



Uma resposta da Engenharia ao Problema dos Incêndios Florestais



APAET Porto

Domingos Xavier Viegas
Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra
23 de novembro de 2016

DXV 23-11-2016

Estrutura

- Introdução
- A propagação do fogo
- Segurança pessoal
- Alguns trabalhos
- Conclusão

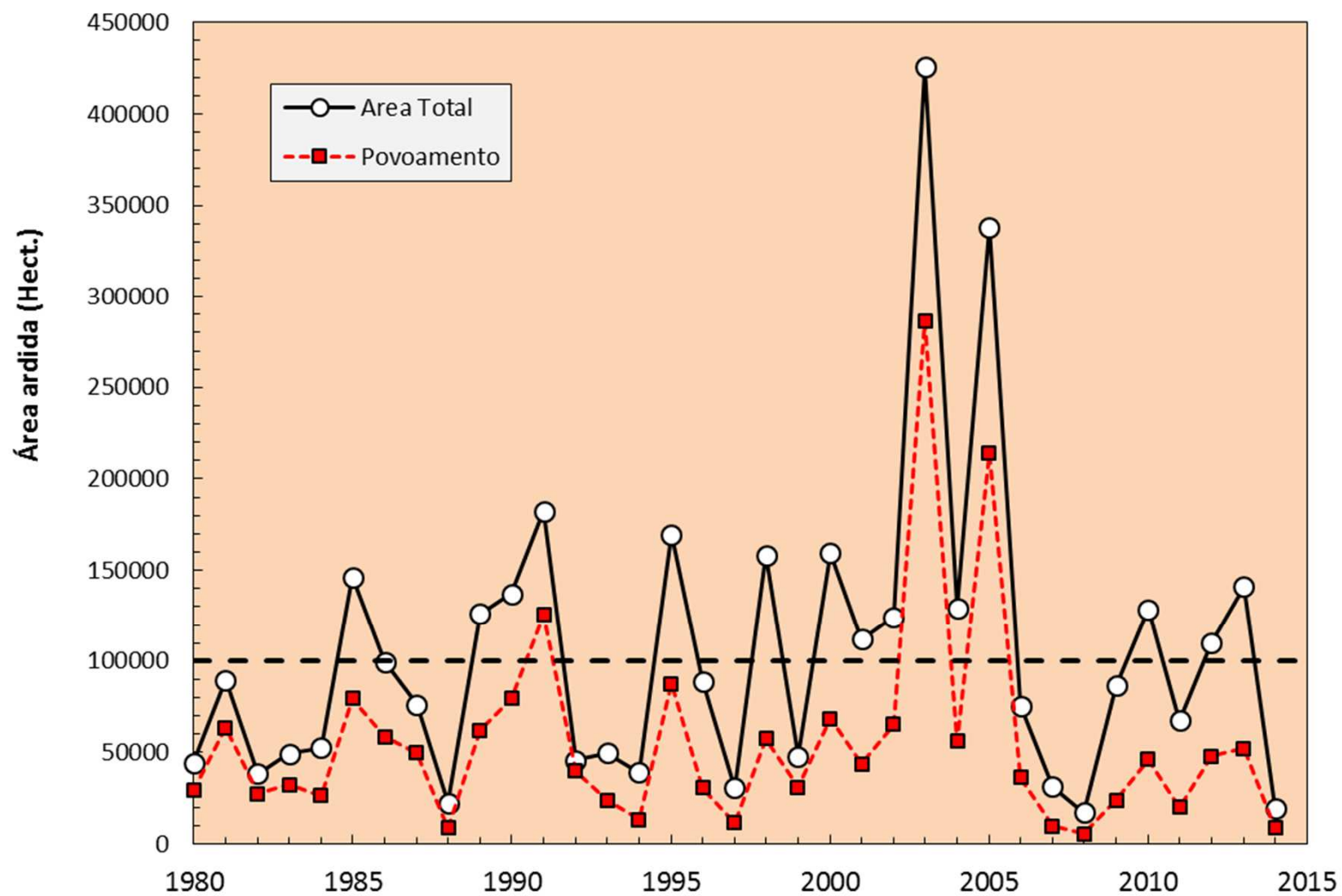
Introdução

- Os incêndios florestais constituem um risco para o ambiente e para a sociedade. O conjunto de mudanças que se têm operado na natureza e na sociedade contribui para o agravamento do problema.
- Trata-se de um problema de grande dimensão e com muitas faces. A sua abordagem exige o contributo de várias áreas do saber.

Os Incêndios em Portugal

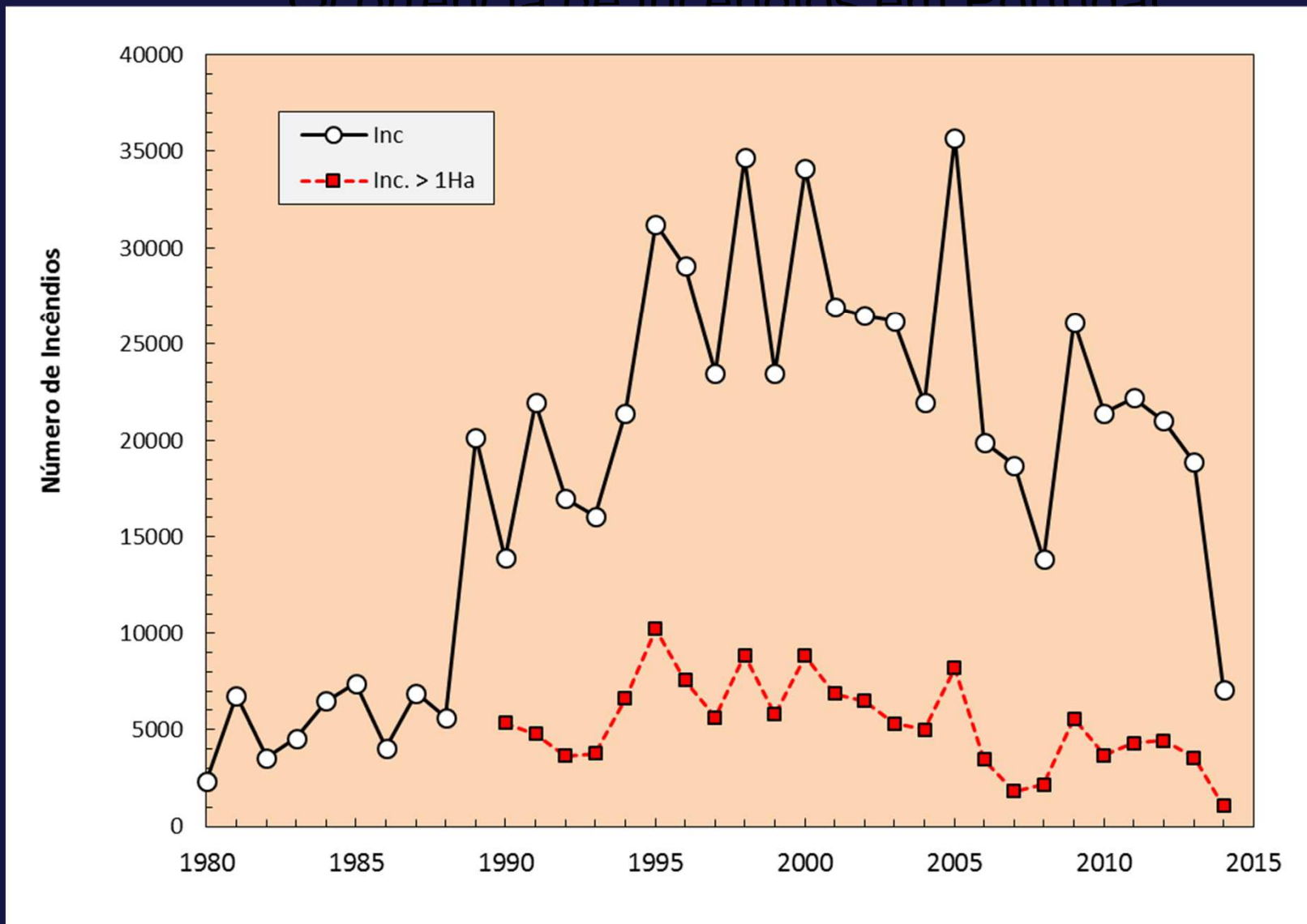
- Para enquadrar o problema dos incêndios florestais em Portugal vamos ver alguns dados.
- Irei mostrar em concreto dados sobre a **área ardida** e o **número de ocorrências** a nível nacional.

Área ardida em Portugal de 1980 a 2014



Número anual de IF em Portugal de 1980 a 2014

Ocorrência de incêndios em Portugal



A propagação do fogo

- Um aspeto crucial dos incêndios florestais é a propagação do fogo. É por isso muito importante conhecer melhor o modo como os incêndios se propagam, para melhor poder preveni-los, combatê-los e minimizar os seus efeitos.
- O estudo e a compreensão do comportamento do fogo deve por isso constitui um tema central em qualquer abordagem ao problema dos IF.

A nossa Resposta

- O nosso trabalho teve início em 1985, motivado pelo acidente de Armamar, no qual perderam a vida 14 Bombeiros.
- Desde o início do nosso trabalho a nossa motivação foi conhecer melhor o **comportamento do fogo**, tendo como objetivo melhorar a **segurança das pessoas**.

- Temos mantido este rumo, tendo desenvolvido diversas linhas de trabalho e criado condições para as realizar.



LEIF 2014

Mesa Diedro



Estudo do
efeito do
declive na
propagação

Mesa de declive e vento



Estudo do efeito do declive e do vento na propagação

Campo de Ensaios da Gestosa





Gestosa 2002
31st May 2002

Observação de incêndios reais



Em articulação
com a ANPC

- Procuramos estudar de um modo sistemático os diversos fatores que afetam o comportamento do fogo.
- Estudamos em particular o papel do **vento** e da **topografia** nas características de propagação do fogo.
- Presentemente dedicamo-nos ao estudo do comportamento do fogo em **condições extremas** ou com implicações na **segurança pessoal**.

Comportamento do Fogo

- Desde há alguns anos a nossa equipa tem-se dedicado a estudar o que designamos por Comportamento Extremo do Fogo.
- Consiste nos modos de propagação que são menos comuns e que estão associados a um elevado numero de acidentes.

Estudo experimental



DE 2

Comportamento eruptivo de um incêndio

Simulação
laboratorial do
fogo num
desfiladeiro





DXV 23-11-2016

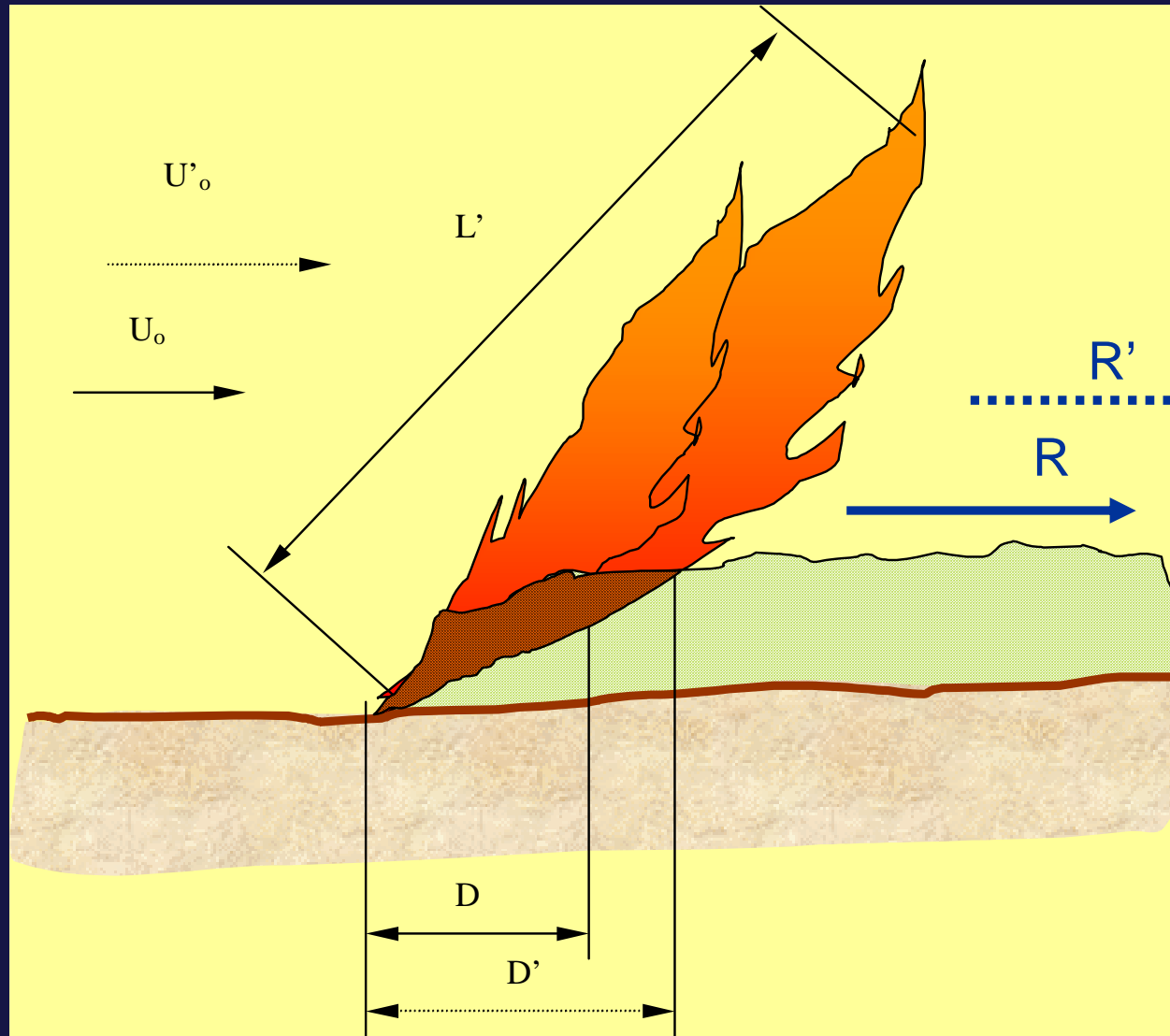


20 segundos entre fotos





Horizontal fuelbed with wind R_1

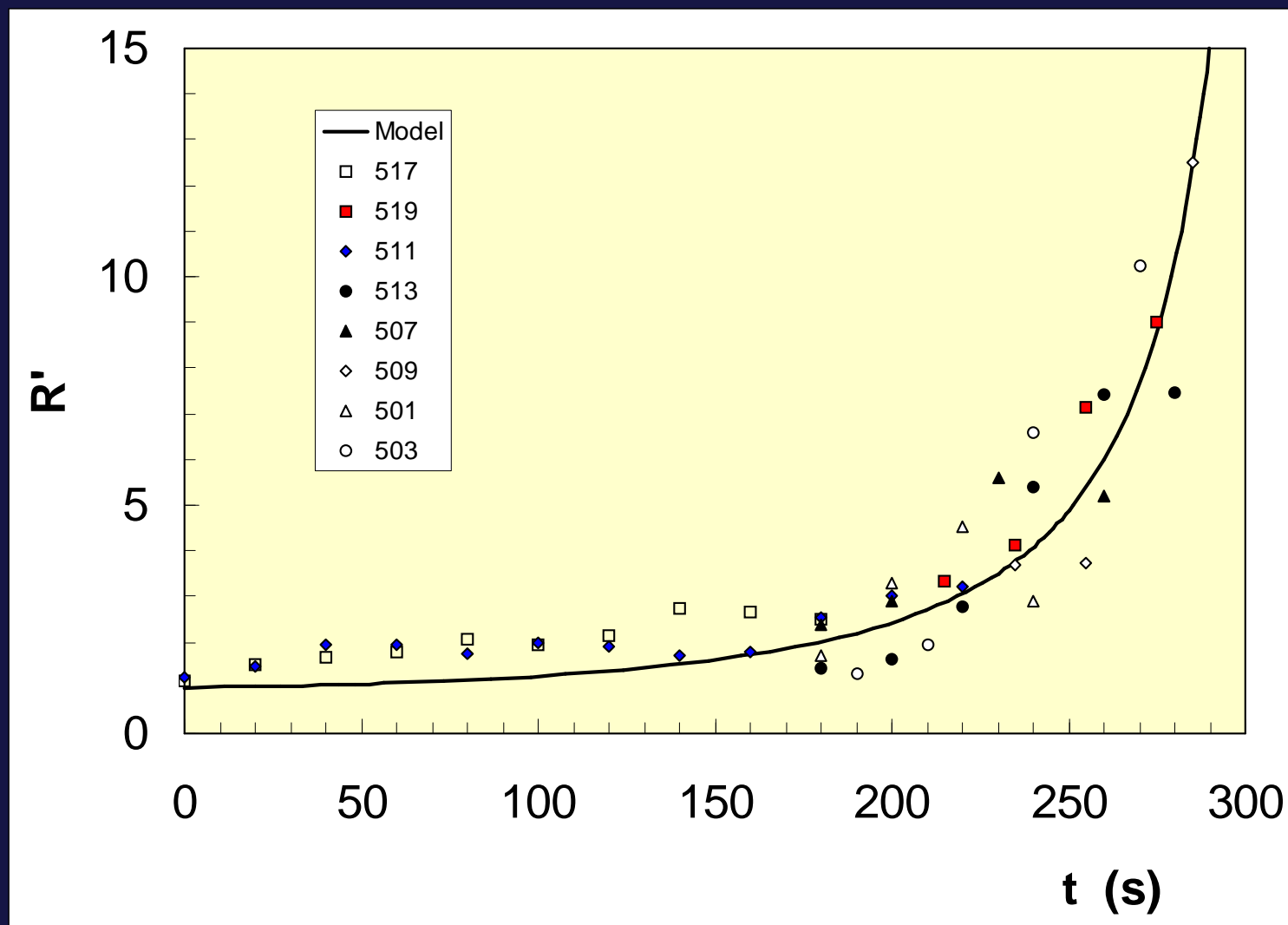


Differential equation of the rate of spread

$$\frac{dR'}{dt} = a_1 \frac{1}{b_1} a_2 b_1 (R' - 1)^{1 - \frac{1}{b_1}} R'^{b_2}$$

$$R' = R/R_0$$

Variação da velocidade de propagação com o tempo





0''



0''



9



8



43



42



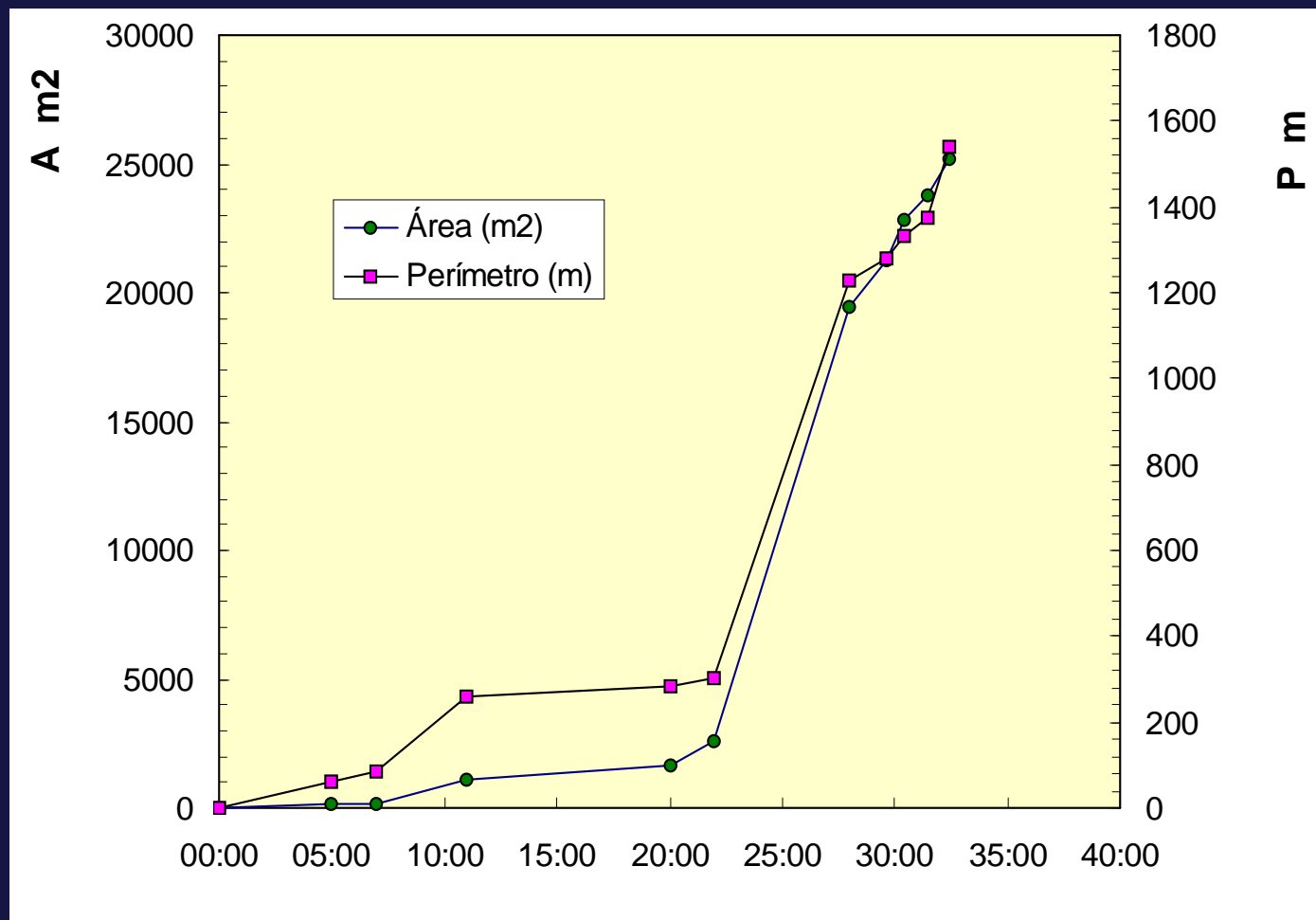
69

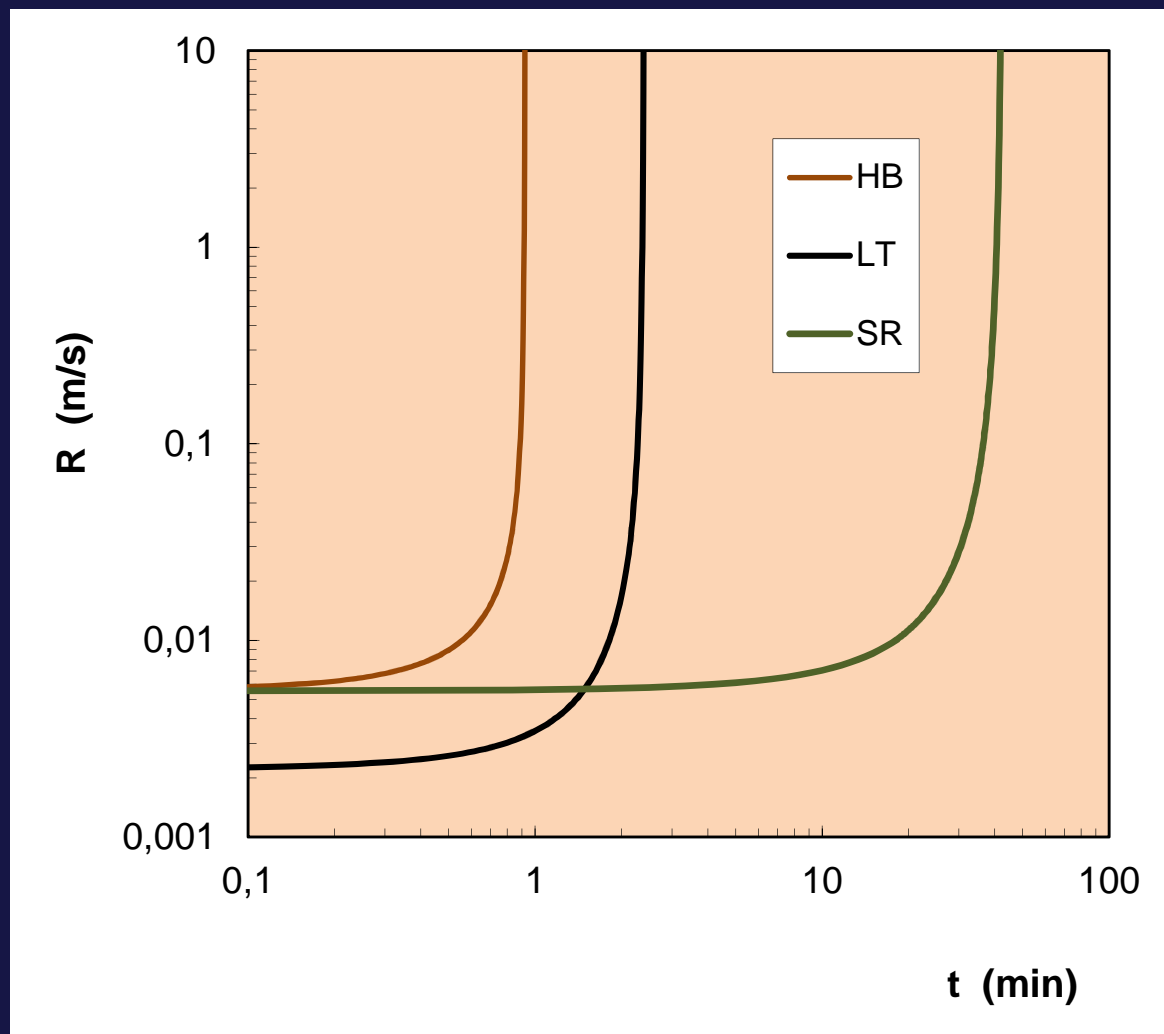


69

Ensaio de campo num desfiladeiro





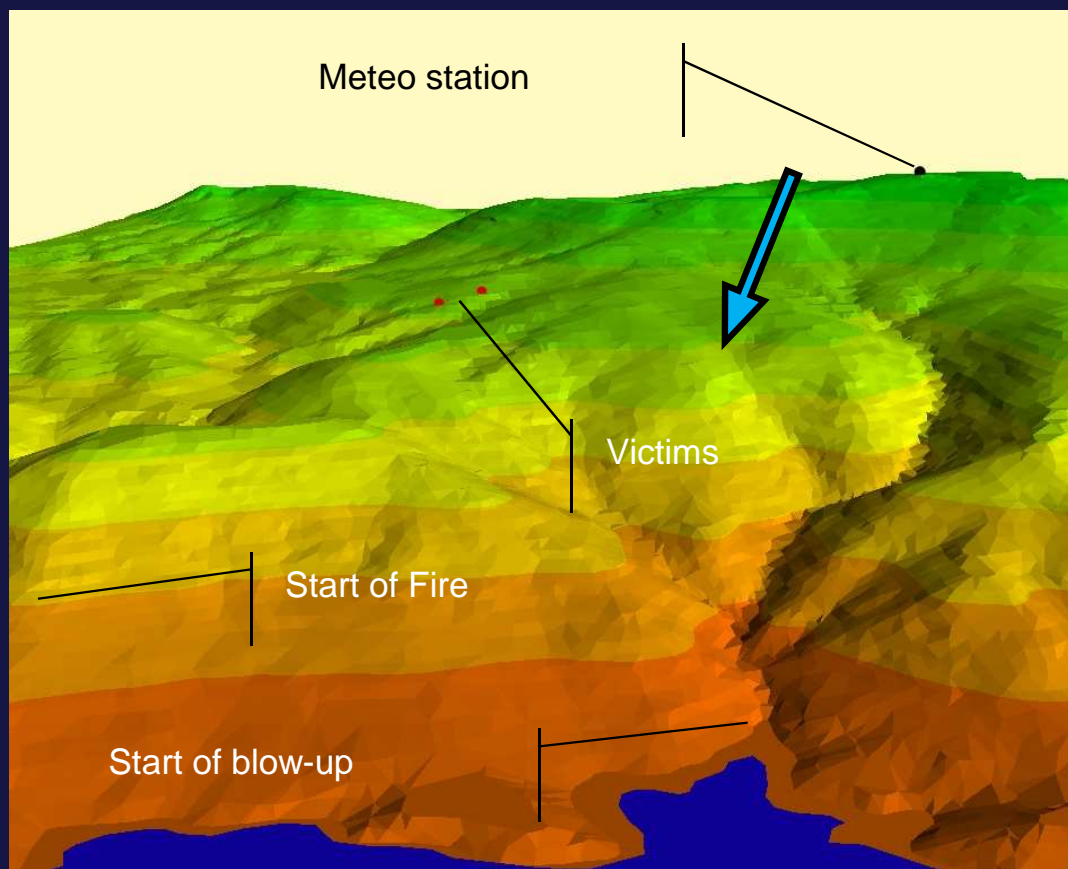


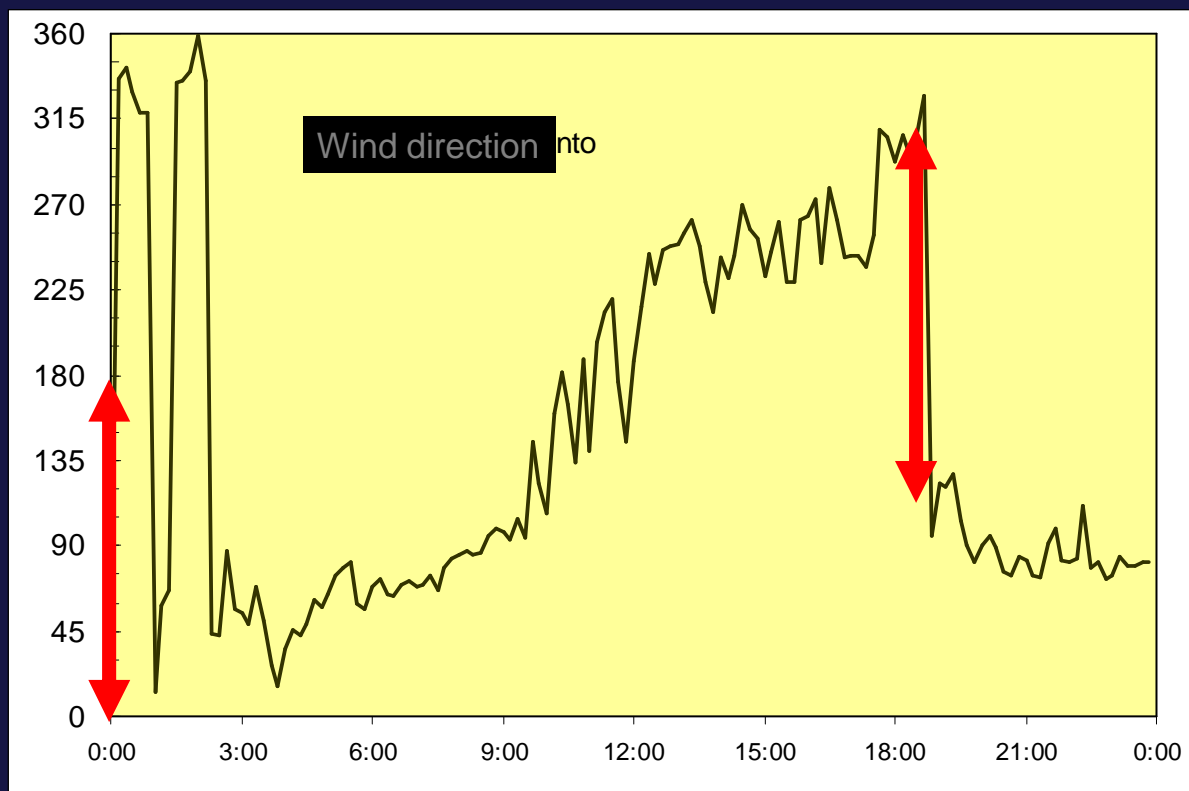
Freixo de Espada à Cinta (Portugal)

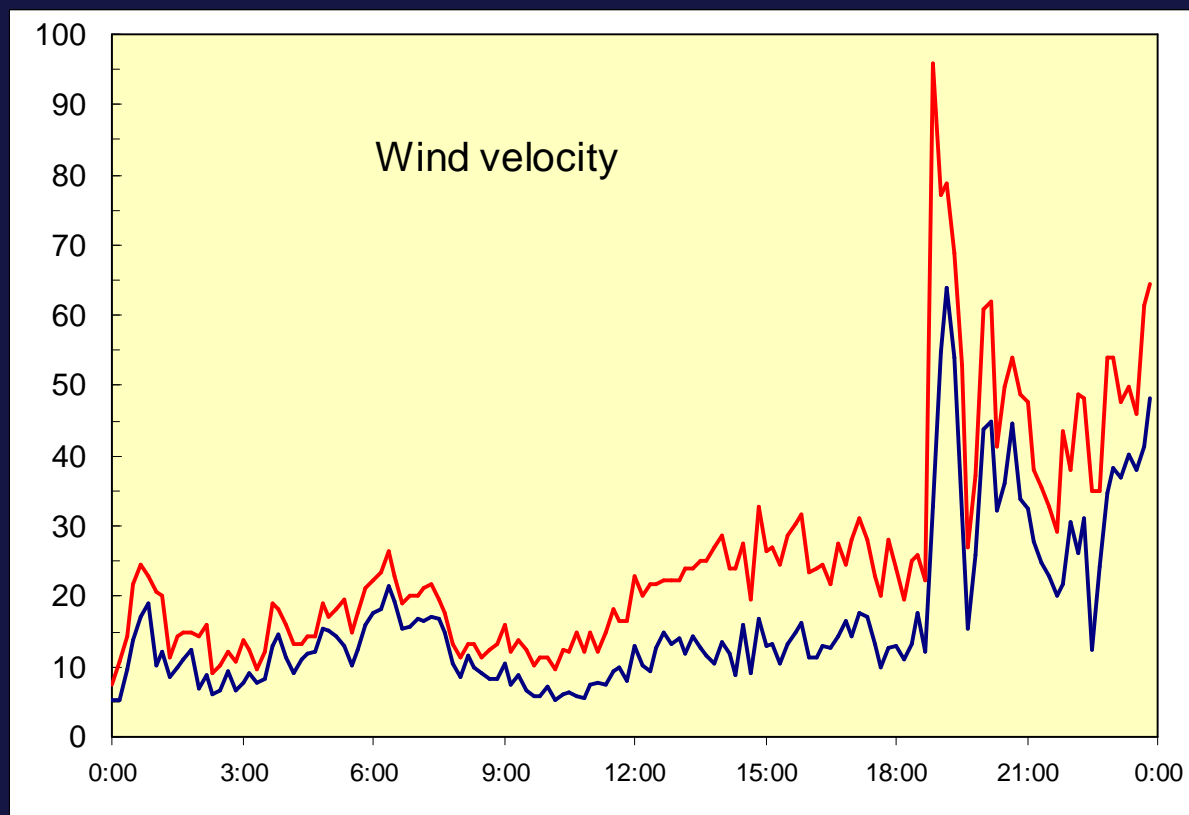
5-8-03



2 victims







Coimbra

22 Agosto 2005





Fotos: Pedro Palheiro (CEIF/ADAI)

Mecanismos dos fogos secundários

- 1 Particle generation
- 2 Transport
- 3 Combustion
- 4 Ignition



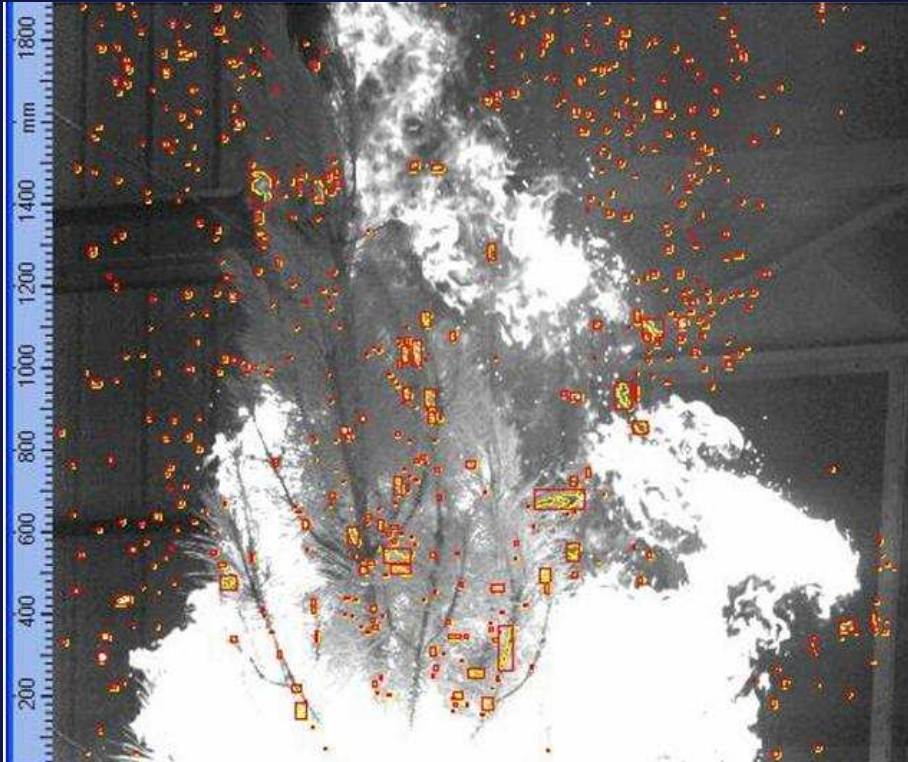
Emissão de partículas



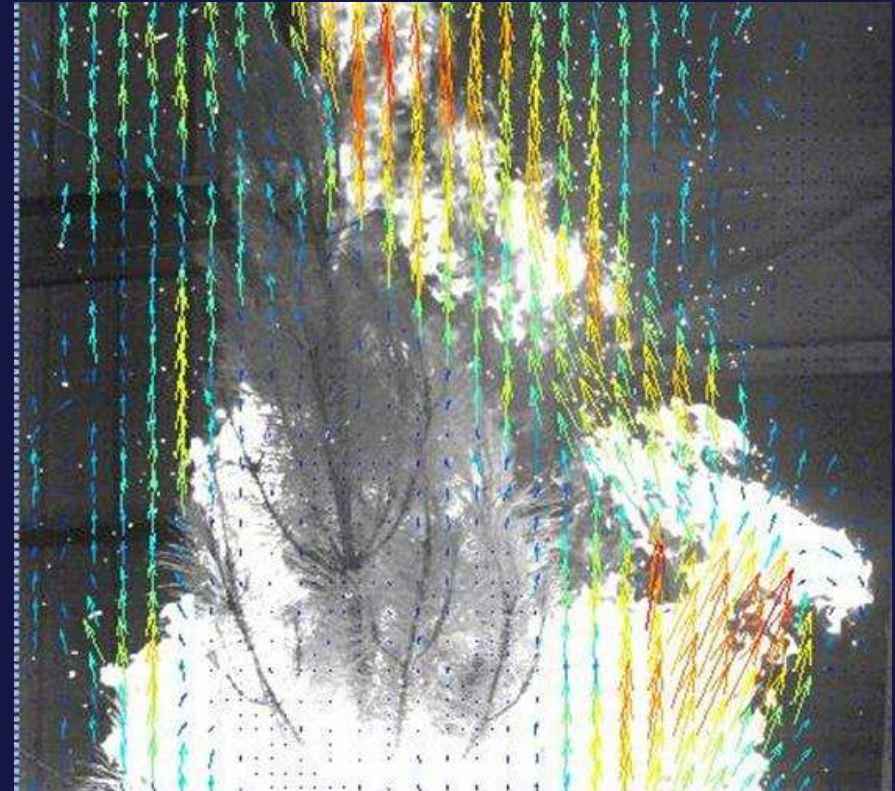
Observation of embers



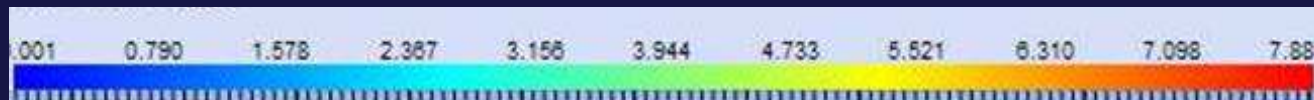
Analysis with PIV



Number and size of particles



Velocity field



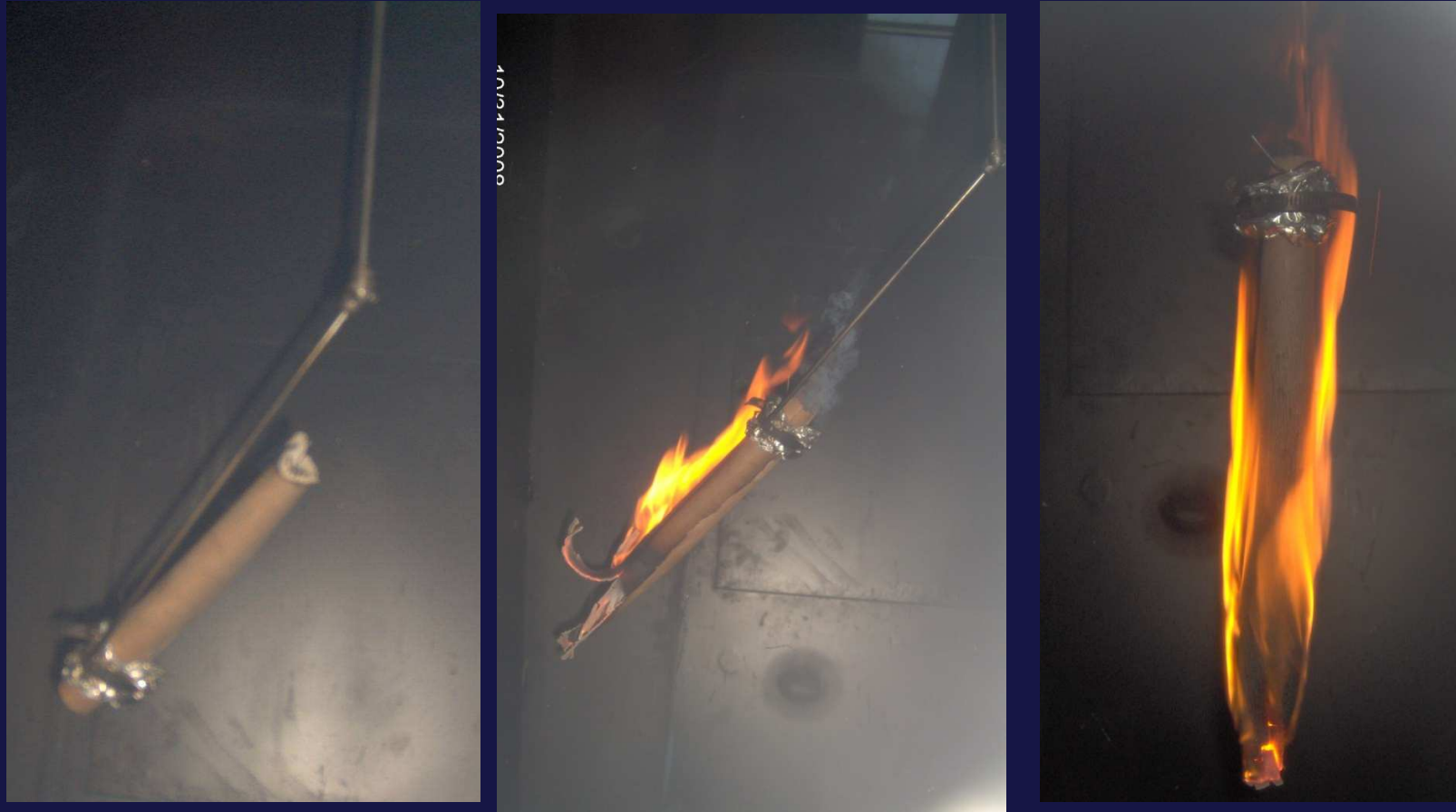
Combustion of particles in flight



Analysis of the combustibility of potential embers



Vertical flow
Particle with arbitrary inclination



- Tests with Eucalyptus bark pieces with fixed angles.

Oblique wind tunnel

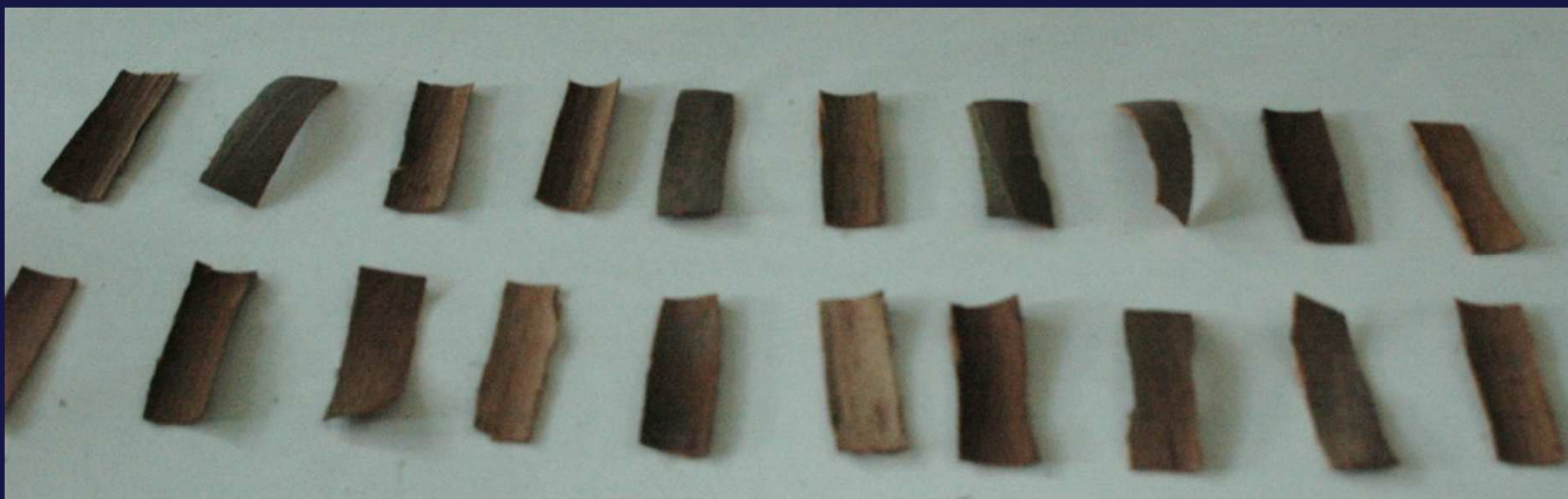


Ignição de leitos por partículas em combustão



Plataforma de ensaios

- Pedacos de casca de eucalipto



Palha



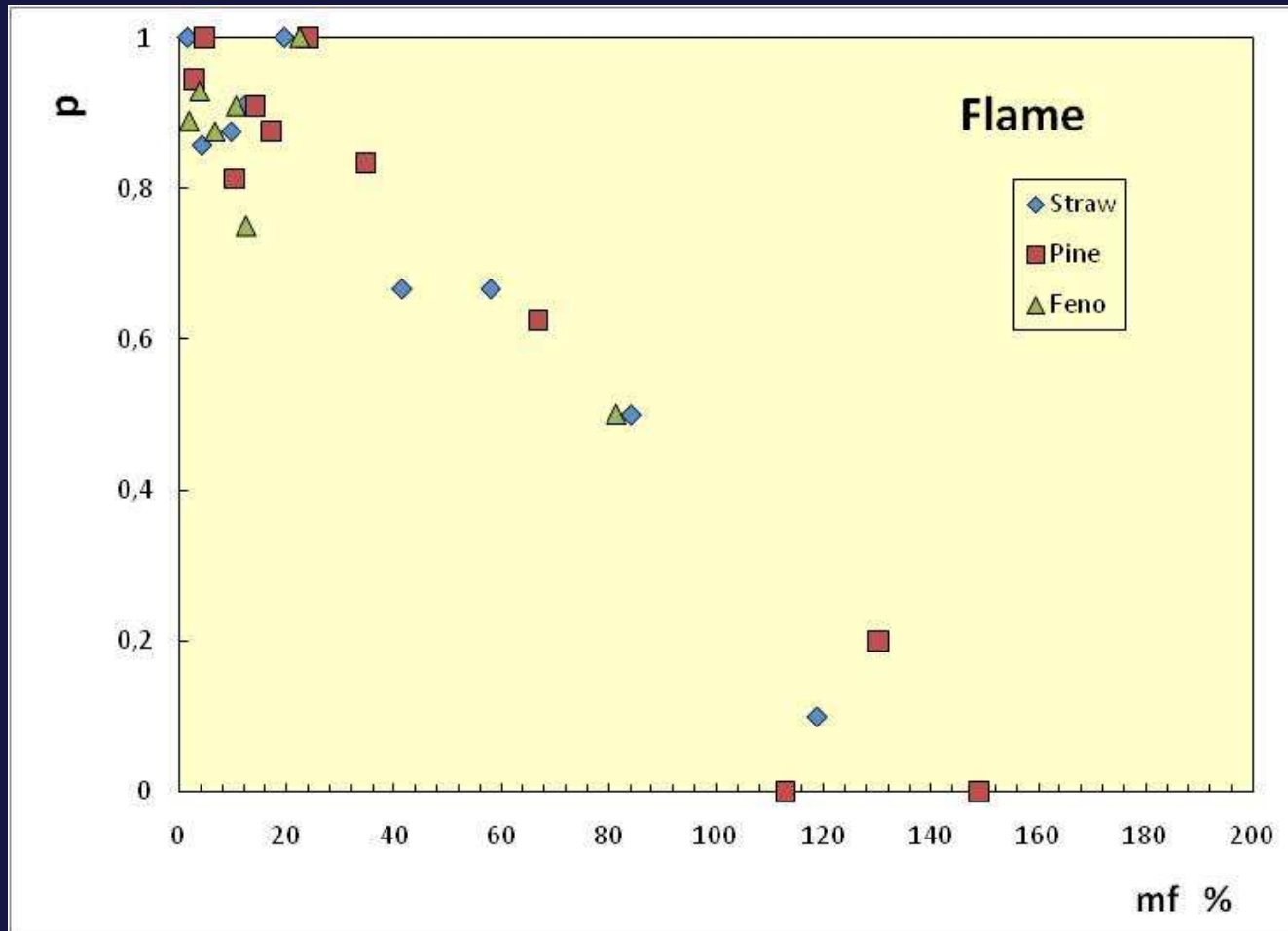
Folhas de pinheiro



Feno



Probabilidade de ignição de três leitos diferentes





Test CF-08

$\theta = 30^\circ$

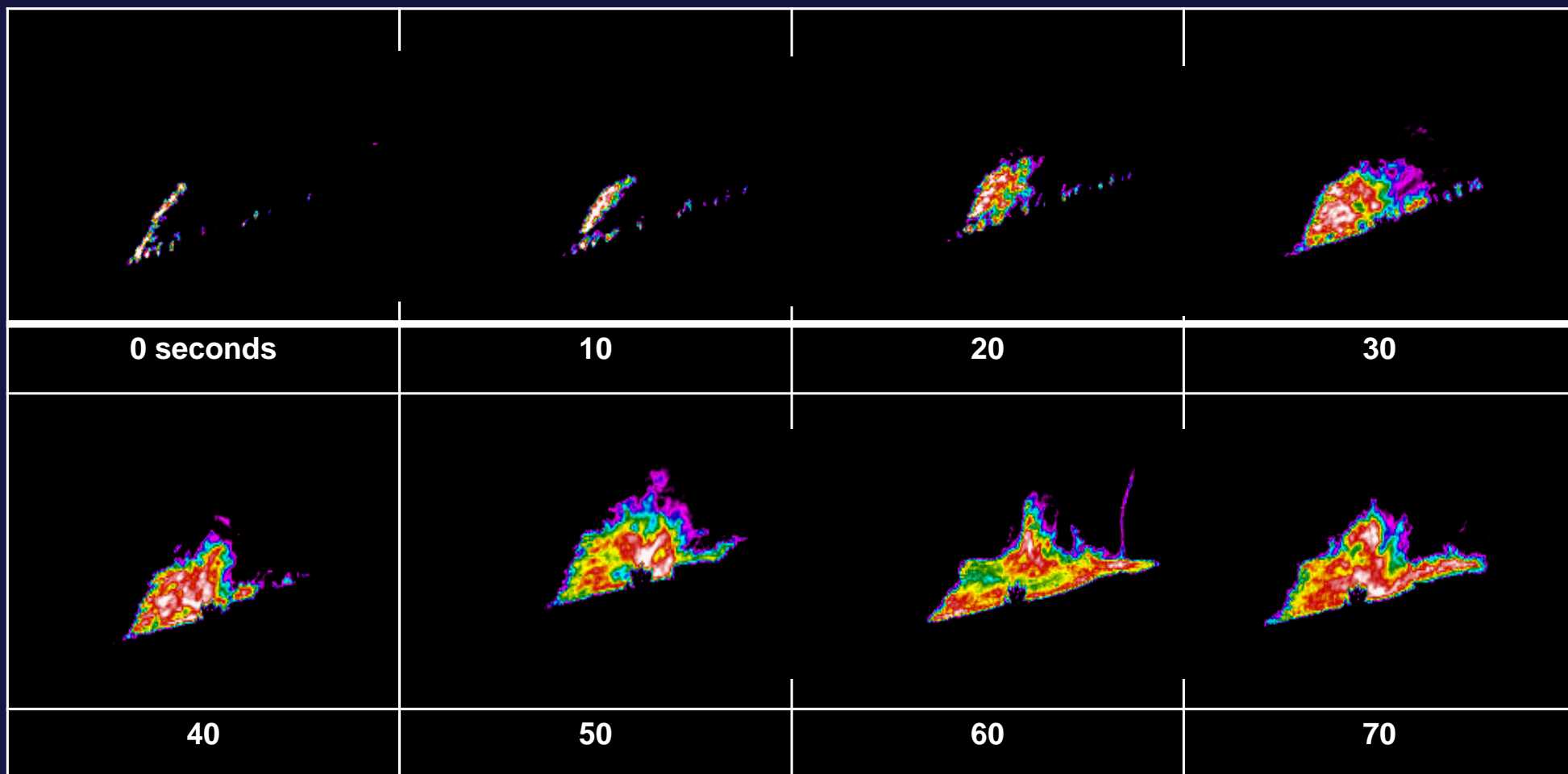
$\alpha = 30^\circ$

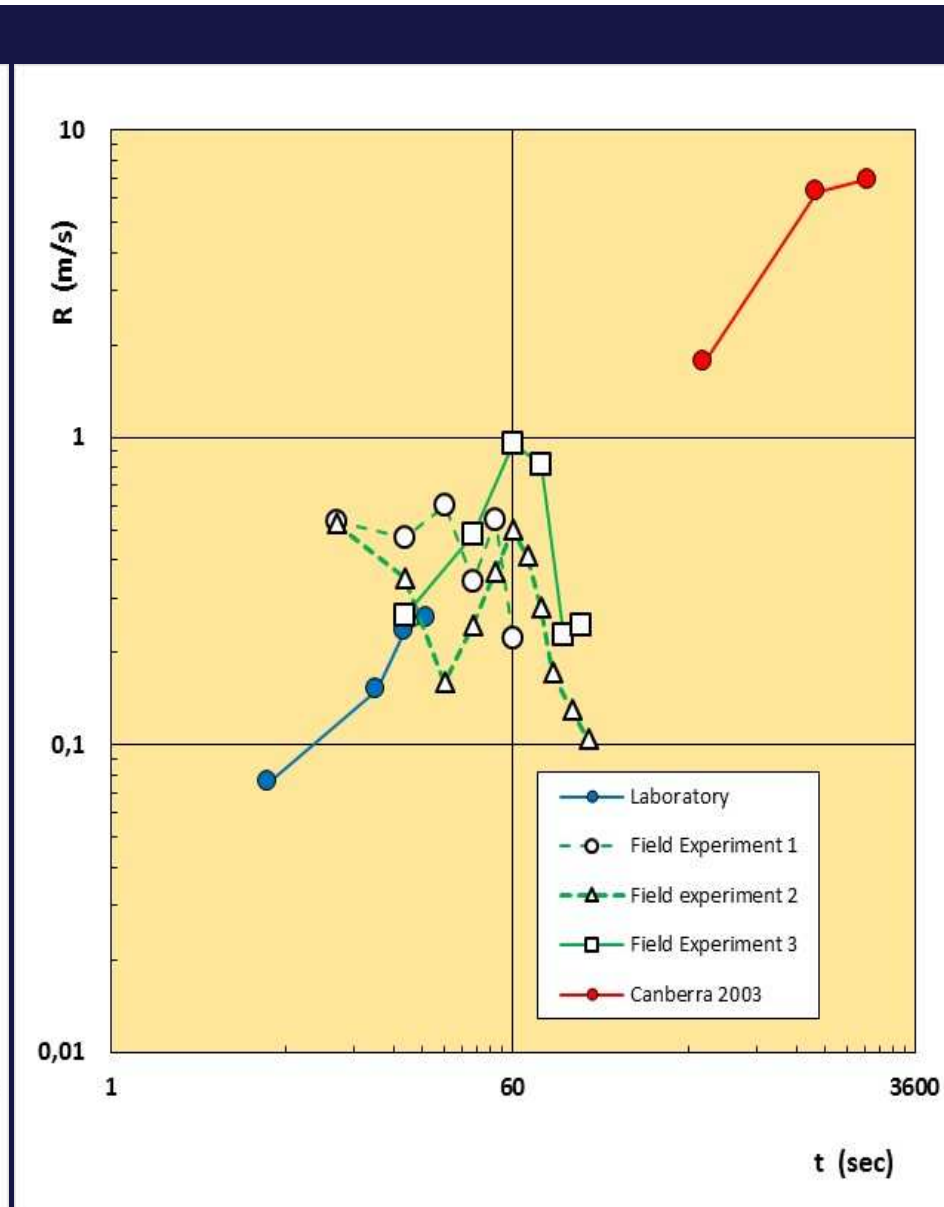
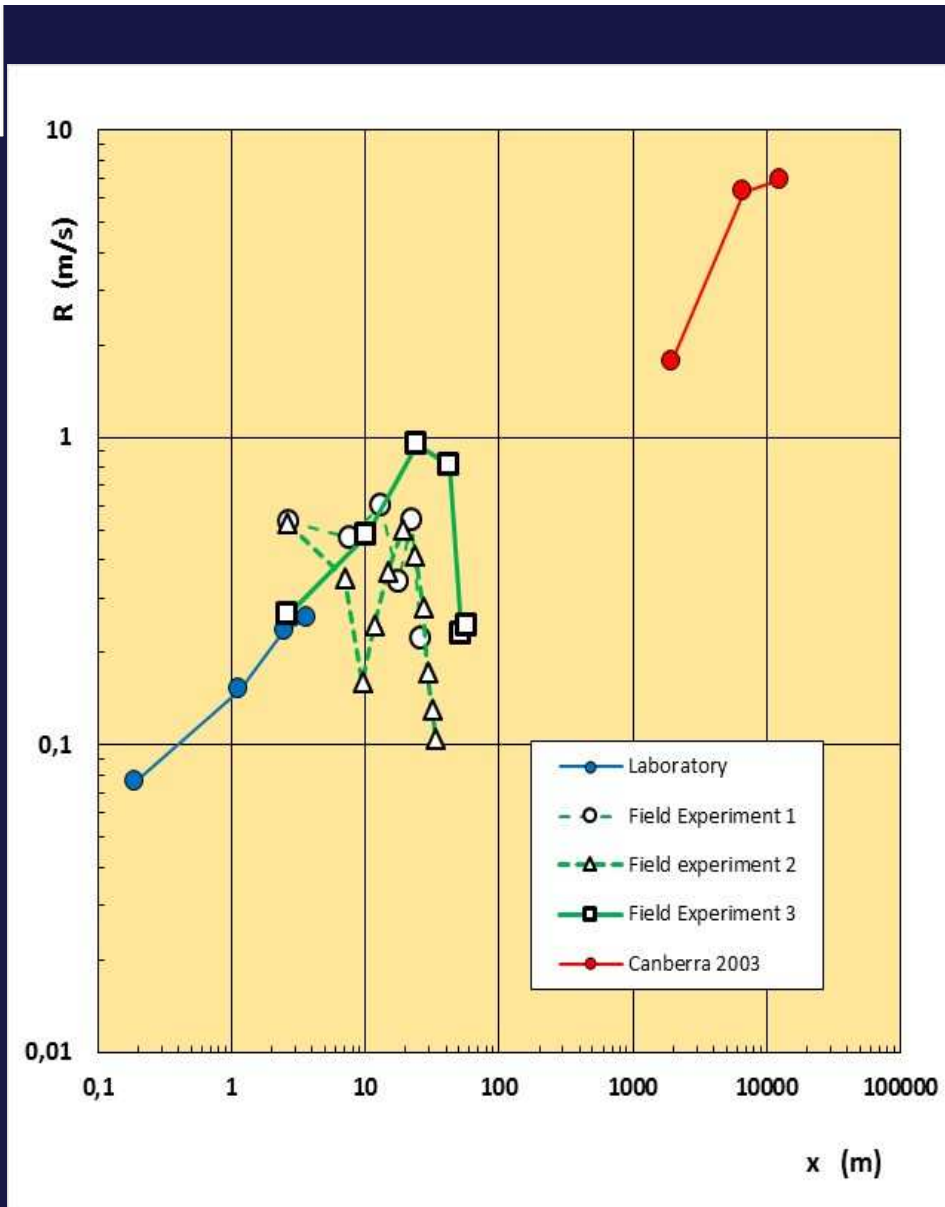
Test in the Forest Fire Research Laboratory





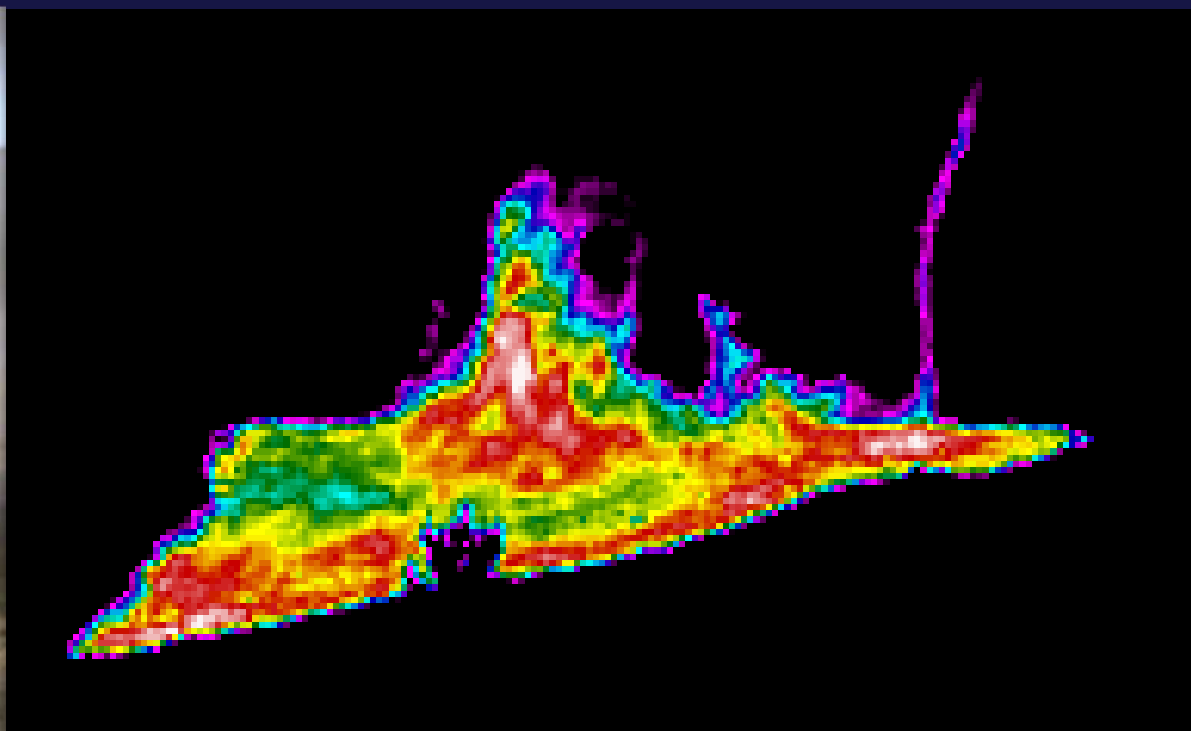








Formation of firewhirls



Gerador de Turbilhões de fogo



Horizontal whirls



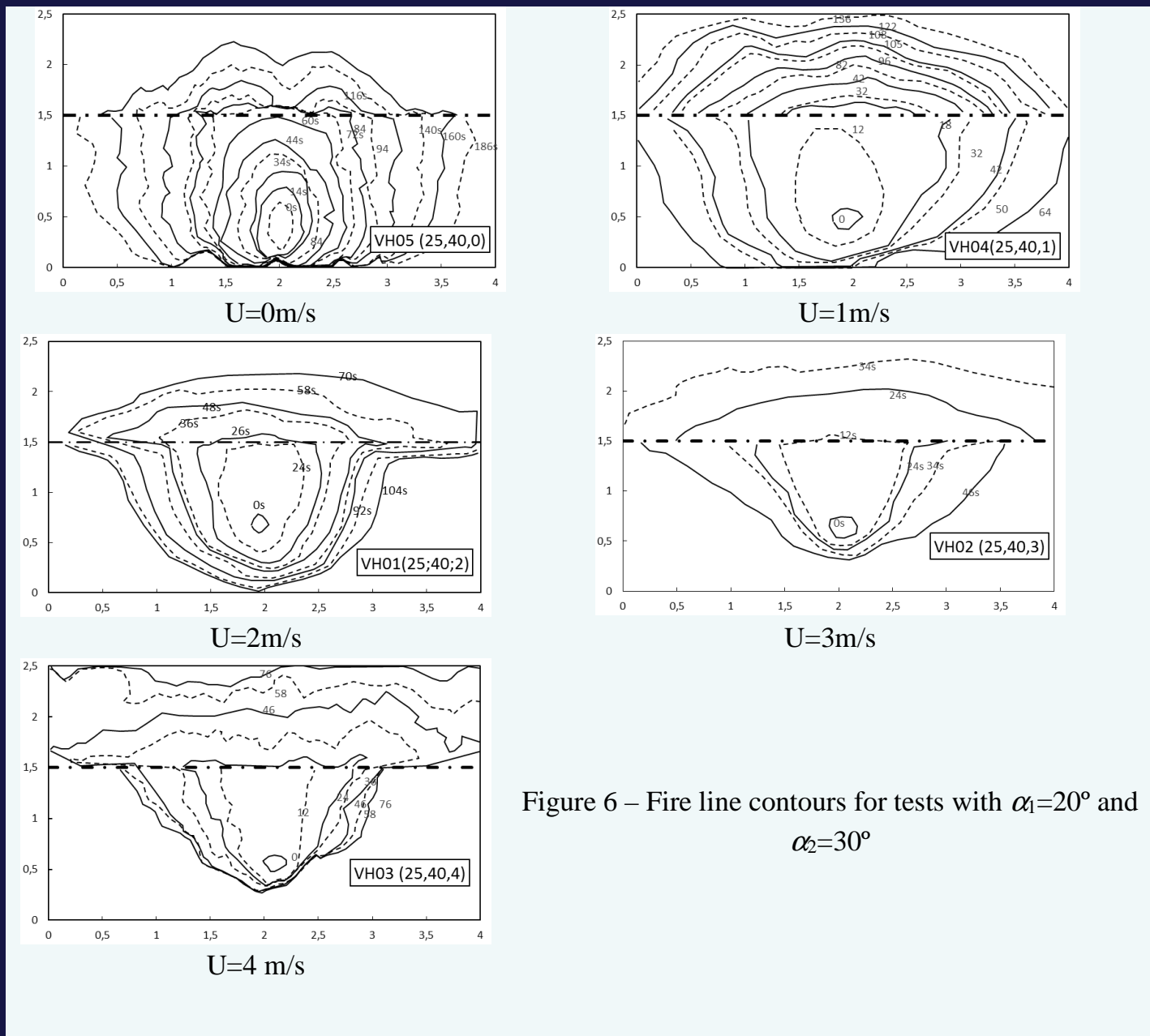
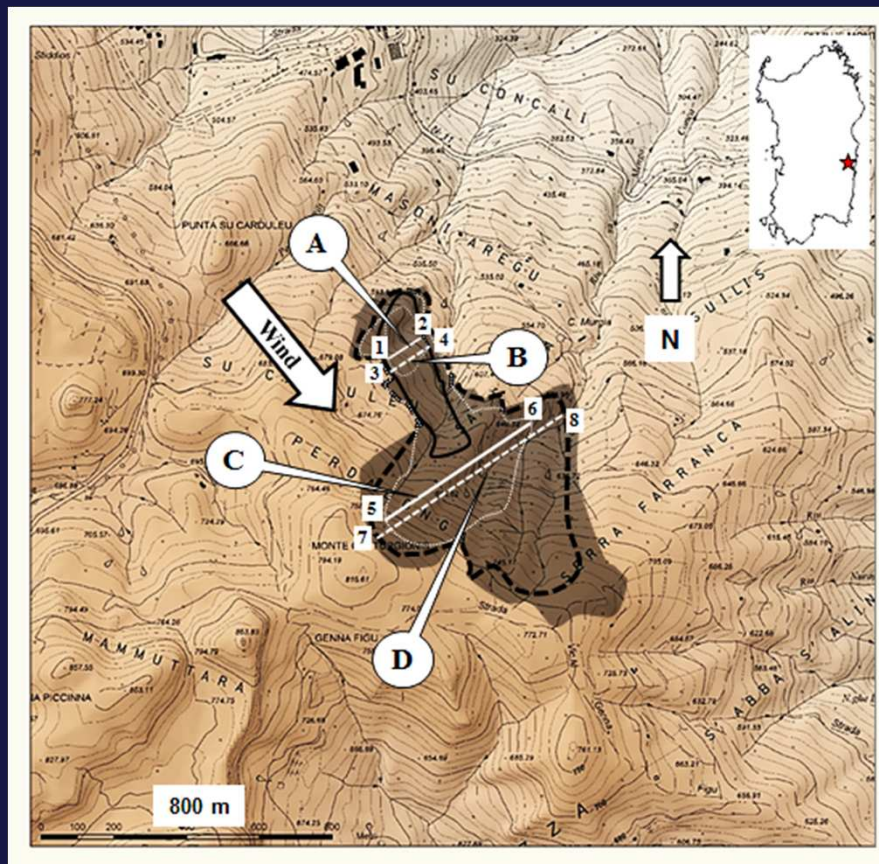


Figure 6 – Fire line contours for tests with $\alpha_1=20^\circ$ and $\alpha_2=30^\circ$

Sa Costa

- Sardinia



Study Objectives

- Developing an automate methodology (program) to measure the rate of spread of the fire
- Studying the flow around the 3D ridge experimentally
- Studying the fire behavior over the 3D ridge

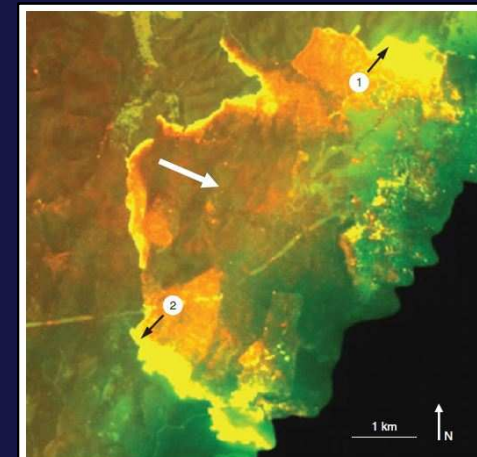
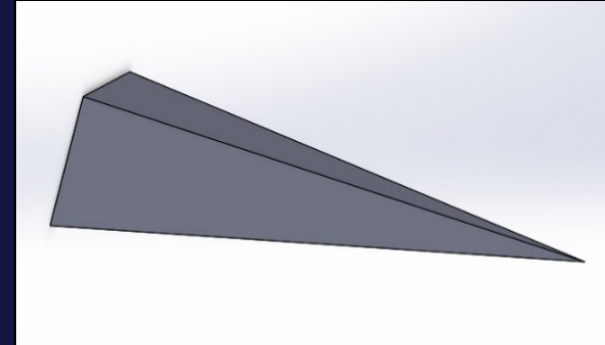


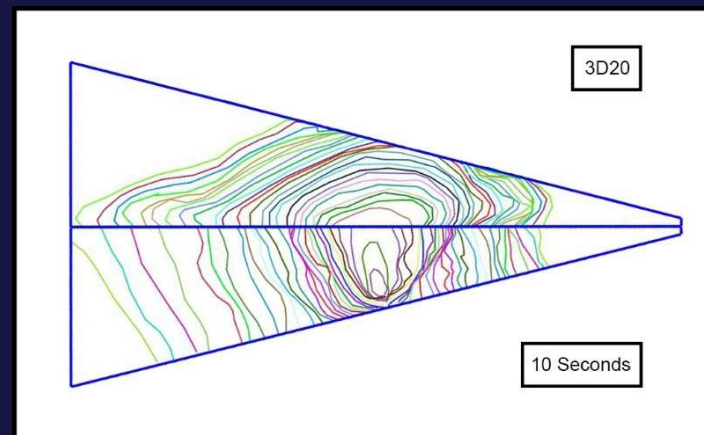
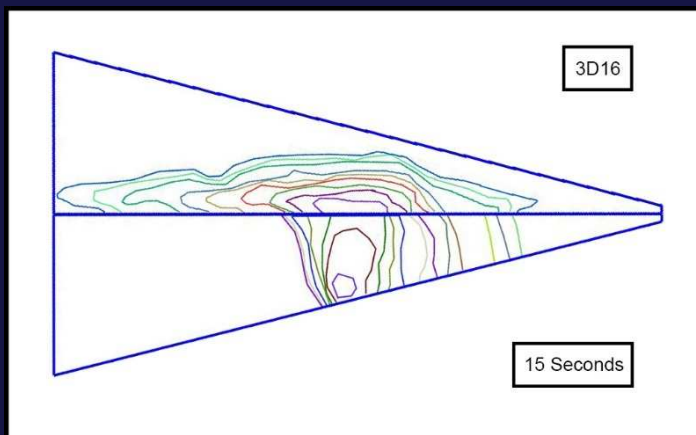
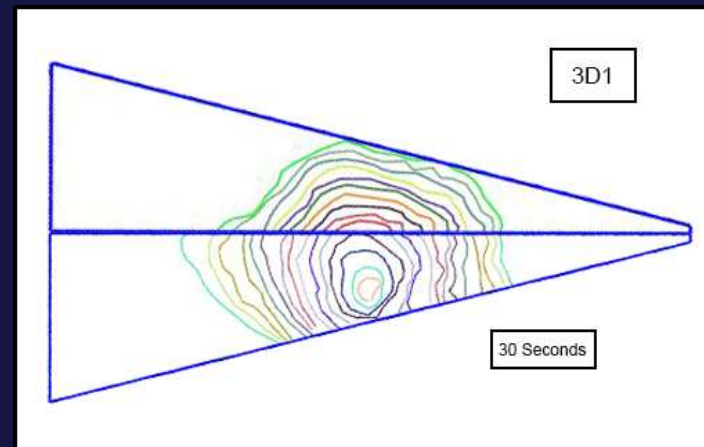
Fig. 11. Multispectral line-scan data for the McIntyre's Hat Fire (Run 3) showing the bilateral nature of fire channelling. The fire-channelling event near point 1 has spread towards the north-east, whereas the fire-channelling event near point 2 has spread in approximately the opposite direction towards the south-west.

Sharples et al. (2012)

Laboratory experiments



Contours of fire spread



Risco na Interface Urbano Florestal

- Este é um problema particularmente sensível e importante na temática dos IF.
- Trata-se da situação em que *a floresta, o fogo e as habitações (as pessoas) se encontram.*



(Foto: M. Rainha)

- A nossa equipa tem-se dedicado de um modo especial a este problema.
- A proteção das populações que vivem em áreas de risco é objeto do nosso interesse, tendo em vista a busca de soluções para melhorar a sua segurança e proteção.

Incêndio de Tavira em 2012

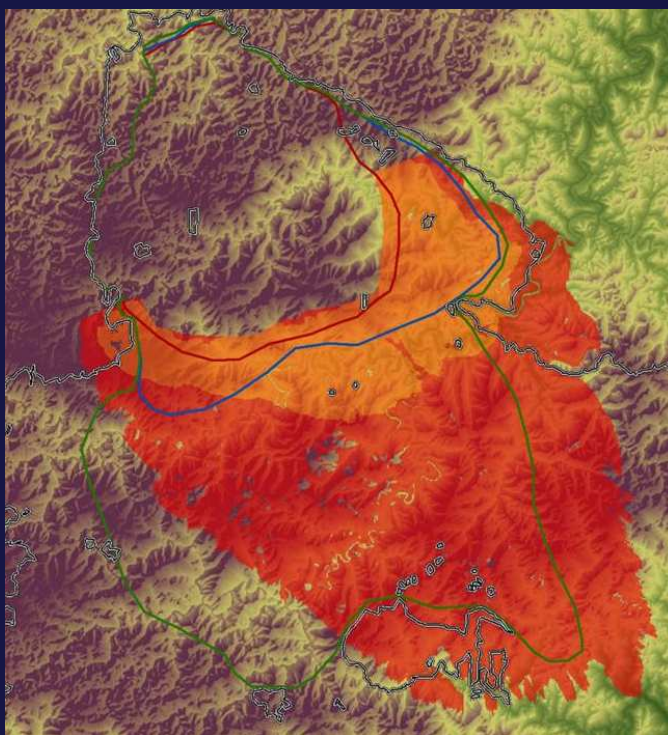
Cerca de 290 aglomerados populacionais na área do incêndio



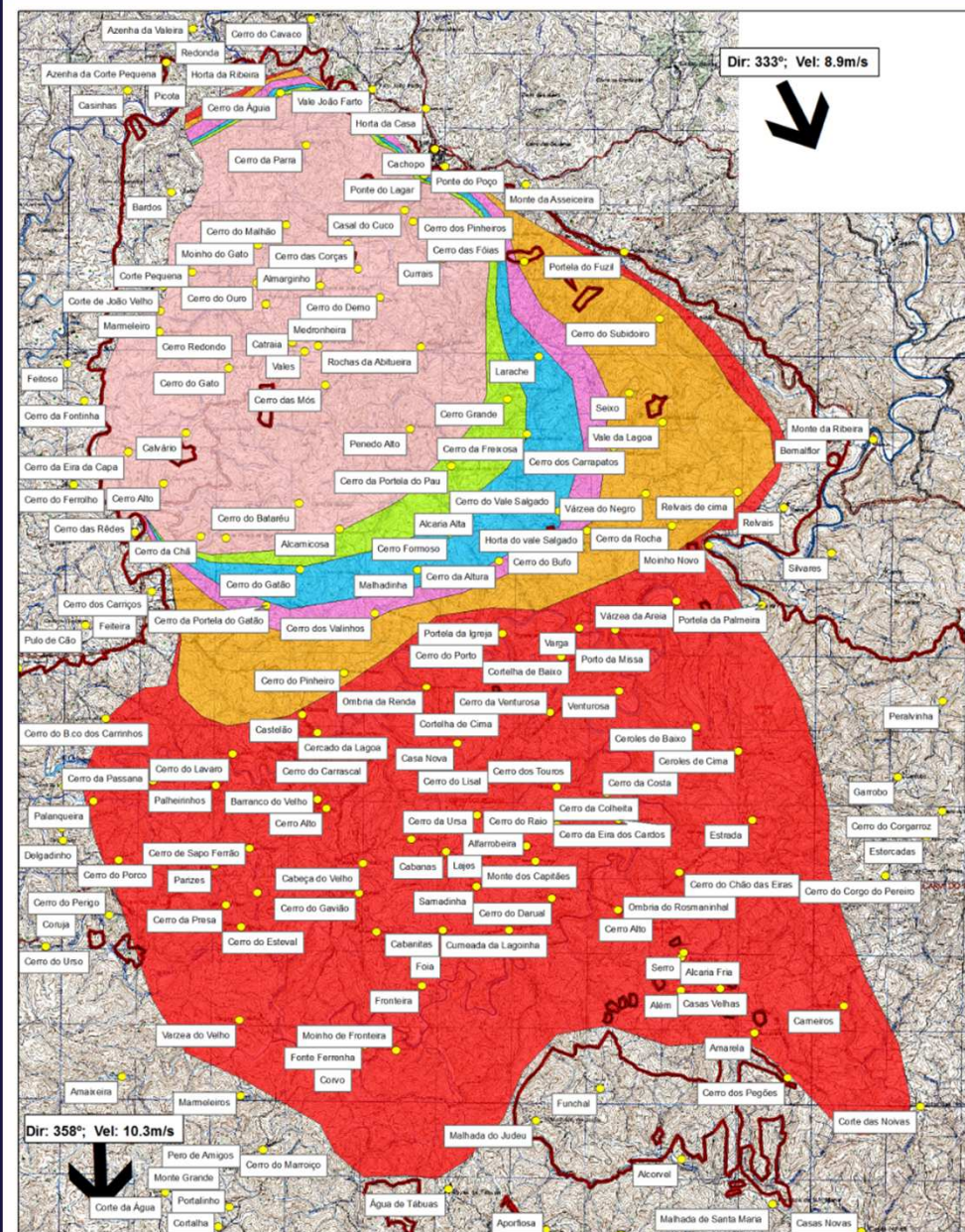


Propagação do fogo na freguesia de Santa Catarina da Fonte do Bispo, ao final da tarde de 19 de Julho.

Propagação do incêndio no dia 20 de Julho



Simulação do incêndio utilizando o sistema FireStation®



Progressão estimada para o dia 20 de Julho 2012

Aglomerados	12h00
Perímetro final incêndio Tavira	15h00
00h00	18h00
09h00	21h00

Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais
 Fac. Ciências e Tecnologia da Univ. de Coimbra
 P.º Pedro Hispano n.º12 | 3030 - 289 Coimbra
 Tel: +351 239 708050 | Fax: +351 239 708059
 info@dai.pt | www.dai.pt

0 600 1,200 2,400
 Metros

Prevenção de Incêndios em Parques de Campismo

- Caracterização do risco de incêndio em parques de campismo e previsão da sua propagação.
- Estudo de casos e proposta de regras de prevenção e de fiscalização.

Projecto LAETA; com participação de IST, FEUP, UBI.



Ignição de uma tenda por focos secundários





Caravan 1
27 April 2016



Caravan 2
7 June 2016



Segurança pessoal

- A segurança das pessoas e, antes de mais dos Bombeiros, constituiu a nossa motivação, desde a primeira hora, para investigar os incêndios florestais.
- Através do estudo dos principais acidentes ocorridos em Portugal e também no estrangeiro, temos procurado retirar as lições pertinentes e transmiti-las a quem de direito.

Acidente de Armamar



8 de setembro de 1985
14 vítimas mortais

Os 14 Bombeiros falecidos



Simulação
laboratorial
do acidente
de Armamar



Acidente de Águeda 14-6-1986

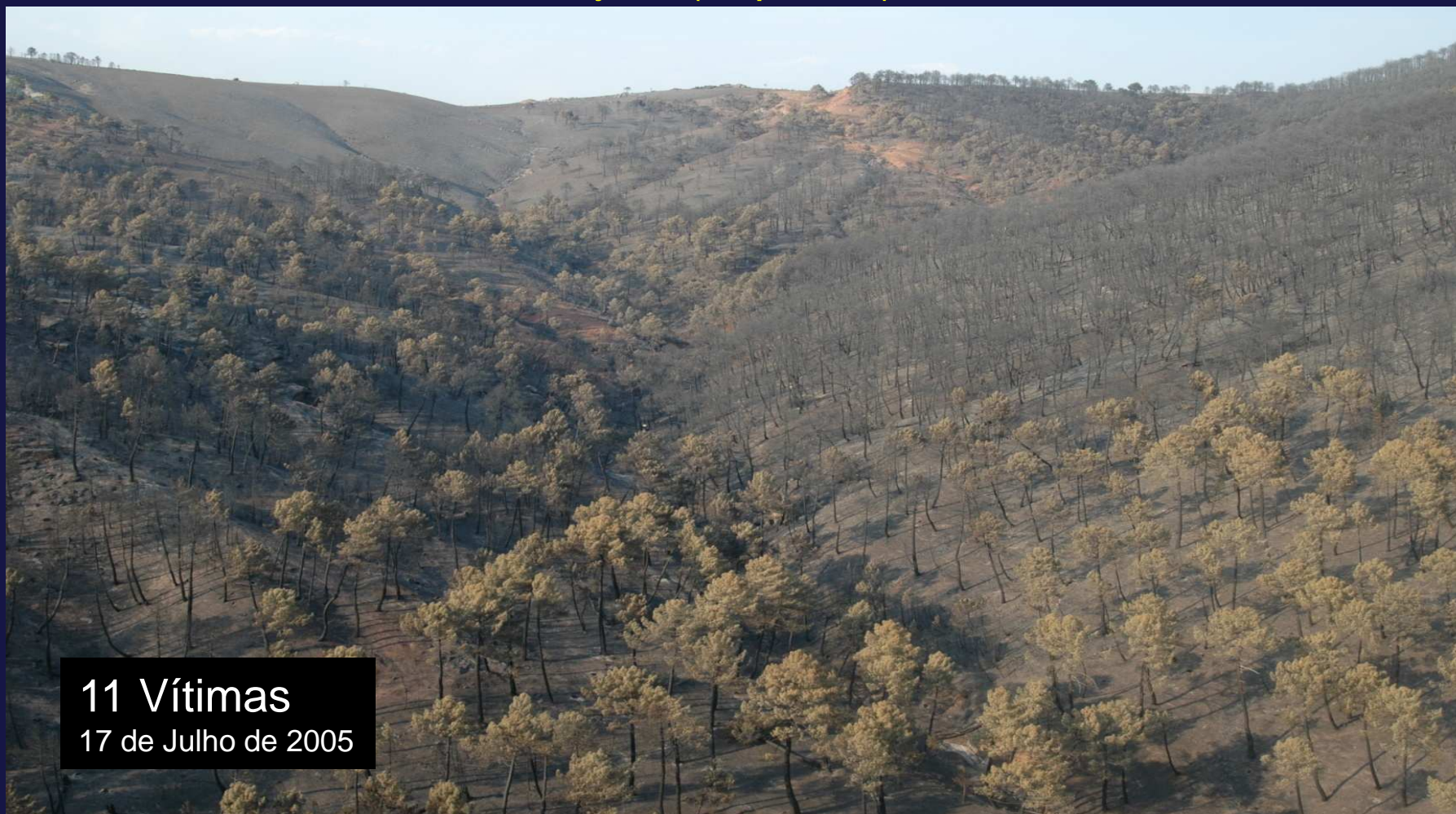


Ilha de La Gomera Island (Ilhas Canárias)



11 Setembro de 1984
20 vítimas

Guadalajara (Espanha)



11 Vítimas
17 de Julho de 2005

Ilha de Kornati (Croácia)



11 Vítimas
30 de Agosto de 2007

Mortágua - Portugal

28 Fevereiro 2005



4 Bombeiros de Coimbra falecidos

Famalicão da Serra



6 Vítimas
7 de Julho de 2005





























Mount Carmel (Israel)







Accident with the bus



44 victims



Viatura dos BS Coimbra



25 de fevereiro de 2005
4 Bombeiros falecidos

F. dos Vinhos, Agosto de 2012 Uma vítima



Cicouro (Miranda do Douro)



1 de Agosto 2013
2 vítimas mortais

Macedo de Cavaleiros

(16 de Julho de 2014)



1 ferido

Proteção de viaturas





Estrutura de teste de sistemas de proteção de viaturas





Manequim com
EPI da Toptuxedo



Estudo de Botas

- No acidente de Olival Novo verificámos que as botas de alguns Bombeiros não resistiram ao impacto térmico a que estiveram sujeitas.
- Desafiámos uma empresa nacional (Lavoro), fabricante de calçado para Bombeiros, a verificar se as botas que produziam suportariam as condições encontradas nesse e noutros acidentes.





Teste do primeiro modelo proposto



Teste do
terceiro
modelo
proposto

- Esta atividade tem vindo a ser desenvolvida no contexto de diversos projetos em colaboração com várias entidades do sistema científico, operacional e empresarial, quer de Portugal, quer de outros países do Mundo.
- A nossa equipa tem sido solicitada por entidades oficiais para realizar estudos especializados.

Demonstração do comportamento eruptivo em sessões de formação de Bombeiros



Colaboração com a Escola Nacional de Bombeiros

Conclusão

- O CEIF/ADAI tem desenvolvido esta atividade de investigação aplicada em incêndios florestais de uma forma continuada, desde 1985.
- Esta atividade não se tem confinado ao âmbito académico e tem interagido com a comunidade externa e com os decisores.

- Notamos que na gestão do problema dos incêndios florestais o nosso País nem sempre tem mantido uma linha de rumo coerente, tirando partido dos recursos humanos e institucionais de que dispõe.
- Tem havido melhorias, mas continua a faltar articulação e conjugação de esforços em torno de objetivos bem definidos e continuados.

- Defendemos a ativação de um programa nacional e mobilizador de pessoas e instituições para prevenir os incêndios.
- A redução do número de ocorrências deveria ser um objetivo prioritário deste programa.
- O envolvimento das populações e a sua defesa deveriam constituir outra das prioridades.

- A participação da **comunidade científica**, em conjunto com as entidades operacionais, as autarquias e as empresas, para estudar os problemas, desenvolver novas soluções e implementá-las, seria outra das prioridades.
- O País pode certamente contar com a colaboração da Engenharia.