

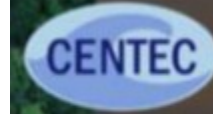


UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**EaRSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory



Workshop

# Previsão Numérica em Portugal 2021

Numerical Weather Prediction in Portugal 2021

11 and 12 November 2021 (10:00-18:00)



## Utilização de modelação atmosférica no estudo de eventos meteorológicos extremos

**Flavio T. Couto, Rui Salgado**

<sup>1</sup> Instituto de Ciências da Terra – ICT (Polo de Évora), Universidade de Évora, Évora, Portugal

<sup>2</sup> Departamento de Física, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal

<sup>3</sup> Earth Remote Sensing Laboratory (EaRS Lab), Universidade de Évora, Évora, Portugal



Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais



España - Portugal

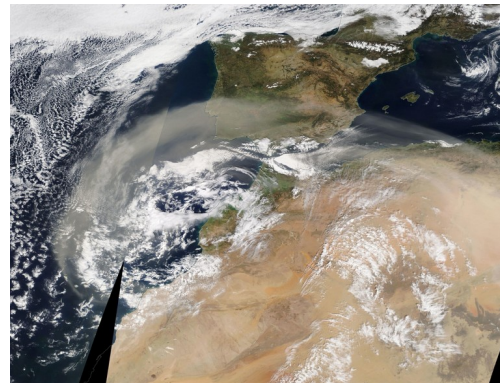
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



**PyroC.pt**

Advanced wildfire modelling

FCT  
Fundação  
para a Ciência  
e a Tecnologia





UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory

No Grupo 1 do ICT-Évora, a modelação atmosférica tem dado suporte aos estudos de diferentes fenómenos meteorológicos. Utilizamos o modelo



- Desenvolvido pelo CNRM/Météo-France em conjunto com o LA da Universidade de Toulouse
- Partilha parte da física com os modelos de PNT franceses (AROME, etc)
- É o modelo de investigação da Météo France

**CILIF**

Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais

**Interreg**  
Espanha - Portugal

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



**PyroC.pt**  
Advanced wildfire modelling

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

REPÚBLICA PORTUGUESA





UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory



Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais



España - Portugal

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



**PyroC·pt**

Advanced wildfire modelling

**FCT** Fundação  
para a Ciência  
e a Tecnologia



REPÚBLICA  
PORTUGUESA



## Meso-NH

mesoscale non-hydrostatic model

- A state-of-art" non-hydrostatic non-hydrostatic mesoscale atmospheric model developed by the Laboratoire d'Aérodynamique and by CNRM/Météo-France.
- Incorporates a non-hydrostatic system of equations, for dealing with scales ranging from large (synoptic) to small (large eddy) scales;
- Has a complete set of physical parameterizations, which are particularly advanced for the representation of clouds and precipitation;
- Allows a multi-scale approach through a grid-nesting technique;
- Is a versatile code, vectorized, parallelized, operating in 1D, 2D or 3D designed to handle real situations as well as academic cases;
- Is coupled with a chemistry module and a lightning module;
- Is coupled to a Forest Fire propagation model (FOREFIRE)
- Has observation operators that compare model output directly with satellite observations, radar, lidar and GPS.





UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences



Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais



España - Portugal

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



Pyro

Advanced wild



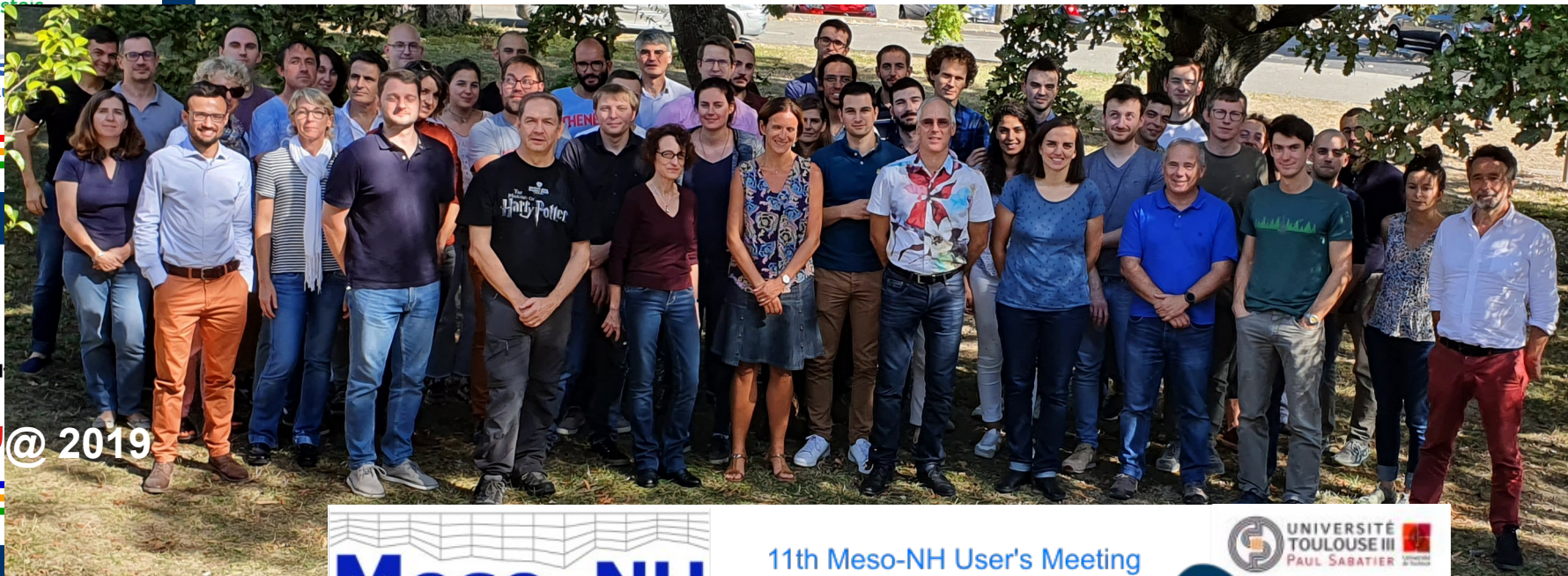
Fundação  
para a Ciência  
e a Tecnologia

@ 2019

# Meso-NH

mesoscale non-hydrostatic model

- Is coupled to the SURFEX platform of surface models for the representation of surface atmosphere interactions
  - SURFEX is used in AROME, ...
- Share the *Physics* with AROME (runs operationally in IPMA)
- Share the radiative code of IFS (now EcRAD)
- New developments: Atmospheric electricity, Fire, ...
- Tutorials (2 times a year); biennial meetings
- Tutorials in Évora (sometimes)





UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory



Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais



España - Portugal

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



Advanced wildfire modelling



# Meso-NH

mesoscale non-hydrostatic model

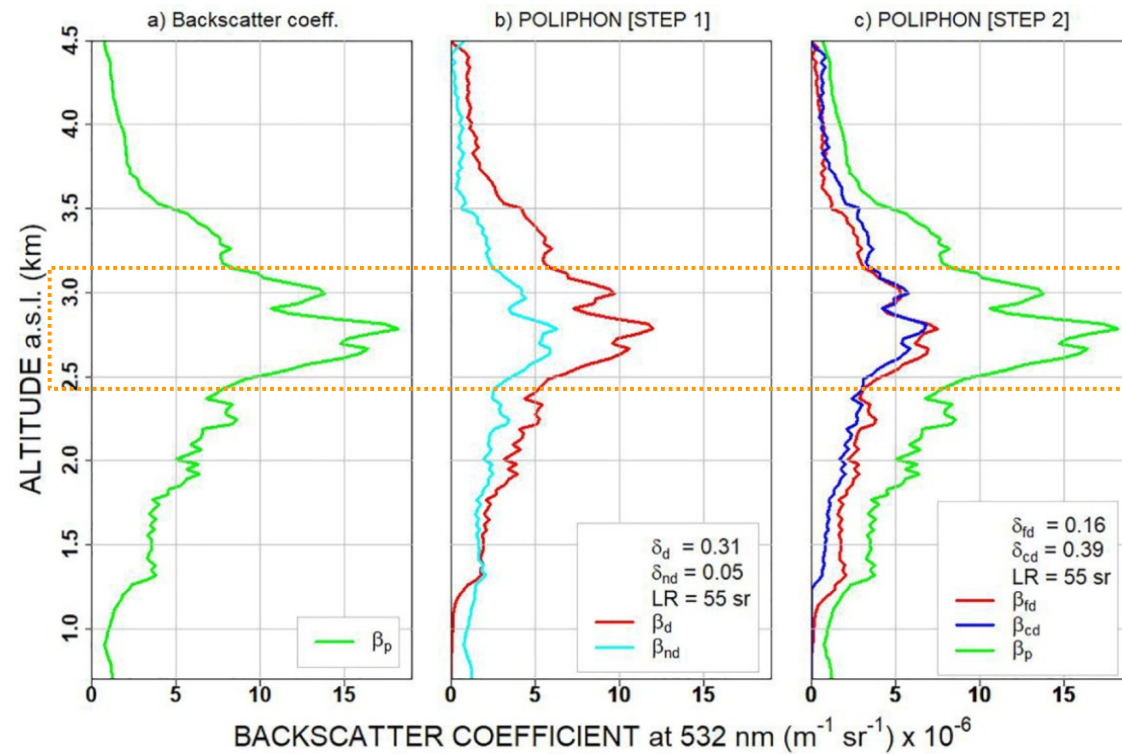
Applications by our group:

- Lake modelling
- Impact of Reservoirs (Alqueva) in weather and climate - a long story
  - cf. Maxim's presentation
- Iberian Thermal Low and Summer circulations in south of Portugal
- Boundary Layer
- Fog development
- Urban Heat Island
- Coastal dynamics and erosion
- Orographic and high precipitation events
  - Madeira case - also a long story
- Solar Radiation forecast for Energy applications
  - cf. Sara presentation
- **Aerosol (dust) transport**
- **Atmospheric electricity and Fire weather**
  - cf. Flavio and Carolina presentations



## Transporte de poeiras do Saara para Portugal

Observação do LIDAR de Évora 20/Fev/2017



CAMADA DE POEIRAS

### Questões

Qual a fonte das poeiras observadas em Évora?

Quais os mecanismos responsáveis pela mobilização das poeiras?

Qual os fatores relacionados ao transporte das poeiras para Portugal?



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory



Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais



Espania - Portugal



**PyroC.pt**

Advanced wildfire modelling

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

REPÚBLICA PORTUGUESA



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory

**CILIF**  
Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais

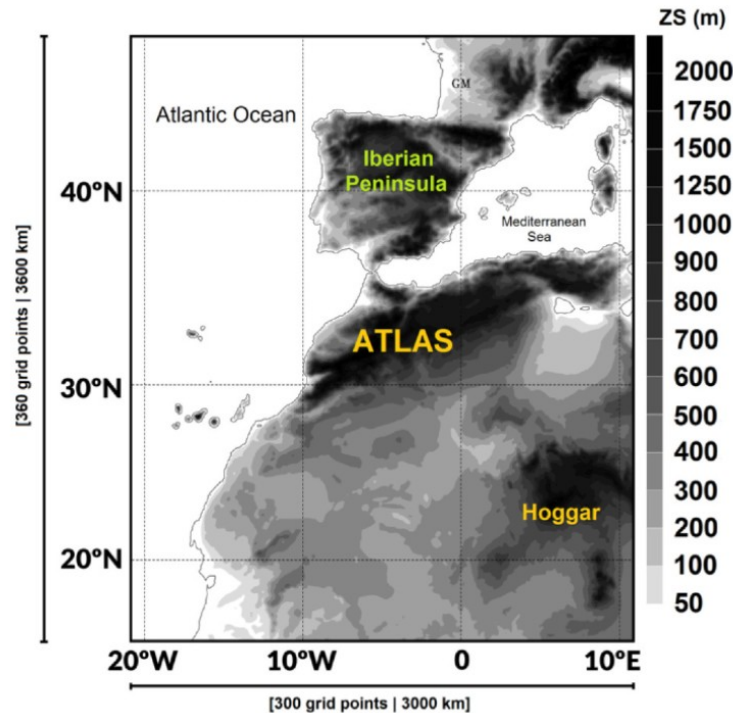
**Interreg**  
Espanha - Portugal  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

**PyroC.pt**  
Advanced wildfire modelling

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
**REPÚBLICA PORTUGUESA**

## Configuração horizontal

Domínio horizontal de 3000 × 3600 km  
e resolução horizontal de 10 km.



## Configuração vertical

50 níveis

## Condição inicial

Análises do Centro Europeu (ECMWF)  
atualizadas a cada 6 horas.

## Parametrizações do modelo

- Radiação
- Turbulência
- Microfísica de nuvens
- Convecção

## Simulações incluindo a emissão de poeiras!

A mobilização das poeiras depende da velocidade de fricção e das características da superfície.

| Experimento | Início      |          | Fim         |          |
|-------------|-------------|----------|-------------|----------|
|             | Dia         | Hora     | Dia         | Hora     |
| EXPD1       | 16/Fev/2017 | 0000 UTC | 24/Fev/2017 | 1200 UTC |
| EXPD2       | 18/Fev/2017 | 0000 UTC | 24/Fev/2017 | 1200 UTC |



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory



Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais



España - Portugal

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



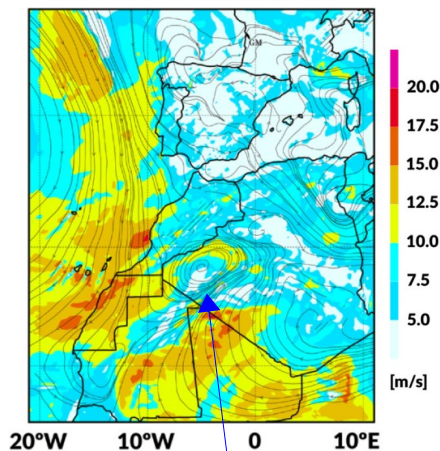
**PyroC.pt**  
Advanced wildfire modelling

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
REPÚBLICA PORTUGUESA



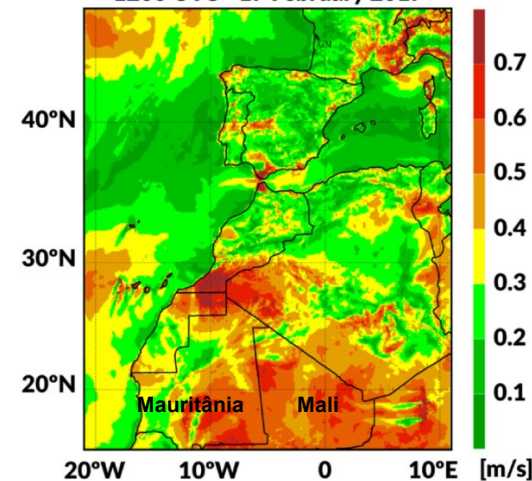
## Condições na baixa troposfera

Rajadas de vento à 10 m  
1500 UTC - 18 February 2017



Vórtice ciclónico

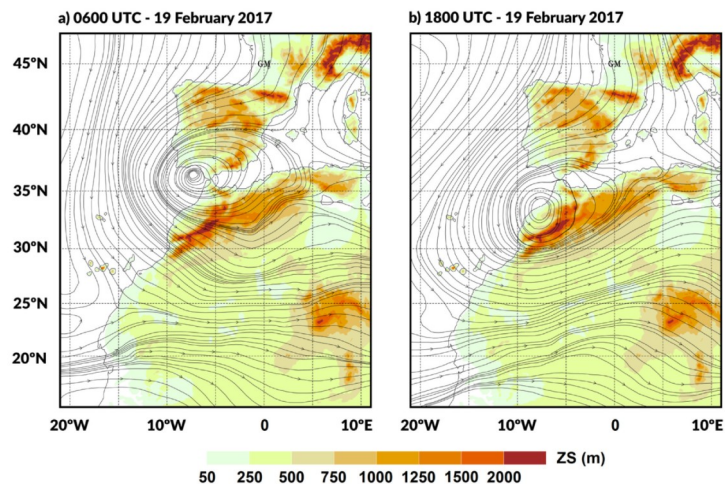
Velocidade de fricção  
1200 UTC - 17 February 2017



Velocidades de fricção superiores a 0.5 m/s no Mali e na Mauritânia oriental, valores acima do limiar considerado pelo modelo para a produção de poeira.

## Condições na média troposfera

Circulação atmosférica em 5,500 m de altitude



Aproximação de um sistema de baixa pressão de latitudes médias





UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory

**CILIF**  
Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais

**Interreg**  
Espanha - Portugal  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



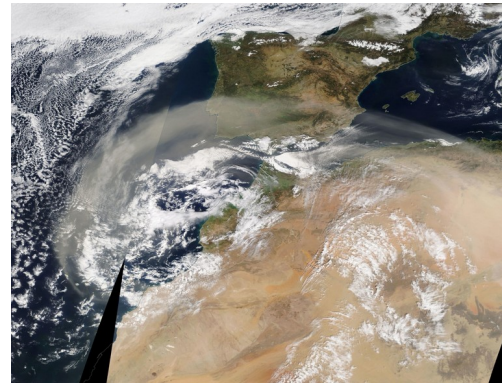
**PyroC.pt**  
Advanced wildfire modelling

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
**REPÚBLICA PORTUGUESA**

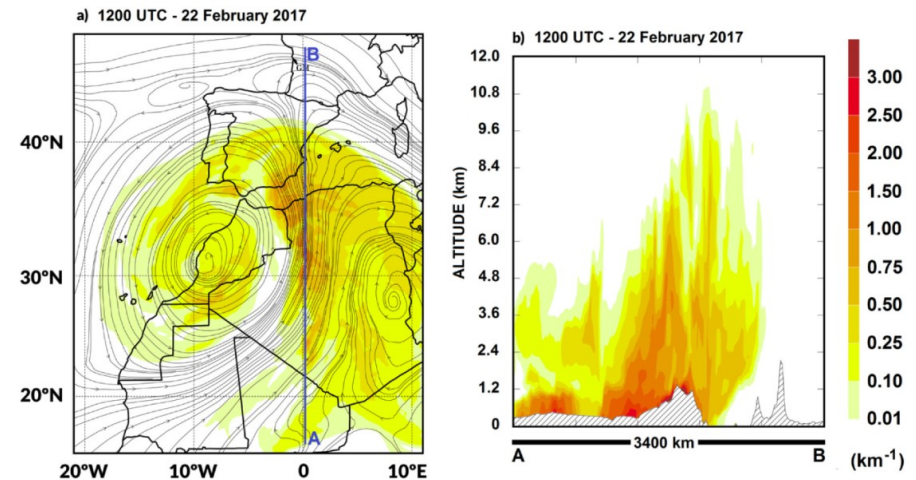


## Impacto no campo de poeiras

Observação de satélite  
21/Fev/2017



Dust extinction



Sob a influência do sistema, que se configurou em toda a troposfera, a poeira mobilizada foi então envolvida pelo sistema e transportada para fora do Saara.

O episódio foi governado por uma variedade de interações entre a superfície e a dinâmica atmosférica durante vários dias.

### Referência

Couto, F.T.; Cardoso, E.H.C.; Costa, M.J.; Salgado, R.; Guerrero-Rascado, J.L.; Salgueiro, V. 2021. "How a mesoscale cyclonic vortex over Sahara leads to a dust outbreak in South-western Iberia". *Atmospheric Research*, 249: 105302. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105302>.



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory

## Meteorologia de incêndios florestais

### Questões

Como avançar na área de avaliação de risco de incêndios florestais?  
Como os modelos atmosféricos podem contribuir para isso?

### Objetivo

Aplicabilidade do atual esquema elétrico do Meso-NH (CELLS) na investigação da ignição de incêndios florestais.

**CILIF**

Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais

**Interreg**  
Espanha - Portugal

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



**PyroC.pt**  
Advanced wildfire modelling

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

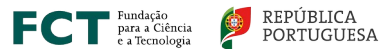
REPÚBLICA PORTUGUESA



Neste contexto, o desafio é diagnosticar as descargas elétricas do tipo nuvem-solo (CG) com resolução espacial de 1 km e as regiões onde incêndios florestais poderiam ser iniciados naturalmente.



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

## Vários incêndios reportados na zona de Pedrógão Grande

**Quadro 2.1** Incêndios rurais ocorridos entre 17 e 24 de junho de 2017, nos concelhos da região de Pedrógão (Lei 49-A/2017), com indicação da deteção, localização, área ardida e causa (Fonte: SGIF)

| Dia | Deteção |           | Localização         |                       | Área ardida (ha) | Causa         |
|-----|---------|-----------|---------------------|-----------------------|------------------|---------------|
|     | Hora    | Fonte     | Concelho            | Freguesia             |                  |               |
| 17  | 14:43   | Outros    | Pedrógão Grande     | Pedrógão Grande       | 28914            |               |
|     | 14:52   | CCO       | Góis                | Alvares               | 17521            | Raio          |
|     | 15:40   | CCO       | Figueiró dos Vinhos | Aguda                 | 0                | Vandalismo    |
|     | 16:26   | 112       | Pedrógão Grande     | Graça                 | 0                |               |
|     | 17:04   |           | Figueiró dos Vinhos | Figueiró dos Vinhos   | 0                | Indeterminado |
|     | 18:08   | PV        | Oleiros             | Orvalho               | 202              | Raio          |
|     | 18:09   | PV        | Oleiros             | Orvalho               | 409              | Raio          |
|     | 18:38   | Populares | Oleiros             | Sarnadas de São Simão | 0                | Raio          |
|     | 19:42   | Populares | Sertã               | Cernache do Bonjardim | 0                |               |
| 18  | 12:42   | CCO       | Ansião              | Ansião                | 0                |               |
|     | 19:51   | CCO       | Ansião              | Avelar                | 0                |               |
| 19  | 17:08   |           | Penela              | Podentes              | 0                | Acidental     |
|     | 18:51   | PV        | Sertã               | Figueiredo            | 0                |               |
|     | 22:30   | Populares | Penela              | Santa Eufémia         | 5                | Acidental     |
| 21  | 12:21   | 117       | Sertã               | Marmeleiro            | 0                |               |
| 22  | 14:48   | PV        | Sertã               | Figueiredo            | 2                | Doloso        |
|     | 18:28   | 117       | Penela              | São Miguel            | 0                | Vandalismo    |
| 23  | 14:28   | PV        | Arganil             | Vila Nova de Alva     | 0                | Vandalismo    |

quatro deles  
causados por raios

Fonte: Relatório CTI (2017).

Modelação do ambiente atmosférico durante a tarde do dia 17/06/2017.





UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences

**ECARSLab**  
Earth Remote Sensing Laboratory

**CILIF**  
Centro Ibérico de  
Investigação e Combate  
aos Incêndios Florestais

**Interreg**  
Espanha - Portugal  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



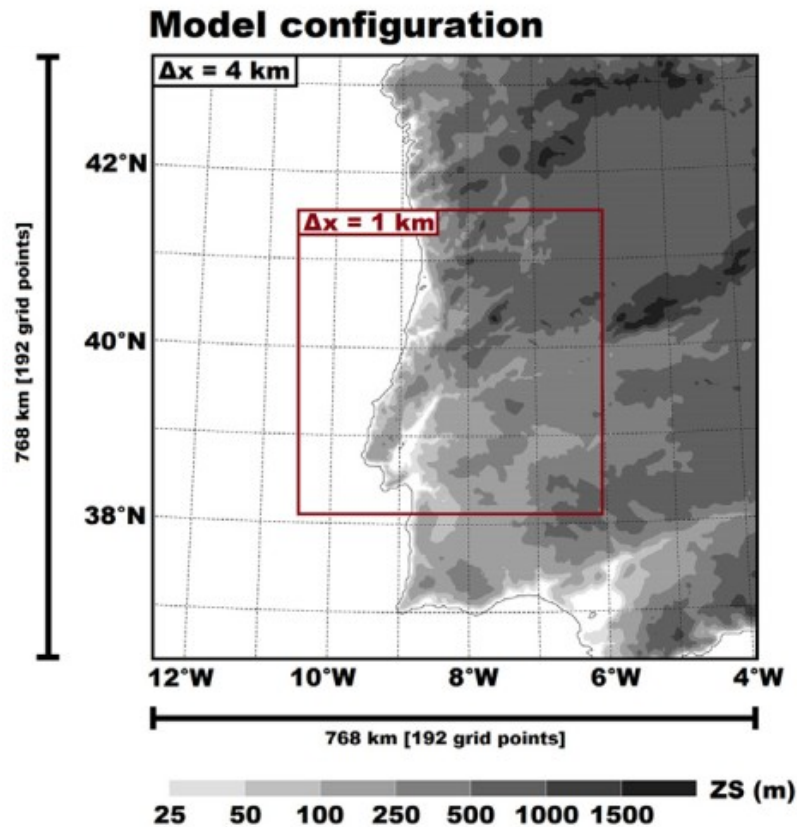
**PyroC.pt**  
Advanced wildfire modelling

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
**REPÚBLICA PORTUGUESA**

## Configuração horizontal

Configurado com dois domínios aninhados:

- **Domínio maior:** resolução de 4 km.
- **Domínio menor:** resolução de 1 km.



## Configuração vertical

50 níveis

## Condição inicial

Análises do Centro Europeu (ECMWF)  
atualizadas a cada 6 horas.

## Parametrizações do modelo

- Radiação
- Turbulência
- Microfísica de nuvens
- Convecção rasa
- Eletricidade de nuvens

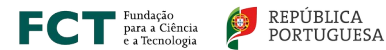
Representar de maneira mais realista possível as condições meteorológicas durante o início dos fogos.



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



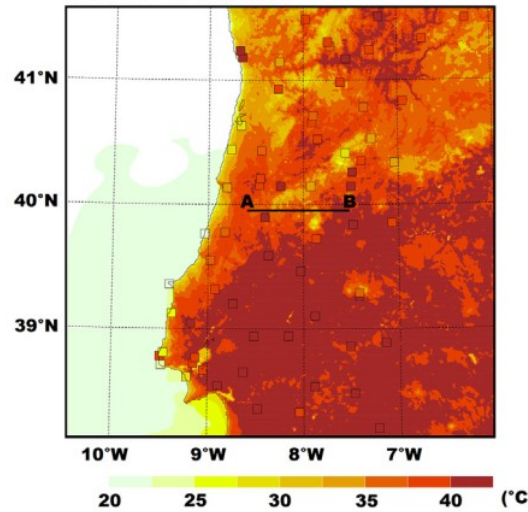
Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences



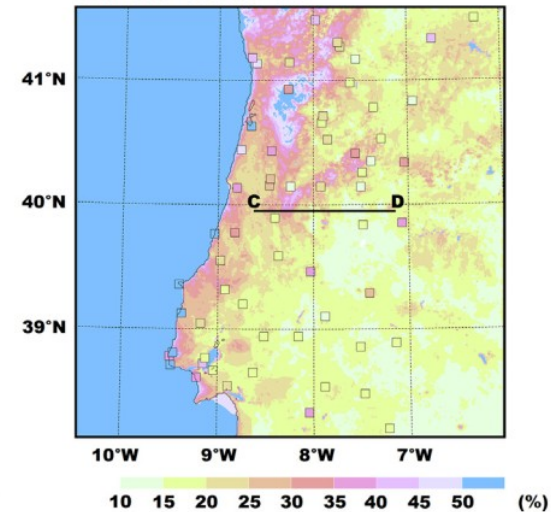
## Caracterização do ambiente atmosférico

### Condições à superfície

Temperature at 2m  
1430 UTC - 17 June 2017



Relative Humidity at 2m  
1430 UTC - 17 June 2017

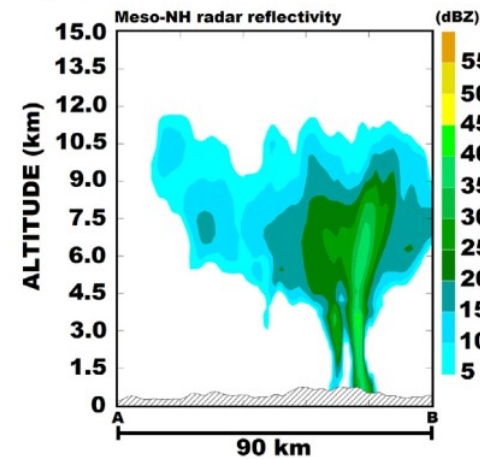
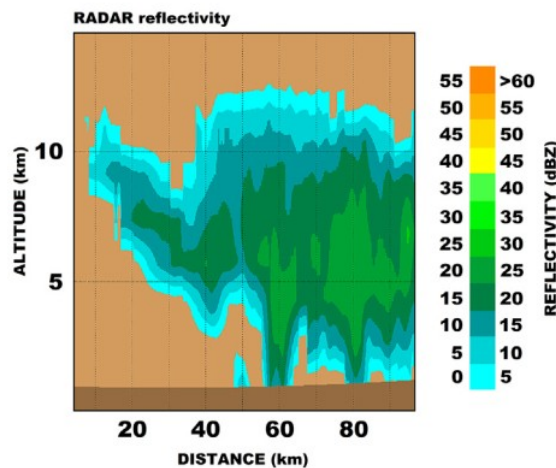


☐ Observação em cada estação meteorológica

**T > 35°C**

**HR < 30 %**

### Estrutura dos sistemas de nuvens



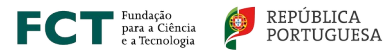
**Nuvens de base acima de 4 km**



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra  
Institute of Earth Sciences



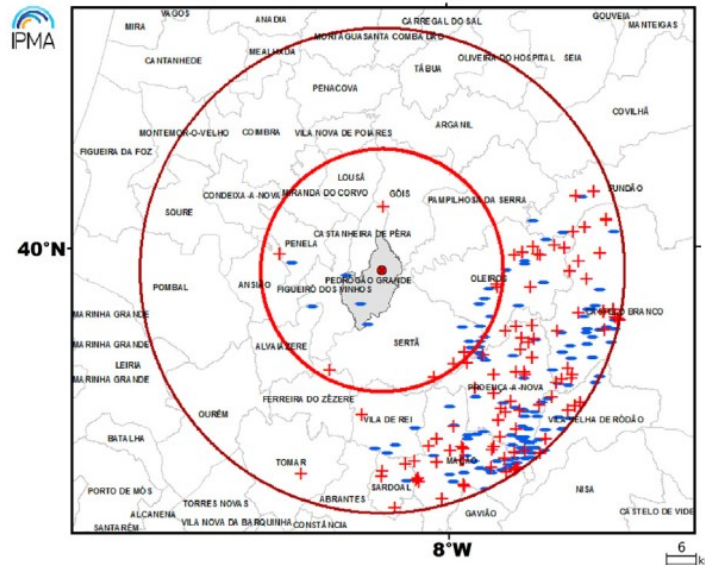
## Aplicação do esquema elétrico

DEA registadas pelo sistema nacional de detecção de descargas elétricas

Área em que, de acordo com o modelo, poderia haver DEA nuvem-solo, e os incêndios florestais

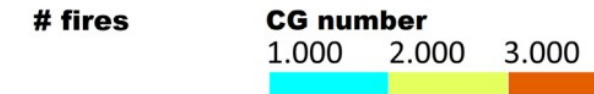
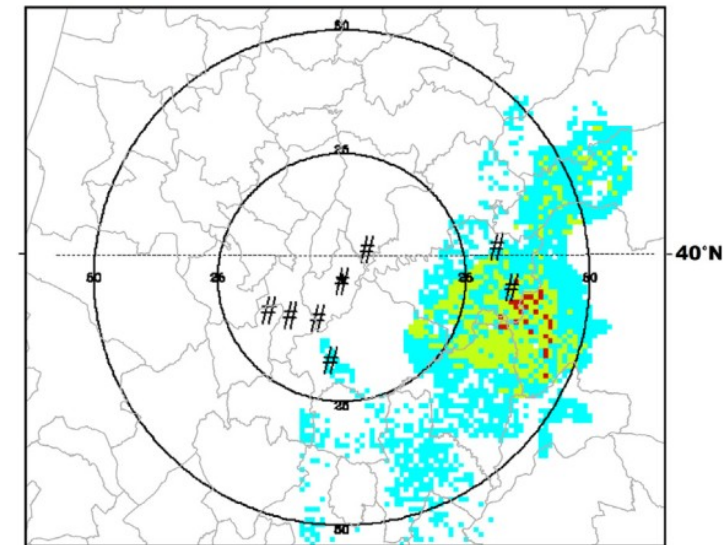
### Cloud-to-Ground Lightning Lightning detection system

17 June 2017  
1200 UTC to 2359 UTC



### Cloud-to-Ground Lightning Meso-NH at 1 km resolution

17 June 2017  
1400 UTC to 2000 UTC



A distribuição espacial de raios CG simulados apresentou boa concordância com os raios obtidos na rede nacional de detecção de raios, possibilitando assim a aplicação do esquema elétrico no estudo da ignição de incêndios florestais por descargas atmosféricas.

## Referência

Couto, F.T.; Iakunin, M.; Salgado, R.; Pinto, P.; Viegas, T.; Pinty, J-P. 2020. "Lightning modelling for the research of forest fire ignition in Portugal". *Atmospheric Research*, 242: 104993. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104993>.





# Interreg

## España - Portugal

### CILIFO

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA

# Obrigado!



Atmosphere

Fire

Surface

# PyroC·pt

## Advanced wildfire modelling

**FCT** Fundação  
para a Ciência  
e a Tecnologia



REPÚBLICA  
PORTUGUESA

