêndios Florestais (LEIF). Nesta infraestrutura fomos instalando equipamentos de conceção e projeto próprios, que foram construídos em Portugal e permitiram o estudo de diferentes aspetos do comportamento do fogo. Estes equipamentos, pela sua originalidade e versatilidade, permitiram-nos investigar aspetos inovadores do comportamento extremo do fogo e da segurança pessoal, contribuindo para o avanço do estado da arte, a nível internacional, em alguns desses temas.

O LEIF foi inaugurado em 1999 pelo Ministro Mariano Gago, tendo sido sucessivamente ampliado e melhorado, em extensão e equipamento, a ponto de constituir atualmente um laboratório de referência a nível internacional nesta temática, sendo procurado por cientistas, decisores, operacionais e empresários de diversas partes do Mundo.

Uma extensão natural do nosso trabalho laboratorial consiste nos ensaios de campo, de fogo experimental. Em parcelas de terreno, devidamente preparadas, realizamos regularmente testes de queima, para o estudo do comportamento do fogo e de outros fatores, numa escala maior do que a conseguida no laboratório e em condições mais próximas dos incêndios reais. Com o apoio de várias entidades, que nos disponibilizaram os seus terrenos, de autarquias e de corporações de Bombeiros, que têm vindo a colaborar na realização dos ensaios, garantindo a segurança dos mesmos, temos realizado diversos ensaios de campo que têm atraído dezenas de investigadores de diversas instituições nacionais e internacionais. Os ensaios têm permitido às diversas equipas analisar variados aspetos do seu interesse científico ou operacional, tais como a deteção do fogo, a dispersão do fumo, o comportamento do fogo, a atenuação de ondas de rádio, os métodos de extinção, a ecologia do

fogo e o impacto do fogo no solo, entre outros. Foram particularmente importantes os ensaios realizados entre os anos de 1999 e 2006 numa área situada no perímetro florestal da Gestosa, na Serra da Lousã, próximo de Castanheira de Pera, pelo envolvimento de vários grupos de cientistas internacionais, que tiveram. Temos vindo a realizar estes ensaios anualmente em vários locais vizinhos, mantendo a designação geral de Ensaios Experimentais da Gestosa, que se tornou conhecida internacionalmente.



Figura 1.
Vista de um ensaio de propagação do fogo em vegetação arbustiva, para avaliar sistemas de proteção de componentes de uma construção em madeira.

d. Os grandes incêndios e os acidentes pessoais

Desde o início do nosso trabalho compreendemos que o verdadeiro desafio para o nosso conhecimento era o que nos colocavam os incêndios reais. Ao confrontar os processos que observamos num incêndio real com o nível dos conhecimentos que temos vindo a adquirir, concluímos que existiam muitos desafios a vencer e etapas a percorrer. Com a devida permissão das autoridades responsáveis, temos vindo a deslocar-nos para os incêndios, em especial para os grandes incêndios, que ocorriam na Região, com o fim de observar, registar, medir e analisar o que se passava. Sempre que tal era suscitado, demos apoio à gestão do incêndio. Do confronto entre o que observávamos e que não sabíamos explicar, resultaram diversos temas de investigação, que nos permitiram contribuir para uma melhoria do conhecimento, como se verá mais adiante.

Deste esforço de observação e análise resultaram os relatórios monográficos que publicámos sobre alguns grandes incêndios ocorridos em Portugal a partir de 1987, numa fase que poderemos considerar ainda inicial do nosso programa, sobre os incêndios de Mira (1), de Arganil/Oliveira do Hospital (2), ambos em 1987 e da Arrábida, em 1992 (3).

O estudo dos acidentes pessoais constituía um desafio ainda maior, uma vez que se tratava de analisar as circunstâncias em que tinham ocorrido acidentes fatais, durante um incêndio, vitimando uma ou mais pessoas. Face à necessidade de se compreender não apenas o comportamento do fogo, mas também o das pessoas, e pelas várias implicações sociais e operacionais que um acidente desta natureza normalmente tem, a dificuldade da sua análise era acrescida. Fomos pioneiros na introdução do estudo destes acidentes em Portugal e porventura na Europa, seguindo a prática há muito estabelecida noutras áreas de atividade e noutros países. Embora o fizessemos com o objetivo de retirar lições e de melhorar os procedimentos no futuro – sem pretender imputar culpas – esta atividade nem sempre foi bem compreendida. Tendo iniciado esta atividade em 1985, podemos afirmar que estivemos em praticamente todos os locais onde tenha ocorrido um acidente mortal, relacionado com um incêndio florestal, em Portugal. Para além de relatórios e publicações próprias, como foram os livros com o título genérico de “Cercados pelo Fogo” relatando os acidentes ocorridos nos anos de 2003 (4) e de 2005 (5), em diversos locais do País, publicámos ainda estudos sobre os acidentes ocorridos em Armamar em 1985 (6) e em Águeda em 1986 (7). Fomos convidados pelas autoridades de diversos países a estudar acidentes ocorridos em 2003 (8) e em 2009 na Austrália, em 2006 em Espanha (9), em 2008 na Croácia (10) e em 2010 em Israel.

Em 2006 fomos convidados pelo XVII Governo Português para participar na comissão de investigação de um acidente ocorrido em Famalicão da Serra, no qual pereceram seis Bombeiros, um de nacionalidade Portuguesa e cinco Chilenos (11). Em 2012 fomos convidados a estudar o incêndio ocorrido em Tavira e São Brás de Alportel (12). No ano seguinte recebemos igual convite, desta vez para estudar os dois maiores incêndios ocorridos em 2013, assim como os acidentes mortais ocorridos nesse ano, nos quais perderam a vida 11 pessoas, entre os quais 8 Bombeiros (13). Para além das lições extraídas e das mudanças que estes relatórios trouxeram, a análise dos acidentes de 2013 promoveu importantes alterações no plano de formação dos Bombeiros, em matérias de segurança e de organização em grandes incêndios e, sobretudo, no seu equipamento pessoal e de proteção, que foi melhorado substancialmente.

Na sequência dos grandes incêndios ocorridos em junho e em outubro de 2017, o Governo Português voltou a solicitar-nos um estudo independente e científico do que se havia passado no conjunto dos grandes incêndios que vitimaram no total 117 pessoas nesse ano. Este trabalho foi realizado em duas etapas, tendo o relatório sobre o incêndio de Pedrógão Grande (14) sido entregue ao Governo no dia 16 de outubro de 2017, e o dos incêndios de outubro (15), pela sua extensão e grande complexidade, apenas foi concluído em novembro de 2018. Correspondendo à importância e impacto dos eventos neles relatados, estes relatórios tiveram e continuam a ter uma grande projeção nas entidades intervenientes e na população em geral. Pelo rigor e detalhe das análises apresentadas, serviram de suporte para várias decisões tomadas pelas autoridades, em diversos processos de indemnização, de apuramento de circunstâncias e também a nível operacional, em relação a medidas de proteção das populações e de formação e preparação das forças intervenientes.



Figura 2.

O autor com um Colaborador, na EN-236, na madrugada do dia 18 de junho de 2017.

3. ALGUNS TÓPICOS DE INVESTIGAÇÃO

a. Os fundamentos

A fim de conhecer melhor o comportamento do fogo tivemos necessidade de estudar os fatores que o condicionam, nomeadamente a meteorologia e os combustíveis. Desde o princípio colaborámos com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) e com outras instituições que estudavam o papel dos diferentes fatores meteorológicos e do clima na ocorrência e propagação dos incêndios, em especial dos mais graves.

Em 1986 iniciámos um programa de caracterização do teor de humidade de combustíveis florestais finos, comuns nas florestas do País, que mantemos até hoje e que consiste na determinação da humidade de seis combustíveis. Com algumas dificuldades, temos mantido desde então o programa de amostragem, com colheitas semanais ao longo de todo o ano e diárias durante o período de Verão, o que nos permitiu criar uma base de dados que é única no País e porventura no Mundo (16). Presentemente, com o apoio de um projeto nacional, financiado pela FCT, estamos a realizar estas medições em mais três pontos do País.

A nossa equipa tem estudado continuamente as propriedades de inflamabilidade e combustibilidade de diversas formações vegetais, caracterizando os seus parâmetros, para o aperfeiçoamento dos modelos de combustível, que são usados em simuladores de comportamento do fogo, alguns dos quais de desenvolvimento próprio (17).

Nos últimos anos, dada a crescente importância dos incêndios na interface urbano-florestal, temos vindo a estudar as propriedades de materiais combustíveis que são utilizados na construção e revestimento das habitações, bem como da vegetação que se encontra na sua envolvente (18).

b. Comportamento dinâmico do fogo

Possivelmente um dos maiores contributos que demos para a ciência aplicada aos incêndios florestais terá sido o aprofundamento que demos ao caráter dinâmico do seu comportamento, ou seja, para o facto de que a presença do fogo e a sua interação com o meio ambiente modifica de forma decisiva as suas características de propagação. Um dos exemplos mais marcantes deste efeito é o comportamento, que designamos por “comportamento eruptivo do fogo”, que ocorre sobretudo em desfiladeiros e em encostas de grande declive. Com base num trabalho laboratorial extenso, produzimos modelos matemáticos para este mecanismo de propagação do fogo, que ajudam a explicar os fenómenos observados em muitas situações, ocorridas em Portugal e no estrangeiro, em que perderam a vida um grande número de pessoas, por vezes em grupos (19). Foi aliás uma situação como esta a que sucedera no acidente de Armamar, que motivou o nosso trabalho.



Figura 3.

Vista da Mesa Desfiladeiro, na qual se desenvolveu o estudo do comportamento eruptivo do fogo neste tipo de configuração do terreno.

O convite que nos foi feito pelas autoridades estaduais Australianas para estudar dois grandes incêndios ocorridos em 2003, próximo de Camberra, levou-nos a investigar o comportamento de duas frentes lineares, que se encontram formando um pequeno ângulo entre elas. Verificámos que os processos convectivos gerados por esta configuração do fogo originam as velocidades de propagação mais elevadas que se registam com frentes de chamas nos incêndios.

A formação de vórtices de eixo horizontal ou vertical, que geram turbilhões de fogo, tem merecido igualmente a nossa atenção (20), assim como o complexo problema dos focos secundários (21).

c. Segurança pessoal

A investigação de largas dezenas de acidentes, com visitas aos locais, levantamento de dados e entrevistas aos intervenientes, com a elaboração de relatórios circunstanciados, permitiu-nos criar um acervo de conhecimentos e de dados de grande valor científico e técnico. Como se referiu, temos estudado acidentes envolvendo operacionais ou cidadãos, por vezes em contexto de incêndios, outras em simples atividades de queima de sobrantes. Estas últimas vitimam, em média, cerca de uma dezena de pessoas anualmente, em Portugal. Para além da publicação dos resultados desta investigação, em diversas plataformas acessíveis as pessoas interessadas, temos tido a preocupação de organizar ações de formação dirigidas aos agentes operacionais, para divulgar esses ensinamentos. Nesses cursos de formação tem sido muito bem acolhida a apresentação que fazemos dos casos de estudo de que dispomos.



Figura 4.

Ação de formação sobre comportamento do fogo e segurança pessoal com elementos da GNR, no Laboratório de Estudos sobre Incêndios Florestais.

Um corolário importante desta formação é a que ministramos, em colaboração com a Escola Nacional de Bombeiros (ENB), no nosso Laboratório de Estudos sobre Incêndios Florestais. Desde 2004, praticamente todos os agentes de Proteção Civil nacionais, que recebem formação sobre comportamento do fogo e segurança pessoal na delegação da ENB na Lousã, participam numa aula prática no nosso Laboratório, onde lhes são apresentadas diferentes situações de comportamento do fogo, incluindo o caso dos desfiladeiros, que podem afetar a segurança pessoal dos agentes. Com base em testemunhos que temos recolhido, estamos convictos de que a participação nestas demonstrações tem contribuído para modificar o comportamento de um grande número dos nossos Bombeiros, pela perceção que lhes confere do potencial desenvolvimento do fogo, evitando assim que se exponham ao perigo. Esta formação foi-nos igualmente solicitada por várias outras entidades nacionais e estrangeiras, nomeadamente por algumas empresas com atividades em ambiente florestal.

d. Proteção de pessoas e bens

Temos procurado encontrar soluções para melhorar a proteção de pessoas e bens expostos ao perigo de um incêndio florestal. Empregando os recursos de que dispomos no Laboratório e nos ensaios de campo, temos realizado testes de diversos componentes utilizados na construção de habitações, assim como soluções para as proteger. Indicamos, a título de exemplo, testes com diversas janelas ou persianas, soluções para proteção do habitáculo de um autotanque dos Bombeiros, proteção de componentes de sistemas de telecomunicações e de outras estruturas críticas, localizados na floresta, em caso de cerco pelo fogo. Com base num estudo que realizámos, um fabricante nacional melhorou significativamente a proteção conferida pelas botas usadas pelos Bombeiros, em caso de exposição a terrenos cobertos com material incandescente.

Uma solução interessante, que testámos com sucesso em ensaios de campo, consiste num sistema de aspersão de água na periferia de um espaço a proteger, na iminência da aproximação de um incêndio. Uma versão mais completa desse sistema inclui sistemas de deteção do fogo e atuadores de comando remoto do sistema de proteção. Instalámos dois demonstradores desta solução, um no nosso Laboratório de incêndios, na Lousã, que está situado numa zona florestal, e outro em Travessas, uma aldeia do concelho de Arganil. Trata-se de uma aldeia situada num local de difícil acesso, que já foi ameaçada por vários incêndios, cuja reduzida população é composta maioritariamente por idosos, sem grande capacidade de empreender ações de fuga ou de defesa, em caso de incêndio.

e. Novas tecnologias

O emprego de novas tecnologias em todas as fases do processo de gestão dos incêndios é quase tão antigo como a história da luta da humanidade para controlar o fogo. Ao longo destes anos temos participado em diversos projetos para o desenvolvimento e aplicação de sensores e sistemas de deteção e monitorização de incêndios, de produtos e novas soluções para combater o fogo, incluindo produtos químicos aditivos, retardantes ou supressores do fogo.

Mais recentemente participamos no desenvolvimento de *drones* equipados com sensores para capturarem diferentes parâmetros do coberto vegetal, das edificações e das infraestruturas, a fim de produzir mapas detalhados de áreas de estudo. Temos vindo a desenvolver um *drone* com capacidade para transportar uma agulheta que permite lançar água sobre uma frente de chamas, permitindo os operadores manter-se a uma distância segura do fogo.



Figura 5.

Vista do Sistema de Agulheta Portante atacando uma frente de chamas em vegetação arbustiva.

Estamos igualmente a trabalhar na aplicação de sistemas robotizados para corte de vegetação, com capacidade de funcionar com grande autonomia, apenas com a supervisão de um operador. Estes sistemas propõem-se contribuir para corte e recolha da vegetação espontânea em torno das habitações, para reduzir o risco de incêndio nas mesmas e aumentar a segurança das pessoas, em caso de incêndio. Um dos sistemas em que estamos a trabalhar, com a indústria nacional, terá uma motorização elétrica e irá ter uma forte incorporação de tecnologia e produção nacionais.

4. CONCLUSÃO

Descrevemos o historial e o trabalho desenvolvido ou em curso no âmbito de um programa de investigação científica em incêndios florestais, iniciado na Universidade de Coimbra, pelo autor em 1985, centrado no estudo do comportamento do fogo, com vista a melhorar a segurança das pessoas. Este programa acabou por ter continuidade num vasto conjunto de temas interdisciplinares relevantes para a gestão racional e integrada dos incêndios florestais. Com o esforço da equipa de investigação e com o apoio de várias instituições e programas, foi-nos possível criar um conjunto de recursos e de condições de trabalho, singulares a nível nacional e internacional. Graças a uma abordagem original a vários temas, temos desafiado diversos conceitos cristalizados na ciência e na prática dos incêndios florestais e introduzido novos conceitos e formulações dos problemas, de que são exemplo o

comportamento eruptivo do fogo, os fogos de junção e o comportamento oscilatório do fogo. Introduzimos em Portugal a prática de analisar os acidentes e os grandes incêndios, com vista a retirar ensinamentos que evitem a sua repetição. Temos procurado transferir os conhecimentos adquiridos para as entidades que os podem utilizar e verificamos que o nosso trabalho tem sido reconhecido pelas mais diversas instituições e pessoas, tanto ao nível nacional como internacional. Desde sempre temos procurado implementar todo o conhecimento desenvolvido em soluções inovadoras e integradas nas várias fases associadas aos incêndios florestais, desde a prevenção à recuperação, mas também na proteção de pessoas e bens.

Podemos constatar, com satisfação, que o nosso programa de investigação produziu resultados que foram para além do avanço do conhecimento científico dos complexos problemas envolvidos nos incêndios florestais, que se traduz normalmente na realização de mestrados e doutoramentos e na publicação de artigos científicos. Com a preocupação que tivemos de transmitir esses conhecimentos para a comunidade operacional, estamos cientes de ter contribuído para melhorar a preparação dos agentes e dos responsáveis para enfrentar com mais segurança o combate aos incêndios florestais. A nossa intervenção, por ocasião do estudo de alguns eventos importantes, como foi o caso dos incêndios de 2017, por vezes em confronto com ideias pré-estabelecidas, repercutiu-se nos meios operacionais e na sociedade, que mostrou uma grande abertura para o nosso programa científico.

AGRADECIMENTO

O autor agradece à Academia das Ciências de Lisboa, o convite que lhe foi dirigido e a honrosa oportunidade que lhe foi dada, para apresentar esta preleção na sessão que se realizou na Universidade de Coimbra e que agora é passada a texto.

O autor agradece também a toda a sua equipa de investigação, pelo apoio e suporte dado ao longo dos anos, no processo de aprendizagem conjunta que temos percorrido. Agradece igualmente a todas as instituições e empresas que suportaram os projetos desenvolvidos, que permitiram corporizar o programa de investigação descrito. À Fundação para a Ciência e Tecnologia agradece o apoio, entre outros, ao projeto FireStorm – PCIF/GFC/0109/2017. Também se agradece à Comissão Europeia o financiamento do projeto FirEUrisk – H2020-LC-CLA-2018-2019-2020 / H2020-LC-CLA-2020-2 (Grant Agreement number: 101003890).

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 18 DE JULHO DE 2019 E ACTUALIZADA EM JUNHO DE 2021)

BIBLIOGRAFIA

- (1) Viegas DX, Lourenço L, Neto LPC, Pais MT, Reis JF, Ferreira A, 1987. Análise do Incêndio Florestal Ocorrido em Vagos/Mira em 27/29 de julho de 1987. Rel. Tec. C.M.F. – I.F. – 8703, 01 Out 1987.
- (2) Viegas DX, Lourenço L, Neto LP, Monteiro João M, Pais MT, Ferreira A, Machado MG, 1988. Análise do Incêndio Florestal Ocorrido em Arganil/Oliveira do Hospital de 13 a 20 Setembro de 1987. Rel. Tec. C.M.F. – I.F. – 8801, 15 de Abril de 1988.
- (3) VIEGAS DX, Viegas MT, Neves A, Olim A, 1992. Análise do Incêndio ocorrido na Serra da Arrábida de 16 a 20 de Setembro 1991. Relatório Interno de 1992.

- (4) VIEGAS DX, 2004. Cercados pelo Fogo. Editorial Minerva, Coimbra, 283 pp.
- (5) Viegas DX, 2009. Cercados pelo Fogo, Parte 2. Editorial Minerva, Coimbra, 351 pp.
- (6) Viegas DX, 2013. Cercados pelo Fogo em Armamar. O Acidente de Armamar em 8 de Setembro de 1985. Ediliber, ISBN: 978-989-20-4068-4, 279 p.
- (7) Viegas DX, 2017. Cercados pelo Fogo em Águeda – Relato do acidente ocorrido em Águeda em 14 de junho de 1986. FIG – Indústrias Gráficas, SA. ISBN: 978-989-99080-7-9, 333p.
- (8) OLIVEIRA RF, ROSSA CG, RIBEIRO LM, VIEGAS DX, 2010. A study on forest fires in the State of Victoria (Australia) in February 2009. In Proceedings of the VI International Conference on Forest Fire Research, Coimbra 15 – 18th November 2010. Poster presentation.
- (9) VIEGAS DX e Caballero D, 2009. The Accident of Guadalajara (Spain). In D. X. Viegas (Ed.), Recent Forest Fire Related Accidents in Europe. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, pp.10-17.
- (10) STIPANICEV D e Viegas DX, 2009. The Accident of Kornati (Croatia). In D. X. Viegas (Ed.), Recent Forest Fire Related Accidents in Europe. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, pp. 26-53.
- (11) VIEGAS DX, PITA L, ROSSA C and RIBEIRO L, 2009. The Accident of Famalicão (Portugal). In D. X. Viegas (Ed.), Recent Forest Fire Related Accidents in Europe. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, pp. 18-25.
- (12) VIEGAS DX, GABBERT W, FIGUEIREDO AR, ALMEIDA MA, REVA V, RIBEIRO LM, VIEGAS MT, OLIVEIRA R, RAPOSO JR, 2012. Relatório do Incêndio Florestal de Tavira/São Brás de Alportel, 18 a 22 de Julho de 2012. Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais, ADAI/LAETA, Universidade de Coimbra, Coimbra, Setembro 2012.
- (13) VIEGAS DX, RIBEIRO LM, ALMEIDA MA, OLIVEIRA R, VIEGAS MTP, RAPOSO JR, REVA V, FIGUEIREDO AR, LOPES S, 2013. Os grandes incêndios florestais e os acidentes mortais ocorridos em 2013 – Parte 1. Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais (CEI/ADAI/LAETA).
- (14) VIEGAS DX, ALMEIDA MA, RIBEIRO LM, RAPOSO JR, VIEGAS MTP, OLIVEIRA R, ALVES D, PINTO C, HUMBERTO J, RODRIGUES A, LUCAS D, LOPES S, SILVA LF, 2017. O complexo de incêndios de Pedrógão Grande e concelhos limítrofes, iniciado a 17 de junho de 2017. Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais (CEIF/ADAI/LAETA).
- (15) VIEGAS DX, ALMEIDA MA, RIBEIRO LM, RAPOSO JR, VIEGAS MTP, OLIVEIRA R, RODRIGUES A, RIBEIRO C, DANIELA ALVES D, PINTO C, HUMBERTO J, VIEGAS C, 2018. Análise dos Incêndios Florestais Ocorridos a 15 de outubro de 2017. Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais (CEIF/ADAI/LAETA)
- (16) VIEGAS DX, VIEGAS MT & FERREIRA AD, 1992. Moisture content of fine forest fuels and fire occurrence in Central Portugal. *International Journal of Wildland Fire*. Vol. 2 (4): 69-86, 1992. doi:10.1071/WF9920069
- (17) CRUZ, MG e Viegas DX, 2001. Caracterização do comportamento do fogo em complexos combustíveis comuns na região Centro de Portugal. *Silva Lusitana*, Vol. 9(1): 13-34, 2001.
- (18) RIBEIRO L.M., RODRIGUES A., SOARES D., VIEGAS D.X. (2018) The large fire of Pedrógão Grande (Portugal) and its impact on structures. ICFRR 2018 – 8th International Conference on Forest Fire Research, Coimbra, 12 – 16 de novembro, 2018. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506>.
- (19) VIEGAS DX, 2005. A Mathematical Model for Forest Fires Blow-up. *Combustion Science and Technology*, 177: 27-51.
- (20) PINTO C, VIEGAS DX, ALMEIDA M, RAPOSO J, 2017. Fire whirls in forest fires: An experimental analysis. *Fire Safety Journal*, Vol. 87, 37–48. (Doi:10.1016/j.firesaf.2016.11.004)
- (21) ALMEIDA M., VIEGAS D.X., MIRANDA A. and REVA V., 2011. Effect of Particle Orientation and of Flow Velocity on the Combustibility of Pinus Pinaster Ait. and Eucalyptus Globulus Labill. Firebrand Material. *International Journal of Wildland Fire*, 20(8), 946-962 <http://dx.doi.org/10.1071/WF09080>.
- (22) ALMEIDA M., VIEGAS D.X., MIRANDA A.I., 2013. Combustion of Eucalyptus Bark Firebrands in Varying Flow Incidence and Velocity Conditions. *International Journal of Wildland Fire* 22, 980-991. <http://dx.doi.org/10.1071/WF12210>