



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

Departamentos de Geociências e de Física

**Influência dos incêndios florestais na poluição ambiental**

**Hugo Miguel Fialho Amaro Viriato**

Orientador: Doutor Pavan S. Kulkarni

Coorientador: Doutor Daniele Bortoli

**Mestrado em Ciências e Tecnologias da Terra, da Atmosfera e do Espaço**

Área de especialização: *Reabilitação de Ambientes Degradados*

Dissertação

Évora, 2014



# **UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

Departamentos de Geociências e de Física

## **Influência dos incêndios florestais na poluição ambiental**

**Hugo Miguel Fialho Amaro Viriato**

Orientador: Doutor Pavan S. Kulkarni

Coorientador: Doutor Daniele Bortoli

**Mestrado em Ciências e Tecnologias da Terra, da Atmosfera e do Espaço**

Área de especialização: *Reabilitação de Ambientes Degradados*

Dissertação

Évora, 2014

## **Agradecimentos**

- Agradeço a todos os professores que constituíram o corpo docente do Curso de Mestrado pela sua disponibilidade e atenção, em especial à professora Maria João Costa e ao professor João Paulo Almeida Fernandes.
- Agradeço ao orientador, Doutor Pavan S. Kulkarni, e ao coorientador, Doutor Daniele Bortoli pela atenção, pelo acompanhamento e pela disponibilidade.
- Agradeço aos colegas de curso pela motivação e companheirismo.
- Agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, em especial à Senhora Cláudia Martins, do Departamento de Gestão Ambiental da Agência Portuguesa do Ambiente, pela disponibilização dos dados recolhidos pelas estações oficiais de monitorização da qualidade do ar.
- Por último, um agradecimento muito especial à minha família, pai, mãe e irmão, por todo o apoio e compreensão demonstrados ao longo de mais esta etapa no meu percurso académico.

# **Influência dos incêndios florestais na poluição ambiental**

## **Resumo**

Todos os anos Portugal é assolado por vários incêndios florestais. Estes acarretam enormes consequências a nível ambiental, social e económico.

Este trabalho visa avaliar a influência desses incêndios na poluição ambiental.

A análise de dados relativos ao número de ocorrências e área atingida ao longo da década (2003-2012), bem como das consequências destes incêndios na poluição atmosférica, nomeadamente nas concentrações de gases e partículas na camada limite, dar-nos-á uma melhor perceção da dimensão deste problema.

Para além dos efeitos imediatos dos incêndios florestais, existem também os efeitos a médio e longo prazo. Nestes enquadram-se a erosão dos solos e as alterações de quantidade e qualidade dos recursos hídricos das regiões afetadas.

O estudo estatístico dos parâmetros atrás referidos e uma aprofundada pesquisa bibliográfica sobre as consequências destes incêndios permitirão a sugestão de algumas medidas que possam reduzir o número de ocorrências, a sua magnitude e a sua influência na qualidade ambiental.

# **Influence of forest fires on environmental pollution**

## **Abstract**

Every year Portugal is devastated by a series of wildfires. These have enormous environmental, social and economical consequences.

This thesis aims to evaluate the influence of forest fires on environmental pollution.

The statistical analysis of the number of occurrences and the affected area during the decade (2003-2012), as well as the impact on air pollution, particularly in concentrations of gases and particles in the boundary layer, will give us a better view of the problem.

The impact that the forest fires may have on soils and hydric resources from the affected regions will also be analyzed.

The analysis of the parameters mentioned above, and a literature search on the impact of these fires will lead to a better understanding of the real impact of these events, which will allow the presentation of some measures that can reduce the number of occurrence, its magnitude and its influence on environmental quality.

## Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Descrição do problema.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Estrutura da tese.....	3
2. Aspectos dimensionais dos incêndios (2003-2012).....	4
2.1. Número de fogos.....	4
2.2. Área atingida.....	8
3. Efeitos dos fogos florestais.....	11
3.1. Vegetação.....	11
3.2. Fauna.....	12
3.3. Atmosfera.....	13
3.3.1. Métodos e procedimentos.....	14
3.3.2. Instrumentos e métodos de análise da qualidade do ar.....	19
3.3.2.1. Monóxido de Carbono – Fotometria de IV não dispersiva.....	19
3.3.2.2. Dióxido de Azoto – Quimiluminescência.....	20
3.3.2.3. Dióxido de Enxofre – Fluorescência UV.....	22
3.3.2.4. Ozono – Fotometria UV.....	23
3.3.2.5. PM <sub>2,5</sub> e PM <sub>10</sub> – Absorção de Radiação Beta.....	24
3.3.2.6. Sensor MODIS.....	25
3.3.3. Apresentação e análise dos resultados por bloco.....	25
2003 – 1º bloco.....	26
– 2º bloco.....	27
– 3º bloco.....	31
2004 – 1º bloco.....	36
– 2º bloco.....	36
– 3º bloco.....	37
2005 – 1º bloco.....	38
– 2º bloco.....	42
– 3º bloco.....	49
– 4º bloco.....	50
2006 – 1º bloco.....	51
– 2º bloco.....	52
– 3º bloco.....	53
2007 – 1º bloco.....	58
– 2º bloco.....	59
2009 – 1º bloco.....	60
2010 – 1º bloco.....	65
– 2º bloco.....	66
– 3º bloco.....	70
– 4º bloco.....	71
2012 – 1º bloco.....	72
– 2º bloco.....	73

3.3.4. Conclusão dos efeitos na atmosfera.....	78
3.4. Solos e Recursos hídricos.....	79
4. Medidas preventivas e corretivas.....	82
5. Conclusão.....	85
6. Referências bibliográficas.....	87
Anexos.....	90
Anexo 1.....	91

## Lista de figuras e tabelas

### Figuras

**Figura 1-** Classificação climática de Köppen-Geiger para Portugal Continental (*pág. 1*)

**Figura 2-** Mapa do uso do solo de Portugal Continental (*pág. 2*)

**Figura 3-** Variação no número de fogos por ano (2003-2012) (*pág. 5*)

**Figura 4-** Razão anual entre fogachos e incêndios (*pág. 6*)

**Figura 5-** Número de fogos por ano e por distrito (*pág. 7*)

**Figura 6-** Distribuição dos distritos mais afetados, em área, entre 2003 e 2012 (*pág. 8*)

**Figura 7-** Área atingida por ano e por distrito (*pág. 10*)

**Figura 8-** Rede de estações monitorização da qualidade do ar selecionadas para avaliação das concentrações atmosféricas dos vários poluentes: A- Monóxido de Carbono (CO); B- Dióxido de Azoto (NO<sub>2</sub>); C- Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>); D- Ozono (O<sub>3</sub>); E- Partículas com diâmetro inferior a 2,5µm (PM<sub>2,5</sub>); F- Partículas com diâmetro inferior a 10µm (PM<sub>10</sub>) (*pág. 16*)

**Figura 9-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2003 (*pág. 26*)

**Figura 10-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2003 (*pág. 27*)

**Figura 11-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2003 (*pág. 29*)

**Figura 12-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 14:00 (UTC) do dia 3-8-2003, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2003 (*pág. 31*)

**Figura 13-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:10 (UTC) do dia 11-8-2003, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2003 (*pág. 31*)

**Figura 14-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2003 (*pág. 32*)

**Figura 15-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 3º bloco de 2003 (*pág. 34*)

**Figura 16-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 11:35 (UTC) do dia 12-9-2003, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 3º bloco de 2003 (*pág. 35*)

**Figura 17-** Localização do incêndio > 2000 ha ocorrido no 1º bloco de 2004 (*pág. 36*)

**Figura 18-** Localização dos incêndios > 2000 ha ocorrido no 2º bloco de 2004 (*pág. 37*)

**Figura 19-** Localização do incêndio > 2000 ha ocorrido no 3º bloco de 2004 (*pág. 37*)

**Figura 20-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2005 (*pág. 38*)

**Figura 21-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 1º bloco de 2005 (*pág. 40*)

**Figura 22-** Imagem resultante da composição de duas imagens MODIS, de Portugal Continental, captadas às 10:55 e às 11:00 (UTC) do dia 21-7-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 1º bloco de 2005 (*pág. 42*)

**Figura 23-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2005 (*pág. 43*)

**Figura 24-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2005 (*pág. 46*)

**Figura 25-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 11:10 (UTC) do dia 4-8-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2005 (*pág. 48*)

**Figura 26-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:10 (UTC) do dia 16-8-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2005 (*pág. 48*)

**Figura 27-** Imagem resultante da composição de três imagens MODIS, de Portugal Continental, captadas às 12:35, às 14:10 e 14:15 (UTC) do dia 22-8-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2005 (*pág. 49*)

**Figura 28-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2005 (*pág. 50*)

**Figura 29-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 4º bloco de 2005 (*pág. 51*)

**Figura 30-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2006 (*pág. 52*)

**Figura 31-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2006 (*pág. 53*)

**Figura 32-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2006 (*pág. 54*)

**Figura 33-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 3º bloco de 2006 (*pág. 56*)

**Figura 34-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 11:00 (UTC) do dia 9-8-2006, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 3º bloco de 2006 (*pág. 58*)

**Figura 35-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 10:45 (UTC) do dia 11-8-2006, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 3º bloco de 2006 (*pág. 58*)

**Figura 36-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2007 (*pág. 59*)

**Figura 37-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2007 (*pág. 60*)

**Figura 38-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2009 (*pág. 61*)

**Figura 39-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 1º bloco de 2009 (*pág. 63*)

**Figura 40-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 12:05 (UTC) do dia 30-8-2009, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 1º bloco de 2009 (**pág. 65**)

**Figura 41-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2010 (**pág. 66**)

**Figura 42-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2010 (**pág. 67**)

**Figura 43-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2010 (**pág. 69**)

**Figura 44-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:05 (UTC) do dia 16-8-2010, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2010 (**pág. 70**)

**Figura 45-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2010 (**pág. 71**)

**Figura 46-** Localização do incêndio > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 4º bloco de 2010 (**pág. 72**)

**Figura 47-** Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2012 (**pág. 73**)

**Figura 48-** Localização dos incêndios > 2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2012 (**pág. 74**)

**Figura 49-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2012 (**pág. 76**)

**Figura 50-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 14:10 (UTC) do dia 3-9-2012, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2012 (**pág. 78**)

**Figura 51-** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:10 (UTC) do dia 4-9-2012, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2012 (**pág. 78**)

**Figura 52-** Perda de solo após incêndios florestais do verão de 2003 (**pág. 82**)

## Tabelas

**Tabela 1** – Número de fogos florestais por ano, entre 2003 e 2012 (**pág. 5**)

**Tabela 2** – Área de povoamentos e matos afetada por ano, entre 2003 e 2012 (**pág. 9**)

**Tabela 3** – Área afetada por povoamento entre 2003 e 2012 (**pág. 12**)

**Tabela 4** – Duração, frequência e área atingida em cada bloco de cada ano em estudo (**pág. 15**)

**Tabela 5** – Valores Limite Recomendados, pela União Europeia e Pela Organização Mundial de Saúde, para as concentrações dos poluentes em análise (**pág. 25**)

**Tabela 6** – Ultrapassagens verificadas aos Valores Limite Recomendados (**pág. 79**)

# 1. Introdução

## 1.1 – Descrição do problema

Localizado entre as latitudes 36,5°N e 42,5°N e entre as longitudes 10°W e 6°W, Portugal é, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Peel et al, 2007), um país com clima mediterrânico. O seu território é maioritariamente abrangido por dois subtipos deste tipo de clima. Na faixa litoral oeste e no norte do país, com exceção da zona da Serra do Marão, classifica-se por *Csb*, ou seja, com temperatura no mês mais frio abaixo de 18°C; nos três meses mais frios maiores que -3°C; no mês mais quente menor de 22°C. O litoral sul, no interior centro e sul e na zona da Serra do Marão estão classificados como zonas com clima do subtipo *Csa*, ou seja, clima com temperatura no mês mais frio abaixo de 18°C; nos três meses mais frios maiores que -3°C; no mês mais quente maior ou igual a 22°C (IPMA, 2011). Os resultados das normais climatológicas 1971-2000, as últimas disponíveis, permitem também identificar uma pequena região do Baixo Alentejo, no distrito de Beja, com classificação do tipo *BSk*, clima árido de estepe fria de latitude média. (figura 1)

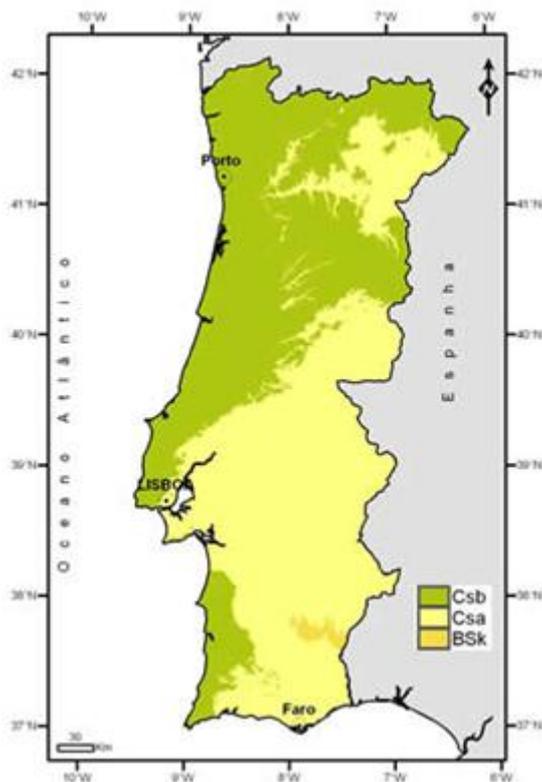
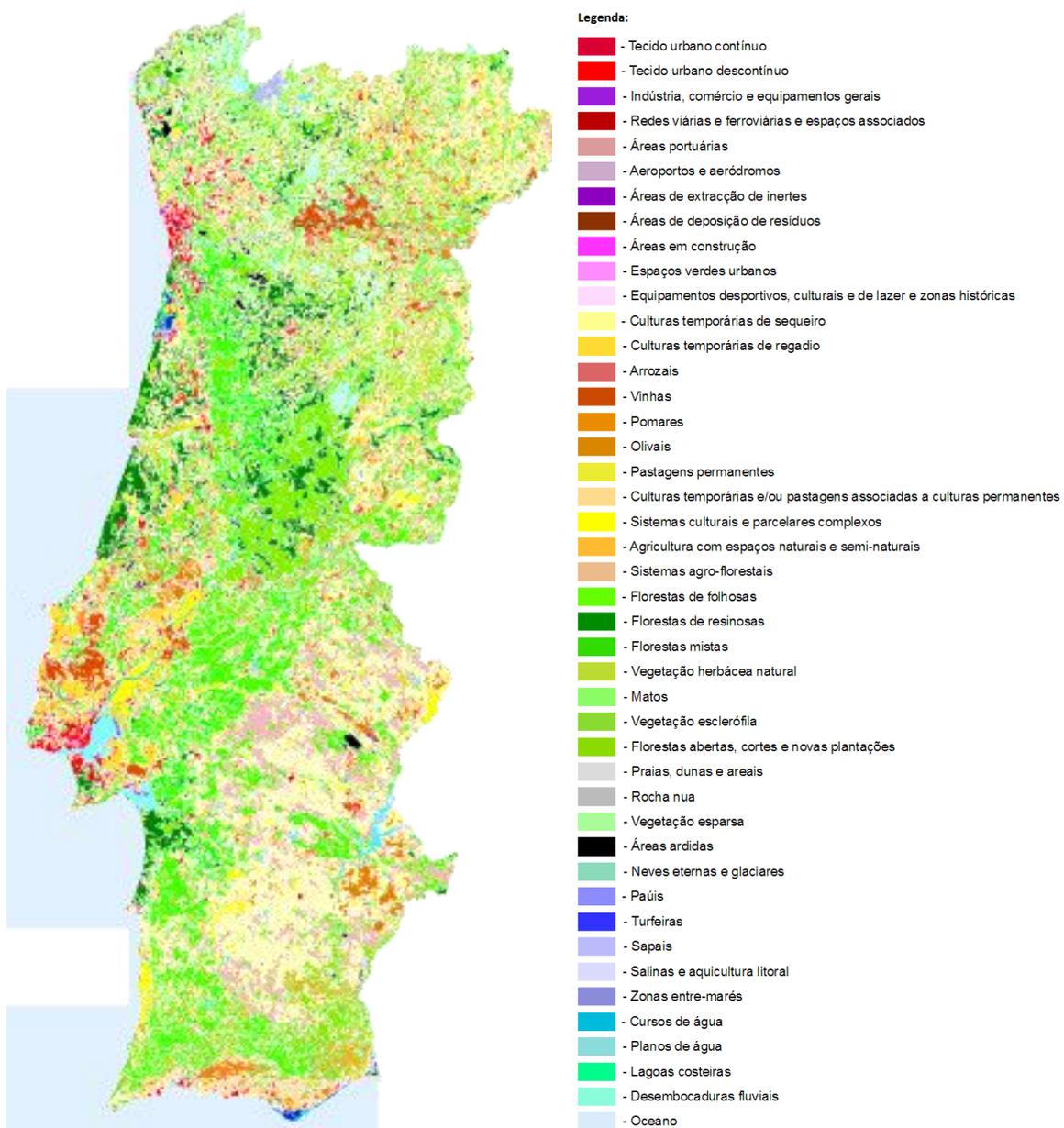


Figura 1- Classificação climática de Köppen-Geiger para Portugal Continental (IPMA, 2011)

Durante a maior parte do séc. XX, Portugal foi um país onde as atividades do sector primário eram as que mais contribuía para o emprego e para a economia, chegando, na década de quarenta, a empregar 49,3% da população ativa (Santos, 1965). No entanto, desde o início do último quartel desse século verificou-se um êxodo das zonas rurais para as grandes cidades e o conseqüente abandono dos campos e das atividades com estes relacionadas. Em 2010 a agricultura e a silvicultura tinham, na economia nacional, um peso inferior a 2,2% do valor acrescentado bruto (AICEP, 2013), e empregavam apenas 10,9% da população (MEID e MFAP, 2011). Apesar do reduzido peso na economia nacional, 2,1% (MAMAOT, 2011) do PIB em 2010, cerca de 91% do território continental estava classificado como área agrícola e florestal. (figura 2)



**Figura 2 – Mapa do uso do solo de Portugal Continental (DGT, 2014)**

A grande quantidade de área ocupada por territórios agrícolas e florestais, aliado ao reduzido número de pessoas que se ocupavam nestas atividades resultou numa grande quantidade de terrenos abandonados.

Na superfície florestal de Portugal, em 2010, existiam várias espécies representadas, sendo o eucalipto (26%), o sobreiro (23%) e o pinheiro-bravo (23%) os mais representados, seguidos da azinheira (11%), do pinheiro-manso (6%) de outras folhosas (6%), de carvalhos (2%), de outras resinosas (2%) e do castanheiro (1%) (ICNF, 2013).

Apesar da vasta legislação existente para a proteção das florestas contra os incêndios (Anexo1), verifica-se que ainda é muito vasta a área negligenciada.

## **1.2 – Objetivos**

Este trabalho visa analisar, não só do ponto de vista teórico, mas também com base em dados recolhidos sobre a qualidade do ar, em que medida as condições climáticas e o deficiente ordenamento dos espaços agrícolas e florestais criam condições propícias à ocorrência de fogos florestais no período mais seco, Primavera e Verão, e qual o seu impacto na poluição ambiental.

## **1.3 - Estrutura da tese**

Esta tese é constituída por cinco capítulos, onde se apresentam os seguintes conteúdos. O presente capítulo (capítulo 1) faz a introdução e o enquadramento do problema que se pretende estudar. O capítulo 2 apresenta uma visão sobre o número de incêndios, as áreas atingidas e a sua distribuição pelos vários distritos de Portugal Continental. No terceiro capítulo é feita uma descrição teórica sobre os efeitos dos fogos nos vários elementos ambientais (Fauna, Flora, Atmosfera, Solos e Recursos Hídricos). Para a avaliação dos efeitos dos fogos na atmosfera utilizam-se os dados disponibilizados tanto pelo Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas como pela Agência Portuguesa do Ambiente para um estudo do real impacto das emissões de poluentes pelos incêndios florestais na qualidade do ar. O quarto capítulo é constituído pela apresentação de propostas e medidas que poderiam levar à diminuição do impacto causado pelos incêndios florestais na poluição ambiental. No capítulo final, o quinto, são feitas algumas constatações e apresentadas as conclusões resultantes dos resultados obtidos na elaboração do trabalho.

## **2. Aspetos dimensionais dos incêndios (2003-2012)**

### **2.1 – Número de fogos**

Entre 2003 e 2012 ocorreram em Portugal 219.027 fogos florestais. Nestes incluem-se tanto os fogachos, ou seja, fogos com dimensão inferior a 1 ha, como os incêndios com dimensão superior a 1 ha. (ICNF, GNR-SEPNA e ANPC, 2013)

Os anos com maior número de ocorrências foram 2003, com 25.217 fogos, dos quais 19.865 fogachos e 5.352 incêndios; 2005, com 35.695 fogos, dos quais 27.516 fogachos e 8.179 incêndios e 2009, com 23.863 fogos, dos quais 18.089 fogachos e 5.774 incêndios. Com menor número de ocorrências encontram-se os anos 2006, com 19.918 fogos, dos quais 16.463 fogachos e 3.455 incêndios; 2007, com 17.799 fogos, dos quais 14.243 fogachos e 3.556 incêndios e 2008, com 13.130 fogos, dos quais 10.635 fogachos e 2.495 incêndios. (tabela 1)

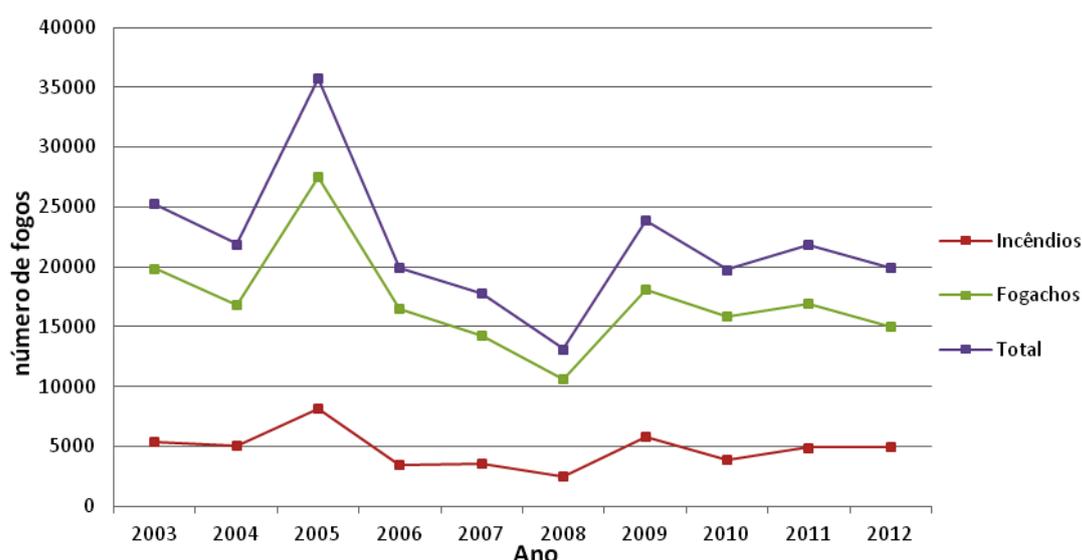
Os anos com maior número de ocorrências (2003, 2005 e 2009), foram anos que registaram condições climáticas muito favoráveis à ocorrência de fogos. O Verão de 2003 foi o segundo mais quente registado desde 1931. Durante a onda de calor que se registou entre 29 de Julho e 14 de Agosto foram igualados ou ultrapassados os valores das temperaturas máxima e mínima do ar alguma vez registados e os valores da humidade relativa registados foram muito baixos. Estas condições meteorológicas, aliadas a ventos fortes originaram uma rápida propagação dos fogos florestais (I.M., 2004). Em 2005 o Verão foi o mais quente dos últimos 75 anos. Grande parte do território de Portugal esteve em situação de seca severa ou extrema durante 7 a 9 meses consecutivos. As regiões do litoral norte, parte do Alentejo e algumas zonas do centro do país estiveram sob condições de seca severa ou extrema durante 10 a 11 meses consecutivos. Esta situação de seca era, em final de Setembro, a mais grave registada nos últimos 60 anos (I.M., 2006). Em 2009 ocorreu uma situação de seca entre Março e Outubro em todo o continente, terminando em Novembro nas regiões do norte e centro e em Dezembro em quase todas as regiões do sul. As temperaturas máximas e médias registadas ficaram acima dos valores normais (1971-2000). A Primavera foi a mais quente desde 1931, e registaram-se, durante o ano, sete ondas de calor (I.M., 2010).

**Tabela 1 - Número de fogos florestais por ano, entre 2003 e 2012**

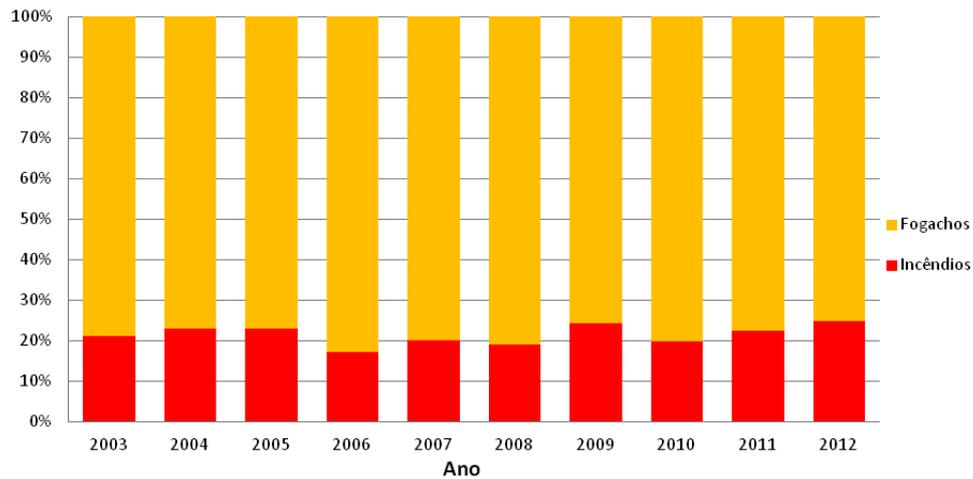
Ano	Incêndios (>1ha)	Fogachos (<1ha)	Total
2003	5352	19865	25217
2004	5038	16858	21896
2005	8179	27516	35695
2006	3455	16463	19918
2007	3556	14243	17799
2008	2495	10635	13130
2009	5774	18089	23863
2010	3897	15850	19747
2011	4903	16929	21832
2012	4939	14991	19930
<b>Total</b>	<b>47588</b>	<b>171439</b>	<b>219027</b>

Fonte: Lista de incêndios florestais (2003-2012) - ICNF

Da análise interanual do número de ocorrências não é possível verificar uma tendência contínua crescente ou decrescente do número de ocorrências. Verifica-se antes que, na maioria dos casos, depois de um ano em que o número de ocorrências diminuiu, no ano seguinte volta a aumentar. (figura 3) Estes aumentos e diminuições do número de ocorrências verificam-se tanto no número de fogachos como no número de incêndios e mantém-se ao longo dos anos uma razão de aproximadamente 4:1 entre o número de fogachos e o número de incêndios. (figura 4)



**Figura 3- Variação no número de fogos por ano (2003-2012)**



**Figura 4-** Razão anual entre fogachos e incêndios

Na análise do número de ocorrências por distrito podemos verificar que, na grande maioria dos distritos, foi nos anos de 2003 e/ou 2005 que se registaram os números máximos de ocorrências.

No período em estudo, o distrito com maior quantidade de fogos florestais foi o distrito do Porto, seguido dos distritos de Braga, Aveiro e Viseu. (figura 5)

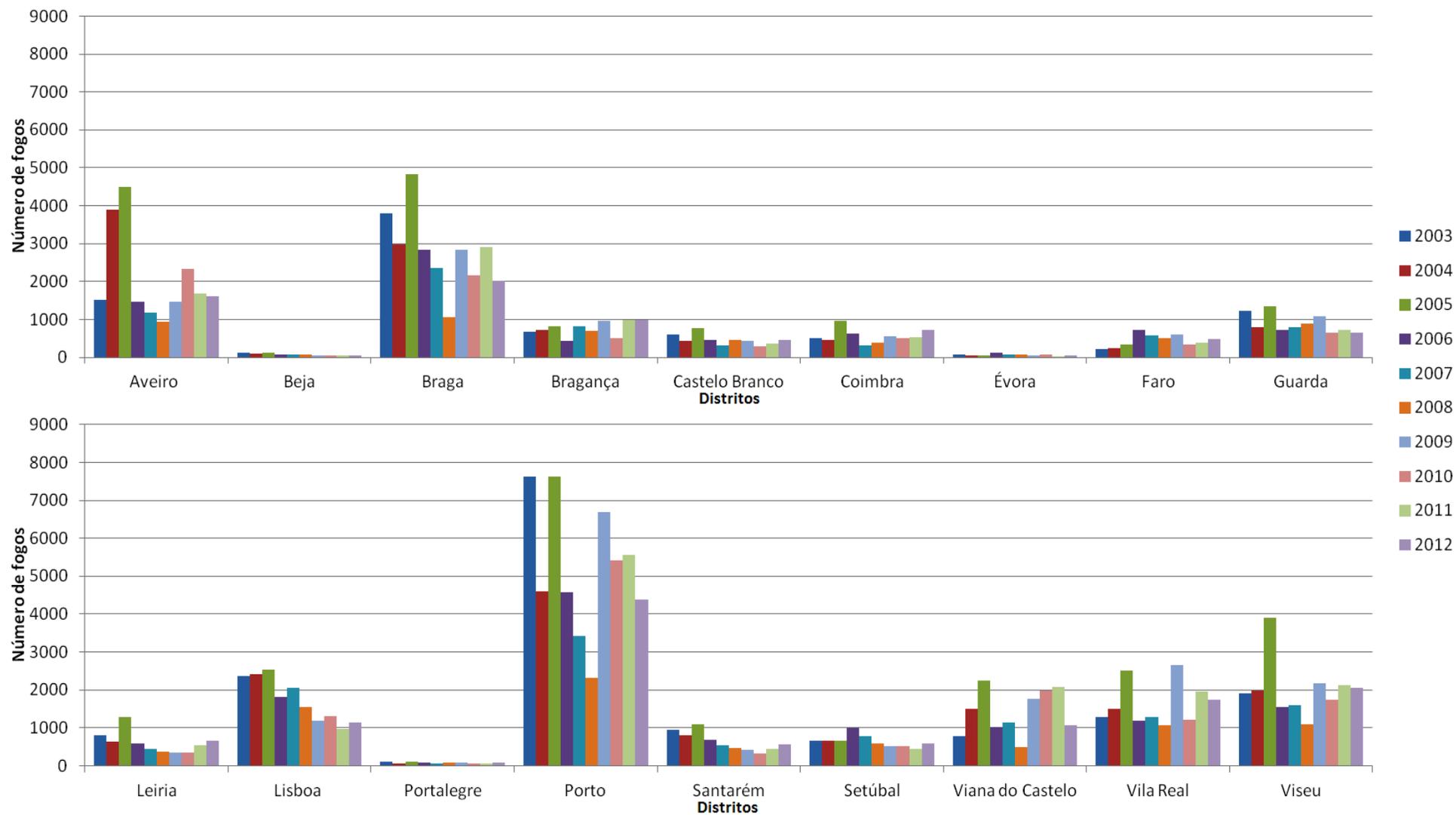
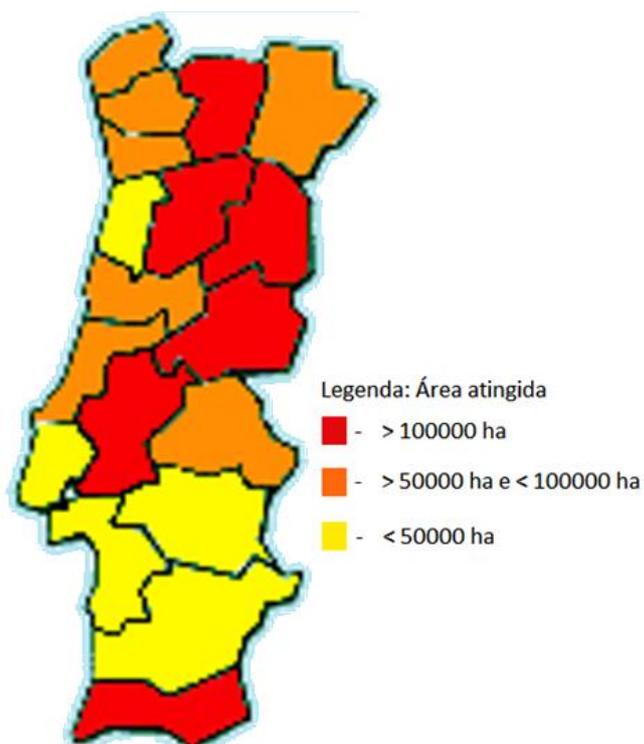


Figura 5 – Número de fogos por ano e por distrito

## 2.2 - Área atingida

Para além do número de ocorrências registadas, importa também analisar a área afetada. As condições atmosféricas, o tipo de terreno e a vegetação existente na área do incêndio compõem o chamado piroambiente e influenciam diretamente o modo e velocidade com que o fogo progride. A interação destes fatores é complexa e varia no espaço e no tempo. Em Portugal estes fatores convergem frequentemente para a criação de um piroambiente hostil. Esta tendência, aliada a fatores socio-económicos e culturais, por ação ou omissão, têm facilitado a ignição e propagação dos fogos nas nossas paisagens. (Fernandes,2007)

No período analisado (2003-2012) a área afetada por fogos florestais foi de 1.425.823 ha, ou seja, cerca de 16% do território continental. As regiões mais atingidas durante este período foram o norte central, o centro interior e o Algarve. (figura 6)



**Figura 6** – Distribuição dos distritos mais afetados, em área, entre 2003 e 2012

Analogamente ao que sucedeu com o número de ocorrências, foi também nos anos de 2003 e 2005 que se registaram os máximos de área atingida pelos fogos florestais. (tabela 2)

**Tabela 2** – Área de povoações e matos afetada por ano, entre 2003 e 2012

<b>Ano</b>	<b>Povoamentos (ha)</b>	<b>Matos (ha)</b>	<b>Total anual (ha)</b>
2003	286055	139784	425839
2004	56271	73836	130107
2005	213921	125168	339089
2006	36320	39738	76058
2007	9829	22766	32595
2008	5461	12103	17564
2009	24097	63323	87420
2010	46079	87011	133090
2011	20044	53785	73829
2012	48067	62165	110232
<b>TOTAL</b>	<b>746144</b>	<b>679679</b>	<b>1425823</b>

No período em estudo, o distrito com maior área atingida foi o distrito da Guarda, seguido dos distritos de Castelo Branco, Vila Real e Santarém. Os distritos com menor área atingida pelos fogos foram os distritos de Setúbal, Lisboa e Évora. (figura 7)

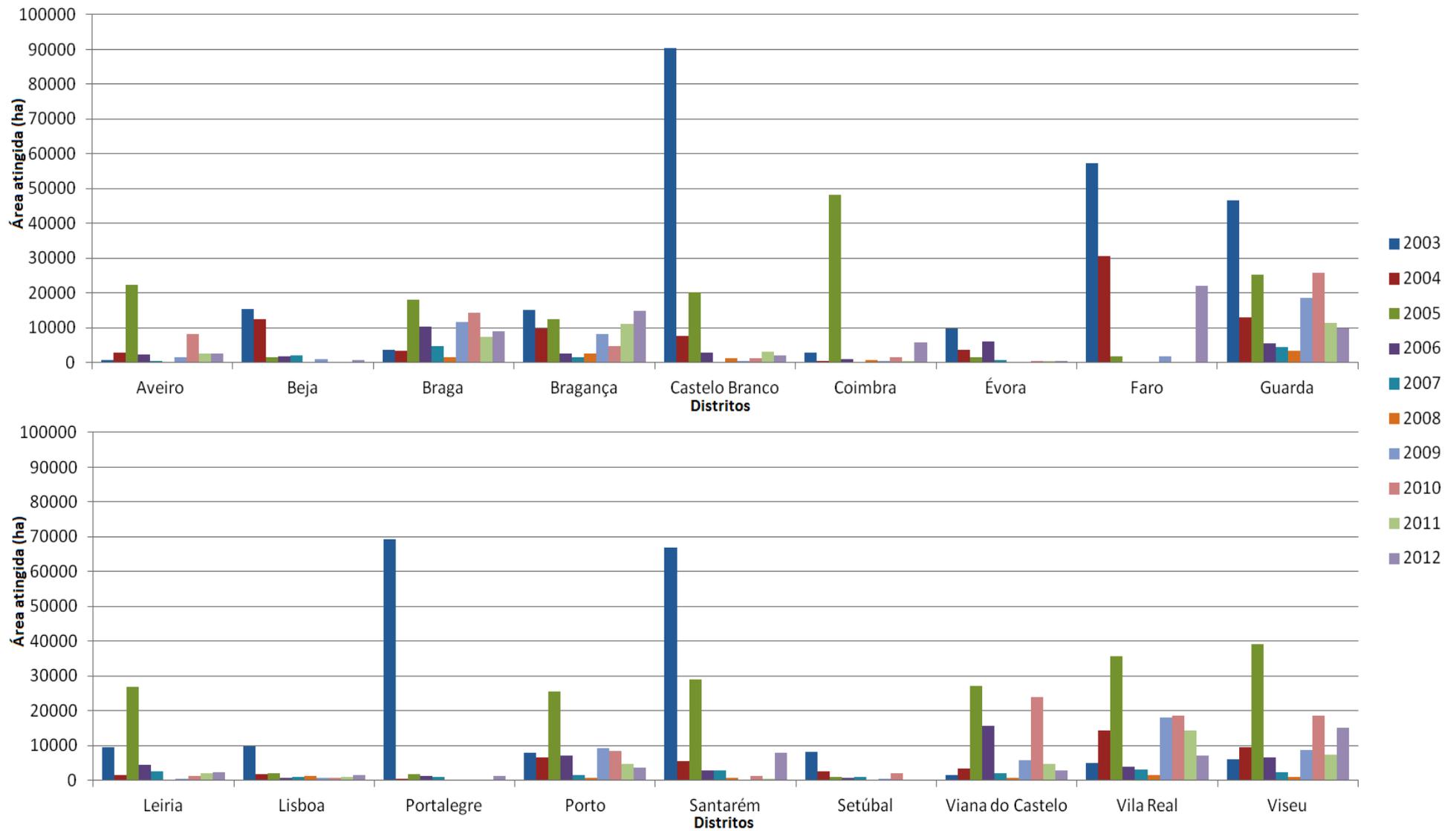


Figura 7 – Área atingida por ano e por distrito

### **3. Efeitos dos fogos florestais**

Os efeitos dos fogos florestais são múltiplos e complexos, dependendo da zona geográfica e do momento em que ocorrem. Para além dos efeitos socio-económicos decorrentes da perda de fontes de rendimento de famílias, habitações ou mesmo de vidas humanas, existem também os efeitos causados no ambiente. Estes têm uma maior expressão visual ao nível da vegetação e da atmosfera mas também a fauna, os solos e os recursos hídricos, existentes na zona do fogo, são afetados com a sua passagem.

Devido à relação que existe entre os efeitos causados aos vários níveis referidos anteriormente, apresentam-se alguns dos principais efeitos dos fogos florestais na vegetação, na fauna, na atmosfera nos solos e nos recursos hídricos.

#### **3.1. Vegetação**

De toda a comunidade vegetal existente no local de um fogo há que dar maior atenção às espécies de porte arbóreo, quer pela sua importância ecológica, quer pelo facto de serem estas as espécies com maior dificuldade de reposição da situação anterior ao fogo. Algumas espécies, como por exemplo o sobreiro e o pinheiro-bravo, evoluíram de modo a tornar-se especialmente resistentes ao fogo, seja por terem no tronco uma casca mais grossa com características termo-isolantes ou por terem maior altura do solo à copa. Estas características levam a que apenas uma pequena parte dos indivíduos destas espécies morram durante o fogo.

As plantas herbáceas e arbustivas, por terem menor distância ao solo e por possuírem caules mais finos, são as mais afetadas pelo fogo. Contudo, muitas destas têm capacidade de lançar novos rebentos a partir da base do caule ou mesmo da raiz, o que reduz o seu tempo de resiliência. (Silva et al., 2007)

Entre os anos 2003-2012 os povoamentos mais atingidos foram os de pinheiro-bravo, os de eucalipto e os de sobreiro com 229784 ha, 205769 ha e com 60819 ha atingidos, respetivamente. (ICNF, 2013) Sendo estas as três espécies com maior representação na nossa mancha florestal não é então fator de estranheza que tenham sido também os povoamentos destas espécies os mais afetadas pelos incêndios. (tabela3)

**Tabela 3 – Área afetada por povoamento entre 2003 e 2012 (ha)**

TIPO DE VEGETAÇÃO	Ano										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
Pinheiro-bravo	80179	9569	88380	8678	2716	1140	4487	14815	4984	14836	229784
Eucaliptos	80355	9494	62384	13030	2379	1216	3864	13681	5906	13460	205769
Sobreiro	41960	8894	1478	875	357	51	548	403	349	5904	60819
Azinhiera	7383	3048	626	375	496	-	573	101	573	776	13951
Carvalhos	2988	700	3206	475	377	76	873	1184	748	851	11478
Pinheiro-manso	2687	2099	376	275	258	-	125	529	50	2327	8726
Castanheiro	829	50	426	50	178	25	274	25	224	350	2431
Alfarrobeira	-	25	-	-	-	-	-	-	-	75	100
Acácias	201	25	225	75	20	-	25	-	50	200	821
Outras folhosas	6077	1099	8340	1250	813	329	1620	2494	1097	3578	26697
Outras resinosas	2185	500	3356	625	278	51	1047	580	897	926	10445
Espécie indeterminada	1682	150	3306	75	278	-	349	1008	-	75	6923

Fonte: ICNF

### 3.2. Fauna

O coberto vegetal e a folhada são constituintes de extrema importância nos habitats das diversas espécies que ocupam uma determinada área. O desaparecimento do coberto vegetal e da folhada traduz-se então em grandes alterações nesses mesmos habitats. Estas alterações são mais sentidas nos primeiros meses, pois com o passar do tempo o coberto vegetal vai sendo recuperado e a ocupação do espaço por algumas espécies vai sendo reposta.

As espécies que mais sentem os efeitos diretos do fogo são as que habitam o solo e a manta morta da floresta, zonas em que o fogo se faz sentir com maior intensidade.

As aves e os mamíferos, devido à maior capacidade de fuga dos fogos, não costumam ser fisicamente afetados. Nestes o impacto faz-se sentir mais ao nível da destruição do abrigo e do desaparecimento de alimentos.

Apesar de o impacto imediato ser muito brusco para toda a fauna existente, há espécies que rapidamente regressam ao local onde o fogo ocorreu. Há espécies de insetos xilófagos que beneficiam deste tipo de condições. Estes por seu lado atraem algumas espécies de aves insetívoras que se aproveitam das árvores mortas para construção dos abrigos. Com o sucesso da reinstalação de espécies de aves insetívoras chegam os predadores destas, aves de rapina e pequenos mamíferos, que por sua vez atrairão espécies maiores e a fauna existente no período pré-fogo estará então reposta.

Como se pode verificar, as reais consequências do fogo na fauna são sempre muito variadas dependendo da intensidade e da extensão da área queimada, pois cada espécie tem uma forma diferente de reagir e recuperar. (Silva et al., 2007)

### 3.3. Atmosfera

O fumo emitido pelos fogos florestais é composto por um grande número de compostos químicos, incluindo partículas e compostos gasosos. Entre os principais poluentes atmosféricos resultantes da queima de biomassa estão o monóxido de carbono (CO), dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e a matéria particulada (PM).

Os efeitos dos fogos florestais na atmosfera são diversos e vão desde a contribuição para a formação de ozono (O<sub>3</sub>) troposférico, até à destruição química do O<sub>3</sub> estratosférico.

Na troposfera o CO e o NO<sub>2</sub> são gases quimicamente ativos. A sua emissão no decorrer de um fogo florestal influencia fortemente as concentrações locais e regionais de importantes oxidantes atmosféricos, como o O<sub>3</sub> e o radical hidroxilo (OH<sup>·</sup>).

A produção de aerossóis está associada a impactos tanto à escala local, relacionados com episódios de poluição, como à escala global, afetando o balanço radiativo da Terra, e consequentemente o clima global.

A poluição causada pelo fumo, associada às emissões dos fogos florestais, acarreta riscos evidentes, quer para o ambiente, quer para a saúde humana. Entre os riscos para a saúde humana incluem-se a segurança das populações das zonas afetadas, causado pela degradação da qualidade do ar e pela diminuição da visibilidade.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a exposição ao fumo proveniente de fogos florestais, em particular às PM em suspensão, tem vindo a ser associada a doenças respiratórias e cardiovasculares, e mesmo ao aumento da mortalidade. (Martins et al., 2009)

Os efeitos nocivos para a saúde, resultantes da exposição ao fumo dos fogos florestais, podem ser sentidos a vários níveis. Os efeitos agudos vão desde a irritação ocular e do sistema respiratório, até à diminuição da função respiratória, que pode originar dores de cabeça, tonturas e náuseas, que se podem prolongar por várias horas. Os aldeídos e a PM causam irritação ocular e do sistema respiratório superior, sendo que a PM causa também irritação das membranas mucosas. As partículas de diâmetro inferior a 2,5µm (PM<sub>2,5</sub>) causam problemas de maior gravidade do que as de diâmetros superiores, dado que penetram mais profundamente no sistema respiratório. O mecanismo de ação do CO no organismo humano é potencialmente perigoso, uma vez que este poluente impede o transporte de oxigénio pela hemoglobina, o que afeta os órgãos mais sensíveis como o cérebro e coração, devido à diminuição de oxigénio no sangue.

Os incêndios florestais são, pois, eventos suscetíveis de causar ou potenciar episódios de poluição fotoquímica e de matéria particulada, passíveis de registo nas estações de

monitorização da qualidade do ar, em termos de ultrapassagens dos valores-limite. A avaliação do contributo das emissões dos incêndios para os episódios de poluição atmosférica reveste-se de particular importância ao nível do levantamento das causas ou fontes. (Martins, 2007)

### **3.3.1. Métodos e procedimentos**

Para a análise dos efeitos dos incêndios florestais na atmosfera foram escolhidos alguns parâmetros de modo a simplificar esta mesma análise através da criação de períodos temporais que de agora em diante se denominarão por “Blocos”. Assim, para a constituição dos blocos procedeu-se à seguinte filtragem dos dados iniciais sobre a totalidade dos fogos ocorridos entre 2003 e 2012, referenciados nos relatórios do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Nos dados referentes a cada ano foram apenas considerados os incêndios florestais ocorridos entre 1 de Junho e 30 de Setembro. De seguida foram eliminados os fogos com área inferior a 1 ha (fogachos). Identificaram-se, em cada ano, os incêndios que atingiram áreas superiores a 2000 ha. Foi feita uma identificação dos períodos temporais em que cada um dos incêndios superiores a 2000 ha esteve ativo. Cada bloco resulta de períodos de tempo em que estiveram ativos, ininterruptamente, fogos com dimensão superior a 2000 ha. Este tratamento dos dados iniciais permite-nos assim visualizar o número de incêndios superiores a 2000 ha, o tempo de duração dos blocos e a área afetada em cada um dos blocos.

Na tabela 4 podem ser observados os resultados da filtragem realizada aos dados iniciais.

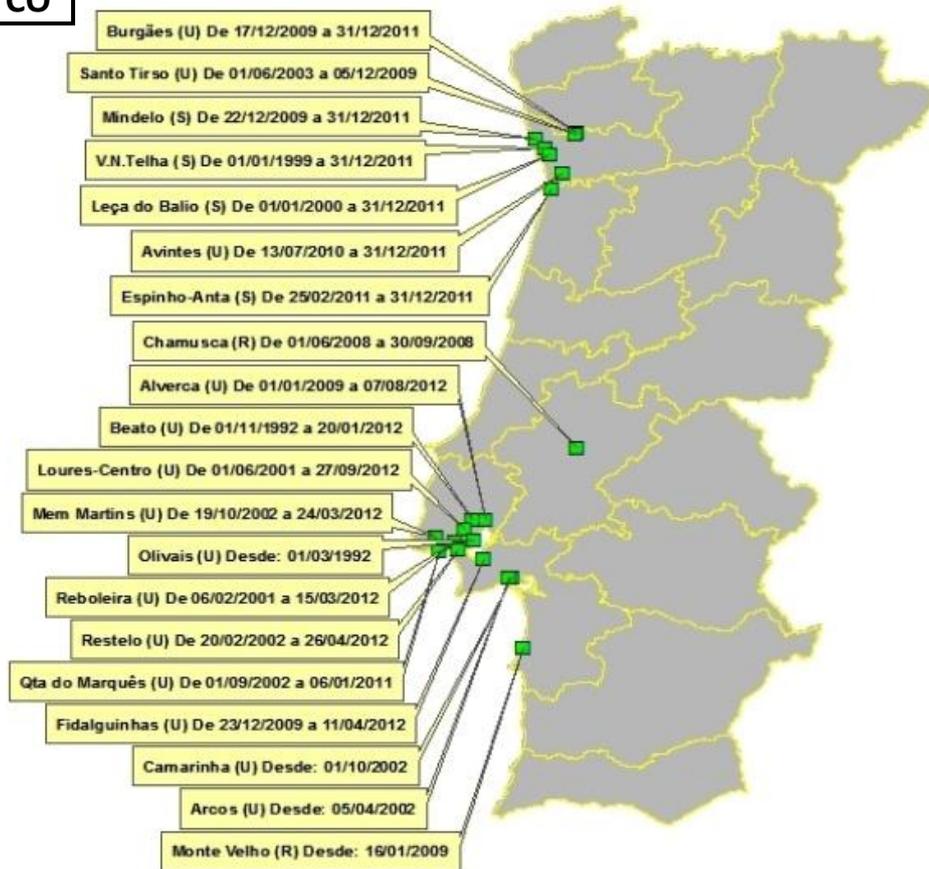
**NOTA:** O sombreado apresentado em alguns dos blocos, na tabela 4, refere-se a uma análise efetuada numa fase mais adiantada do trabalho (pág.25) e assinala os blocos em que após a análise realizada aos dados recolhidos pelas estações de monitorização da qualidade do ar, não se verificaram quaisquer ultrapassagens aos valores limite recomendados.

**Tabela 4 – Duração, frequência e áreas atingidas em cada bloco de cada ano em estudo**

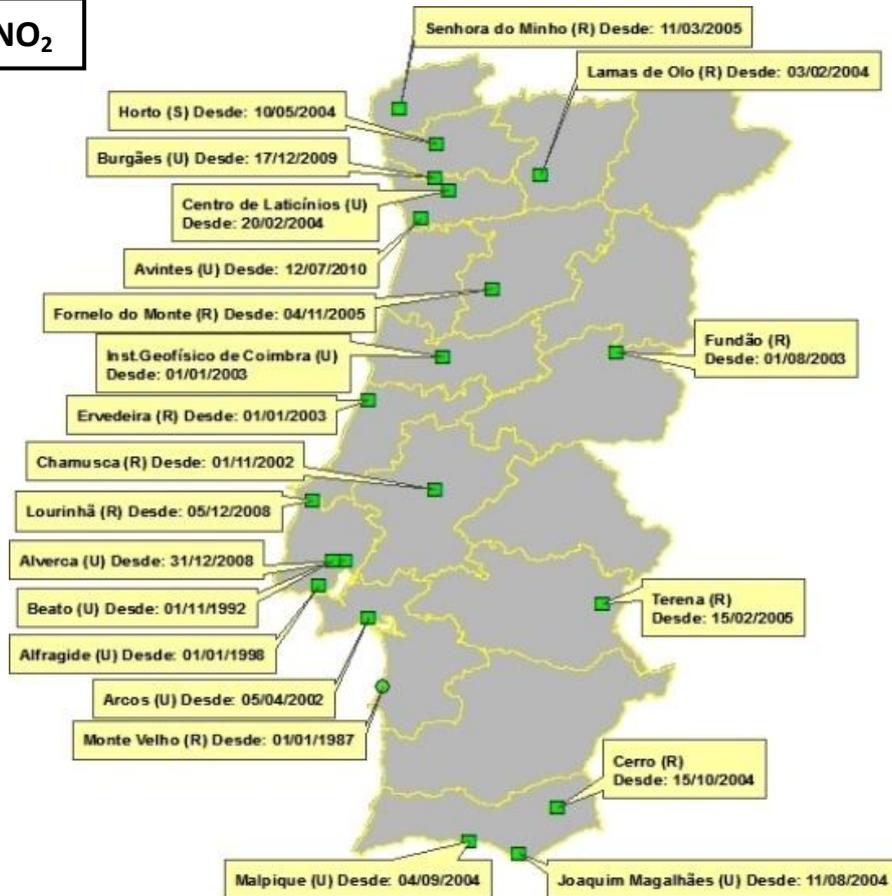
Blocos	Ano	Data do início (dd/mm)	Hora do início	Data da extinção (dd/mm)	Hora da extinção	Duração	n.º de fogos ativos	n.º de fogos >2000ha	Área total ardida (ha)	Área dos fogos >2000ha	Área dos fogos < 2000ha
1º	2003	19/07	14:12	26/07	00:15	6d 10h 03min	219	3	10586	9105	1481
2º	2003	27/07	15:20	20/08	00:00	23d 08h 40min	1716	46	340582	261714	78868
3º	2003	11/09	14:40	19/09	16:30	8d 01h 50min	512	4	42705	30656	12049
<b>Tot.Anual</b>						<b>37d 20h 33min</b>	<b>2447</b>	<b>53</b>	<b>393873</b>	<b>301475</b>	<b>92398</b>
1º	2004	30/06	10:24	02/07	18:50	2d 08h 26min	121	1	8645	3242	5403
2º	2004	25/07	15:55	30/07	22:30	5d 06h 35min	529	4	56483	26173	30310
3º	2004	01/08	17:45	03/08	20:00	2d 02h 15min	108	1	4521	2784	1737
<b>Tot.Anual</b>						<b>9d 17h 16min</b>	<b>758</b>	<b>6</b>	<b>69650</b>	<b>32199</b>	<b>37451</b>
1º	2005	19/07	14:05	27/07	07:00	7d 16h 55min	372	4	34550	17398	17152
2º	2005	02/08	15:35	27/08	12:00	24d 20h 25min	2058	25	200934	101562	99372
3º	2005	05/09	12:12	05/09	16:50	4h 38min	42	1	6550	2288	4262
4º	2005	18/09	00:25	20/09	20:00	2d 19h 35min	141	1	6197	2500	3697
<b>Tot.Anual</b>						<b>35d 13h 33min</b>	<b>2613</b>	<b>31</b>	<b>248231</b>	<b>123748</b>	<b>124483</b>
1º	2006	04/06	13:28	10/06	01:25	5d 11h 57min	151	1	5377	2537	2840
2º	2006	06/08	20:26	07/08	05:10	8h 44min	90	1	9552	5590	3962
3º	2006	07/08	11:05	15/08	22:00	8d 10h 55min	851	2	32618	7382	25236
<b>Tot.Anual</b>						<b>14d 07h 36min</b>	<b>1092</b>	<b>4</b>	<b>47547</b>	<b>15509</b>	<b>32038</b>
1º	2007	20/08	13:20	21/08	00:04	10h 44min	30	1	3976	2505	1471
2º	2007	06/09	14:57	07/09	20:45	1d 05h 48min	63	1	3035	2118	917
<b>Tot.Anual</b>						<b>1d 16h 32min</b>	<b>93</b>	<b>2</b>	<b>7011</b>	<b>4623</b>	<b>2388</b>
1º	2009	30/08	00:51	30/08	14:10	13h 19min	71	2	14542	9498	5044
<b>Tot.Anual</b>						<b>13h 19min</b>	<b>71</b>	<b>2</b>	<b>14542</b>	<b>9498</b>	<b>5044</b>
1º	2010	05/08	01:35	08/08	22:40	3d 21h 05min	376	3	26241	10762	15479
2º	2010	10/08	16:36	23/08	10:15	12d 17h 39min	746	4	51696	14970	36726
3º	2010	26/08	14:24	29/08	15:09	3d 00h 45min	102	1	7566	3421	4145
4º	2010	30/08	23:14	31/08	15:56	16h 42min	84	1	8115	4019	4096
<b>Tot.Anual</b>						<b>20d 08h 11min</b>	<b>1308</b>	<b>9</b>	<b>93617</b>	<b>33172</b>	<b>60445</b>
1º	2012	18/07	14:10	20/07	22:26	2d 08h 16min	73	1	26952	21437	5515
2º	2012	02/09	12:20	08/09	19:30	6d 07h 10min	397	3	27039	9684	17355
<b>Tot.Anual</b>						<b>8d 15h 26min</b>	<b>470</b>	<b>4</b>	<b>53992</b>	<b>31121</b>	<b>22871</b>
<b>Tot. Geral</b>						<b>128d 15h 56min</b>	<b>10536</b>	<b>115</b>	<b>991589</b>	<b>557590</b>	<b>433999</b>

Após a identificação dos blocos existentes em cada ano e da localização dos incêndios com mais de 2000 ha, foi feita uma seleção das estações oficiais de avaliação da qualidade do ar que estavam ativas e que se situavam mais próximas dos eventos. Apresentam-se de seguida a rede de estações escolhida para cada poluente a analisar (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>). (figura 8)

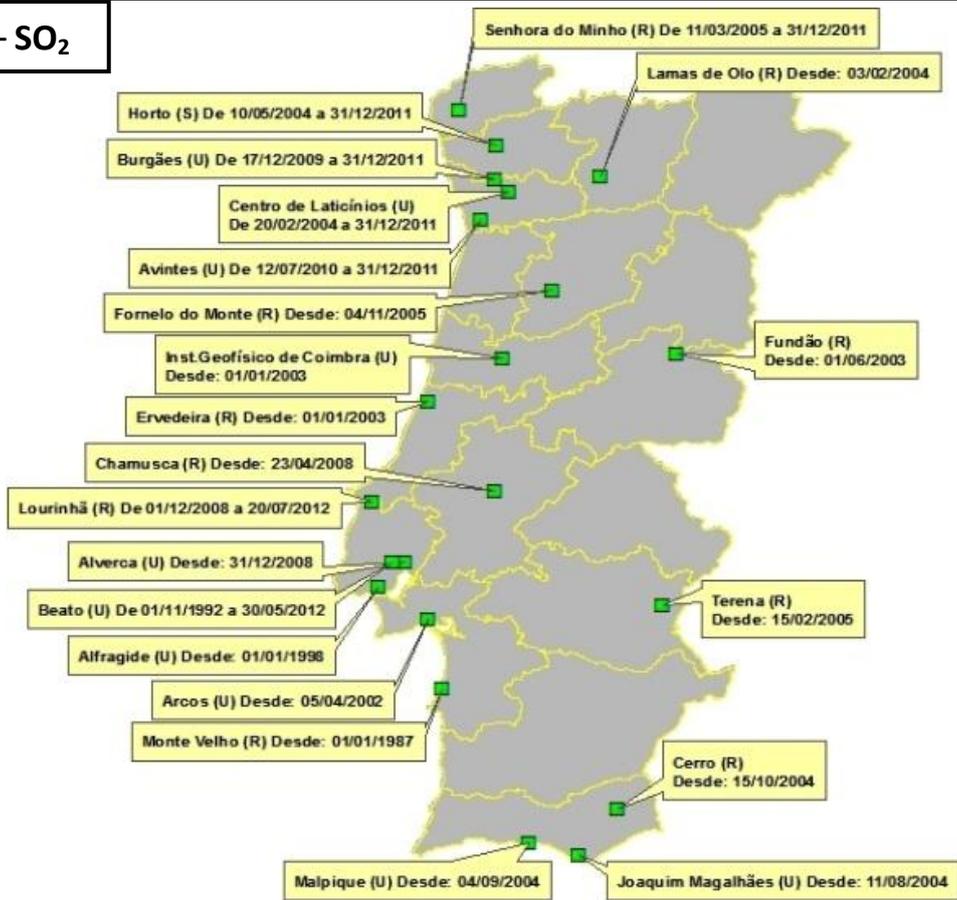
**A - CO**



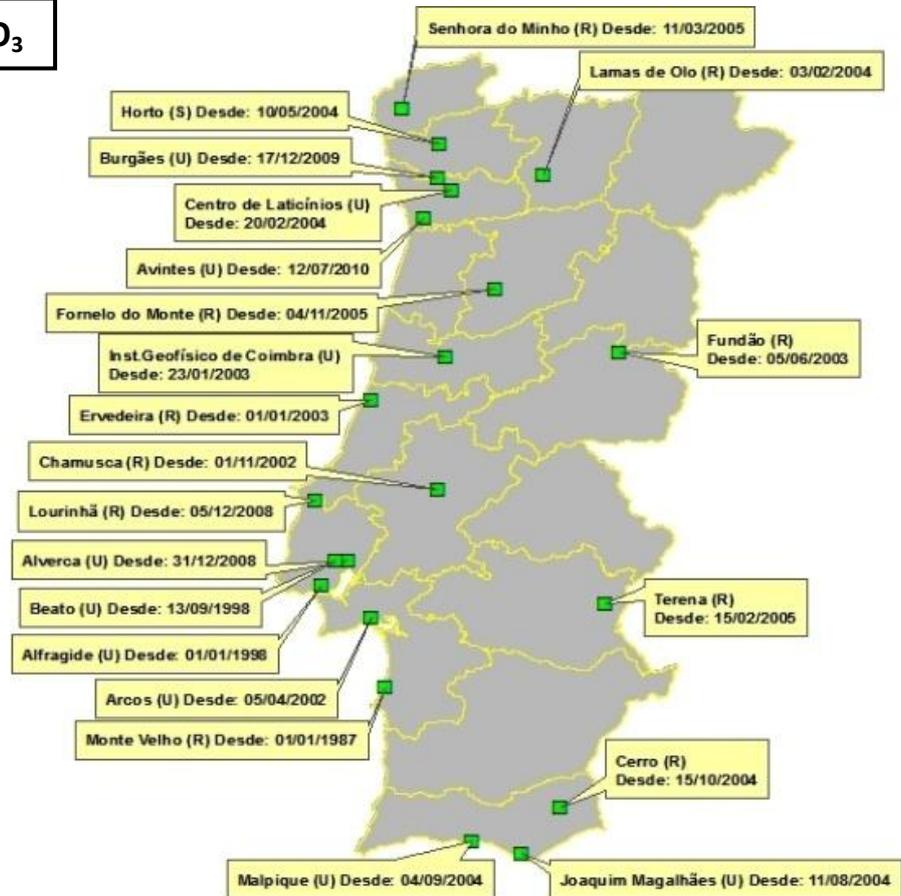
**B - NO<sub>2</sub>**

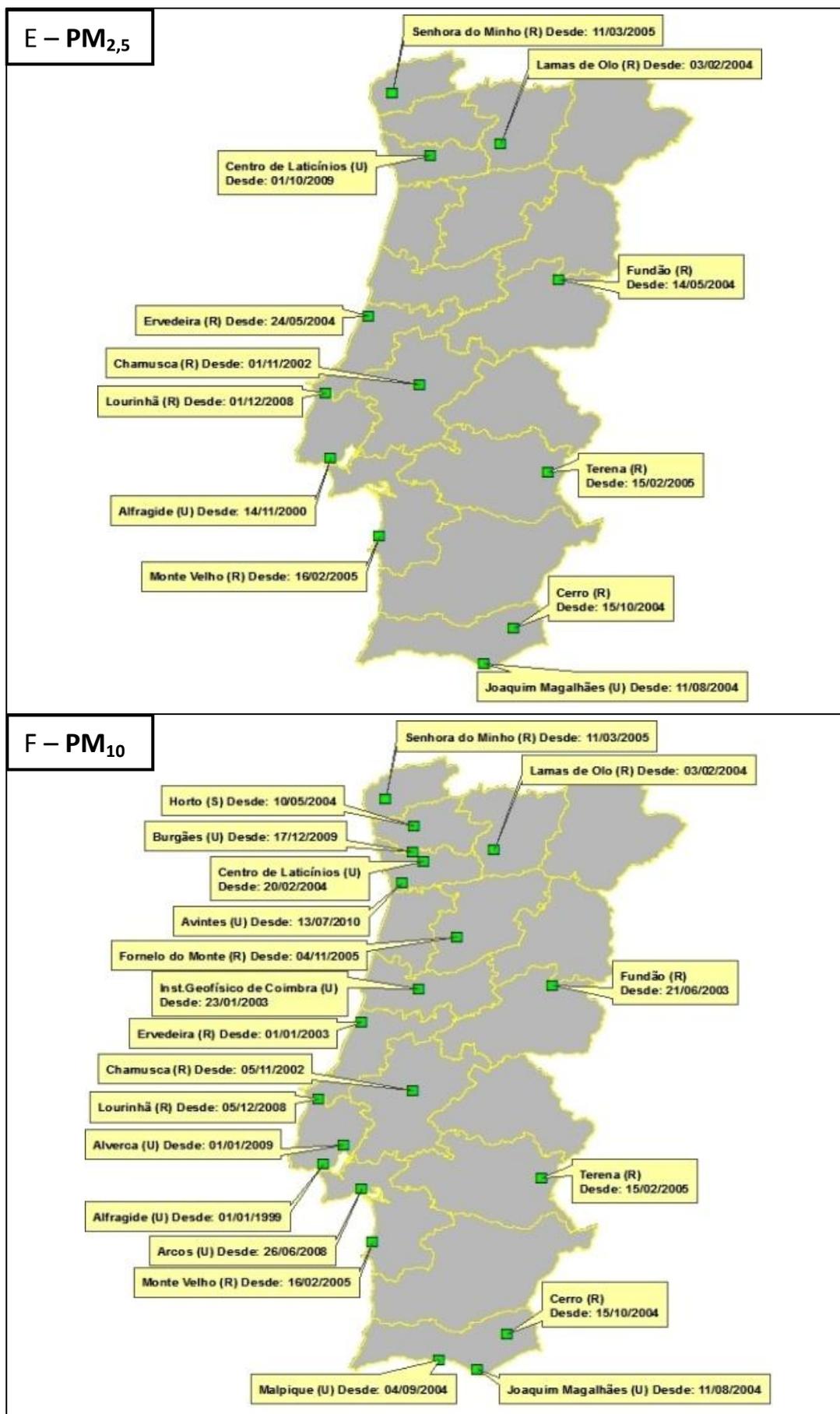


C – SO<sub>2</sub>



D – O<sub>3</sub>





**Figura 8** – Rede de estações monitorização da qualidade do ar selecionadas para avaliação das concentrações atmosféricas dos vários poluentes: A- Monóxido de Carbono (CO); B- Dióxido de Azoto (NO<sub>2</sub>); C- Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>); D- Ozono (O<sub>3</sub>); E- Partículas com diâmetro inferior a 2,5µm (PM<sub>2,5</sub>); F- Partículas com diâmetro inferior a 10µm (PM<sub>10</sub>)

Para cada bloco foi produzido um esquema onde se apresenta a localização dos incêndios com área superior a 2000 ha e as estações utilizadas na análise da qualidade do ar. Depois de recolhidos os dados registados nas estações seleccionadas, relativos aos períodos dos blocos, foram produzidos gráficos de variação das concentrações dos vários poluentes em análise. Neste trabalho apenas se apresentam os gráficos onde se verificam situações de elevadas concentrações de poluentes. Por fim, recorrendo a imagens captadas pelos sensores MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) instalados tanto no satélite Terra como no satélite Aqua tentou-se aferir a relação entre as elevadas concentrações, de alguns poluentes, registadas pelas estações de avaliação da qualidade do ar e as plumas de fumo resultantes dos grandes incêndios.

### **3.3.2. Instrumentos e métodos de análise de qualidade do ar**

Na análise da qualidade do ar foram utilizados dados fornecidos pela Agência Portuguesa do Ambiente. Nestas, apesar não existirem marcas ou modelos únicos de instrumentos utilizados pelas estações, o método de análise utilizado é igual para cada poluente em todas as estações de medição. Assim os princípios aplicados na monitorização das concentrações na atmosfera de cada um dos poluentes em análise é o seguinte:

#### **3.3.2.1. Monóxido de carbono - Fotometria de infravermelhos não-dispersiva**

O método de análise adotado como método de referência para a determinação do monóxido de carbono baseia-se na fotometria de infravermelhos não-dispersiva.

Este método segue os princípios estabelecidos na Norma EN 14626:2005, no Anexo VI da Diretiva 2008/50/CE e no Anexo XI do Decreto-Lei no 111/2002, de 16 de Abril, e aplica-se a medições contínuas de monóxido de carbono no ar ambiente.

O princípio de funcionamento do fotómetro de infravermelhos não-dispersivo baseia-se na absorção da radiação infravermelha pelas moléculas de monóxido de carbono, cujo espectro de absorção é máximo para um comprimento de onda de 4,7  $\mu\text{m}$ . Neste processo de medição automático, a amostra de ar é aspirada por uma bomba localizada a montante do circuito pneumático do equipamento, e depois admitida numa câmara de medida.

A radiação infravermelha emitida por uma fonte estável é dirigida à câmara de medida onde havia sido introduzida a amostra de ar ambiente. O monóxido de carbono existente na amostra contida nessa câmara absorve a radiação infravermelha correspondente à sua frequência característica. A deteção faz-se com base na diferença entre a energia da radiação que passa através da célula de referência e a energia da radiação que passa através da câmara que contém a amostra. A energia absorvida é convertida em calor o que origina uma expansão seguida da contração do gás. A diferença de temperatura e pressão é detetada, compensada eletronicamente e amplificada obtendo-se o sinal de saída que, por sua vez, é proporcional à concentração do monóxido de carbono presente na amostra. (LRA/APA, 2010a)

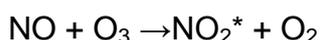
### **3.3.2.2. Dióxido de azoto - Quimiluminescência.**

O método de referência para a determinação de dióxido de azoto no ar é o método baseado na quimiluminescência.

Este método segue os princípios estabelecidos na Norma EN 14211:2005, no Anexo VI da Diretiva 2008/50/CE e no Anexo XI do Decreto-Lei no 111/2002, de 16 de Abril, e aplica-se as medições contínuas de óxidos de azoto no ar ambiente.

O princípio de funcionamento deste tipo de analisadores baseia-se na deteção fotométrica da quimiluminescência, sendo esta resultante da reação de oxidação do monóxido de azoto com o ozono. O ozono necessário para esta reação é produzido por um gerador incorporado no equipamento.

Nesta reação o NO<sub>2</sub> resultante, eletronicamente excitado, ao regressar ao seu estado fundamental emite luz numa região espectral entre 600 a 2400 nm com um pico a cerca de 1200 nm. Este fenómeno é conhecido por quimiluminescência.



A intensidade da luz emitida na reação é proporcional à concentração de NO presente, o que permite utilizar esta reação na medição direta das concentrações de NO no ar ambiente.

A luz emitida pela reação de quimiluminescência é recebida por um tubo fotomultiplicador, onde é feita a sua conversão num sinal elétrico proporcional à quantidade de moléculas de NO presentes na câmara de medição.

A concentração de NO<sub>2</sub> no ar ambiente é determinada indiretamente, sendo para isso necessário fazer a sua conversão em NO antes da reação com o ozono. Na prática, o NO<sub>2</sub> existente numa amostra de ar ambiente será previamente reduzido a NO através de um conversor térmico ou químico. No entanto, sabendo que no ar ambiente existe usualmente em simultâneo NO e NO<sub>2</sub>, será necessário distinguir o NO existente naturalmente no ar do NO que resulta da redução efetuada no conversor. Assim, para a determinação distinta destes dois parâmetros terá de se introduzir o ar ambiente na câmara de reação através de duas vias:

1ª via - A amostra de ar ambiente entra diretamente na câmara de reação, para determinação do NO nela existente;

2ª via - A amostra de ar passa previamente através de um conversor, onde as moléculas de NO<sub>2</sub> atmosférico são reduzidas a NO. O somatório das moléculas de NO convertidas com as moléculas de NO existentes na amostra será, assim, determinado na câmara de reação como NO<sub>x</sub> (soma de NO + NO<sub>2</sub>, estando este quantificado em moléculas de NO):

$$[\text{NO}_x] = [\text{NO}] + [\text{NO}]_{\text{conv}}$$

Onde:

$[\text{NO}]_{\text{conv}}$  é a concentração do NO convertido.

A concentração de NO<sub>2</sub> é calculada pela diferença entre a concentração de NO<sub>x</sub> determinada através da 2ª via e a concentração de NO determinada pela 1ª via.

Alguns equipamentos têm apenas uma câmara de reação, enquanto outros tem duas câmaras: uma para o NO e a outra para o NO<sub>x</sub>. No primeiro caso é feito um ciclo de duas medições, sendo uma medição relativa à introdução direta da amostra de ar na câmara de reação, e a outra relativa à amostra de ar após esta passar pelo conversor. No segundo caso, o caudal de ar é introduzido em simultâneo nas duas câmaras de reação. (LRA/APA, 2010b)

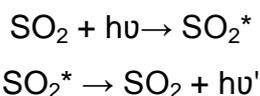
### 3.3.2.3. Dióxido de enxofre - Fluorescência Ultravioleta

O método adotado para medições em contínuo para a determinação de dióxido de enxofre no ar ambiente é o da fluorescência UV.

O método da fluorescência UV segue os princípios estabelecidos na Norma EN 14212:2005, no Anexo VI da Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho e no Anexo XI do Decreto-Lei n. 111/2002, de 16 de Abril, e aplica-se a medições contínuas de dióxido de enxofre no ar ambiente.

O princípio do método baseia-se na detecção da fluorescência emitida pelas moléculas de dióxido de enxofre depois de irradiadas por luz ultravioleta de um dado comprimento de onda.

Dentro da câmara, a amostra de ar é irradiada por luz ultravioleta com um comprimento de onda de cerca de 214 nm, para o qual é máxima a absorção pelas moléculas de dióxido de enxofre. As moléculas de SO<sub>2</sub>, adquirindo um estado eletronicamente excitado, regressam ao estado fundamental emitindo radiação característica, segundo as seguintes reações:



A energia reemitida  $h\nu'$  é inferior à energia inicial  $h\nu$  sendo o comprimento de onda  $\lambda'$  da radiação de fluorescência UV muito mais elevado que o da radiação UV proveniente da fonte emissora. A intensidade  $F$  da radiação de fluorescência UV é dada pela lei de Beer-Lambert sendo proporcional à concentração de SO<sub>2</sub> presente:

$$F = k [\text{SO}_2]$$

A amostra é introduzida na célula de medida, que é atravessada pela radiação UV com comprimento de onda compreendido entre 210 e 230 nm. A radiação UV emitida por fluorescência com comprimento de onda compreendido entre 240 e 420 nm é filtrada e convertida em sinal elétrico por um tubo fotomultiplicador.

As interferências relativas à presença de gases que poderiam apresentar fluorescência, tais como hidrocarbonetos aromáticos, são eliminadas através de um dispositivo apropriado que permite a filtragem ótica destes gases. (LRA/APA, 2010c)

### 3.3.2.4. Ozono – Fotometria Ultravioleta

O método de análise para a determinação do ozono baseia-se na absorção de luz ultravioleta pelas moléculas de ozono.

O método segue os princípios estabelecidos na Norma EN 14625:2005 e no Anexo VI da 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, e no DL no 320/2003 de 20 de Dezembro e aplica-se a medições contínuas de ozono no ar ambiente.

A intensidade de um feixe de luz ultravioleta com um determinado comprimento de onda, cujo espectro corresponde ao de absorção das moléculas de ozono (cerca de 254 nm), ao atravessar uma amostra de ar, sofre uma redução proporcional à concentração daquele gás na amostra.

A análise do ozono baseada no fenómeno atrás descrito, e feita a partir da introdução de amostras de ar ambiente numa câmara de absorção, a qual é atravessada por um feixe de luz ultravioleta produzido por uma lâmpada adequada à função.

A câmara onde se processa o fenómeno de absorção é constituída por um ou dois tubos óticos colocados paralelamente, com um comprimento total bem definido. A radiação luminosa produzida passa de um para outro através de um sistema de reflexão constituído por espelhos.

A radiação ultravioleta é produzida por uma lâmpada de vapores de mercúrio que emite num comprimento de onda de cerca de 254 nm. O espectro de absorção das moléculas de ozono atinge um valor máximo para aquele valor.

A concentração de ozono pode ser calculada através da equação de Beer-Lambert, em função da atenuação da intensidade de radiação, da distância percorrida pela luz ultravioleta e do respetivo comprimento de onda:

$$I / I_0 = \exp (-acd)$$

Onde:

$I_0$  é a intensidade inicial da luz ultravioleta,

$I$  é a intensidade da luz após a absorção,

$a$  é o coeficiente específico de absorção do ozono para o comprimento de onda de 254 nm,

$c$  é a concentração de ozono em ppm ,

$d$  é o comprimento total do percurso ótico em cm.

A fim de evitar qualquer interferência na determinação do ozono, quer pela presença de gases que absorvem no mesmo comprimento de onda, quer devido a variações de pressão e temperatura, quer ainda por eventual instabilidade da lâmpada de ultravioletas, é usado um conversor catalítico para remover seletivamente o ozono da amostra de ar.

Este processo permite assim ao equipamento realizar dois ciclos de medição, alternadamente ou em paralelo, medindo-se num, a amostra de ar ambiente e no outro, a mesma amostra mas isenta de ozono, a qual serve de referência.

Os detetores da radiação associada ao processo de absorção convertem a energia luminosa recebida, em corrente elétrica. O sinal gerado é convertido em valores alfanuméricos e processado através de um microprocessador instalado no equipamento. (LRA/APA, 2010d)

### 3.3.2.5. PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> – Absorção de Radiação Beta

O método de "Absorção de Radiação Beta" é utilizado na amostragem e determinação de partículas em suspensão. Para tal, é necessária uma comparação previa com o método de referencia, para validação dos resultados obtidos pelo método de radiação  $\beta$ . O método de comparação é descrito na EN 12341:1998 e aplica-se à medição automática de partículas em suspensão em contínuo.

O método de "Absorção de Radiação Beta" baseia-se na absorção da radiação  $\beta$  emitida por uma fonte radioativa pelas partículas depositadas num filtro.

As partículas são depositadas numa fita de fibra de vidro atravessada por caudais constantes de ar ambiente durante períodos ou ciclos de tempo pré-programados. Esta fita encontra-se localizada entre a fonte radioativa e o detetor da radiação Geiger-Muller. A distribuição uniforme das partículas depositadas sobre a superfície do filtro permite relacionar a massa total depositada com o número de contagens registadas pelo detetor. Conhecendo-se o número de contagens registadas com o filtro antes da aspiração do ar ambiente, e o número de contagens registados com o filtro apos a deposição de partículas, é possível determinar a sua massa em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mediante a aplicação da seguinte equação:

$$m = \frac{A}{K} (\ln N_0 - \ln N)$$

Onde:

m é a massa total,

A é a atividade da fonte radioativa,

k é a constante física do equipamento,

N<sub>0</sub> é o número de contagens inicial (sem absorção)

N é o número de contagens apos a deposição de partículas.

(LRA/APA, 2010e)

### 3.3.2.6. Sensor MODIS

O sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) é um instrumento que se encontra a bordo dos satélites *Terra* (EOS a.m.) e *Aqua* (EOS p.m.). Estes dois satélites formam parte da missão EOS (Earth Observing System) da NASA.

Terra-MODIS e Aqua-MODIS cobrem a superfície da Terra cada 1-2 dias, adquirindo dados em 36 bandas espectrais. Estes dados ajudam-nos a compreender a dinâmica global da Terra, seja o comportamento à superfície terrestre, nos oceanos ou na atmosfera e têm um papel muito importante no desenvolvimento de modelos terrestres e de previsão de mudanças globais, sendo muito úteis para a tomada de decisões sobre a proteção do meio ambiente. A sua grande resolução espectral estende o seu uso a diversas aplicações, quer relacionadas com usos do solo, quer incêndios florestais, inundações, clima, cobertas de neve ou gelo, dados de temperatura e vapor de água, etc. (Quiroga, 2009)

### 3.3.3. Apresentação e análise dos resultados por bloco

De seguida apresentam-se os resultados e a análise realizada com base nos dados recolhidos nas estações de monitorização da qualidade do ar. Para todos os blocos referidos na tabela 4, é apresentado um breve sumário referindo o número de fogos e a área por estes atingida. Além disso, dependendo da existência de registos, os dados para o CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> obtidos nas estações mais próximas da área dos incêndios são analisados e representados graficamente para identificar a influência dos incêndios florestais na qualidade do ar. As variações dos diferentes poluentes serão apresentadas e discutidas apenas nos eventos onde se registaram valores superiores aos limiares fixados pela OMS ou UE.(tabela 5) Para os restantes blocos (destacados a cinzento na tabela 4) apresentam-se as localizações dos incêndios e, caso estivessem em funcionamento, as estações de qualidade do ar utilizadas na recolha de dados.

Nos anos 2008 e 2011 não foram registados em Portugal continental quaisquer fogos com dimensão superior a 2000 ha.

**Tabela 5** – Valores Limite Recomendados, pela União Europeia e Pela Organização Mundial de Saúde, para as concentrações dos poluentes em análise

	CO (m. horária)	NO <sub>2</sub> (m. horária)	SO <sub>2</sub> (m. horária)	O <sub>3</sub> (m. 8h)	PM <sub>2,5</sub> (m. 24h)	PM <sub>10</sub> (m. 24h)
UE		200 µg/m <sup>3</sup>	350 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>		50 µg/m <sup>3</sup>
OMS	30 000 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>		100 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>

Fontes: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm> e <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>

## 2003

### 1º Bloco

(das 14:12 de 19 de Julho até às 00:15 de 26 de Julho – 6 dias, 10 horas e 3 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 219 incêndios florestais. Destes, 3 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 10586 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os três fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 9105 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Santarém e atingiu uma área de 3798 ha.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pela estação de qualidade do ar do Beato/Lisboa e para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados obtidos nas estações de qualidade do ar da Chamusca, Fundão, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 9)



**Figura 9** – Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2003

Em nenhum dos poluentes analisados as concentrações registadas foram superiores aos valores limite recomendados, o que se poderá justificar com a distância entre os focos de incêndio e as estações de análise da qualidade do ar ou com fatores meteorológicos, como a direção do vento.

## 2º Bloco

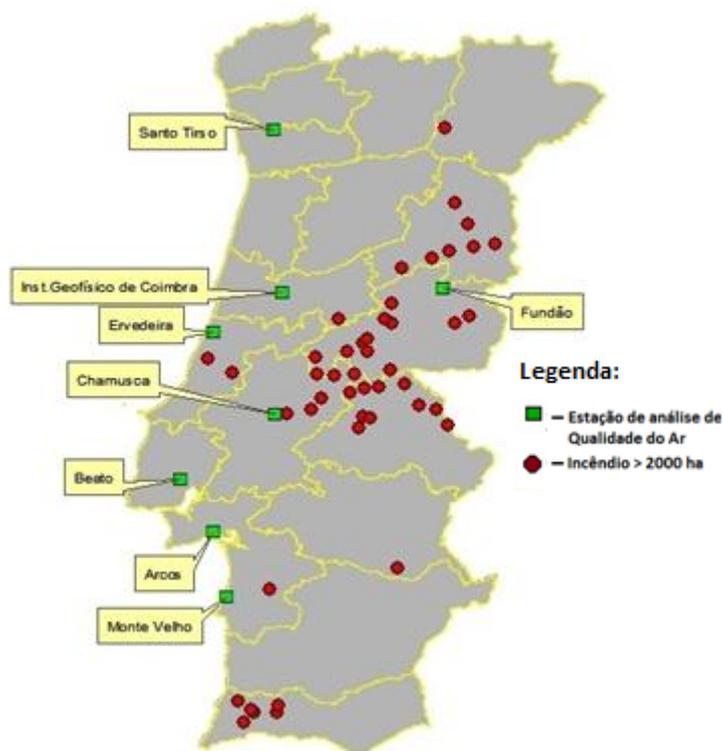
(das 15:20 de 27 de Julho até às 00:00 de 20 de Agosto – 23 dias, 8 horas e 40 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 1716 incêndios florestais. Destes, 46 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 340582 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os quarenta e seis fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 261714 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Santarém e atingiu uma área de 21897 ha.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar de Santo Tirso e do Beato/Lisboa. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar de Arcos/Setúbal, Beato/Lisboa, Chamusca, Fundão, Monte Velho, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 10)



**Figura 10** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2003

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações seleccionadas para este bloco (figura 11) podemos observar que:

- As concentrações de CO apresentam algumas variações durante dois períodos distintos. O primeiro compreende os primeiros dez dias de Agosto e o segundo durante o dia doze do mesmo mês. Apesar destas variações, em momento algum as concentrações deste

poluente atingem valores que possam representar alguma perigosidade para os seres humanos.

- As concentrações de  $\text{NO}_2$ , ainda que não tenham atingido os Valores Limite recomendados pela UE e pela OMS, apresentam variações pronunciadas em quase todas as estações, principalmente a partir do dia vinte e nove de Julho.

Observam-se três picos de concentração registados na estação do Instituto Geofísico de Coimbra, nos dias um, dois e seis de Agosto, com valores de 111, 105 e 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respetivamente.

A estação do Beato, em Lisboa registou três picos de concentração nos dias um, oito e doze de Agosto, com valores de 149, 97 e 121  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respetivamente.

- No gráfico das concentrações de  $\text{SO}_2$  observam-se dois picos registados na estação de Monte Velho, o primeiro no dia trinta de Julho atingiu um valor de 131  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e um segundo, já depois do período dos fogos deste bloco, no dia vinte e três de Agosto que atingiu um valor de 121  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Este último poderá ser resultado de algum fogo menor que 2000 ha que tenha ocorrido nas proximidades desta estação.

Durante todo o período dos fogos deste bloco registaram-se ainda vários picos nas estações do Instituto Geofísico de Coimbra e Beato. Estes picos, sendo em maior número, nunca ultrapassam as 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Em nenhum dos picos de concentração atrás referidos os valores limite, para este poluente, foram ultrapassados.

- Os valores das concentrações de  $\text{O}_3$  registados para este período mostram que em todas as estações foram ultrapassados os valores limite recomendados, tanto pela UE como pela OMS (120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). O valor mais elevado registou-se na estação da Chamusca com a concentração a atingir os 228  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia um de Agosto e a ultrapassar os 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por mais duas ocasiões, nos dias dois e oito de Agosto.

Registam-se também por várias ocasiões concentrações próximas dos 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nas estações de Arcos, Monte Velho, Instituto Geofísico de Coimbra e Fundão.

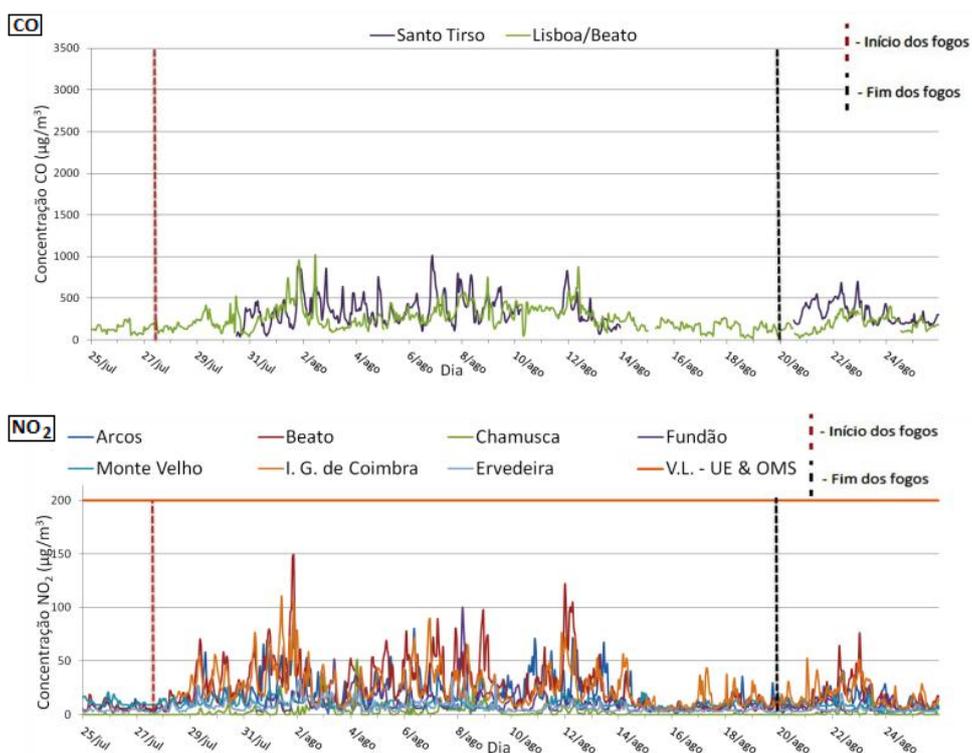
- Para este período não estavam disponíveis dados de nenhuma das estações selecionadas para a produção de um gráfico referente às variações das concentrações de  $\text{PM}_{2,5}$ .

- As concentrações de  $\text{PM}_{10}$  estiveram, na quase totalidade do período deste bloco, acima dos valores recomendados pela UE e pela OMS (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A estação do Instituto Geofísico de Coimbra foi a que registou o maior valor de concentração, 176  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dois de Agosto.

Durante os dias dois e três de Agosto, também as estações do Fundão e de Ervedeira registaram valores elevados de concentração deste poluente, nomeadamente  $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão e  $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira.

A estação da Chamusca deixou de registar dados no dia um de Agosto, mas os últimos dados disponíveis indicam também uma elevada concentração destas partículas. O último valor registado foi de  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Para além dos valores registados nos três primeiros dias de Agosto, salientam-se ainda, dois períodos de elevadas concentrações destas partículas. O primeiro ocorreu durante os dias seis e sete de Agosto, com o Instituto Geofísico de Coimbra a registar concentrações de  $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e a estação de Ervedeira a registar  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . O segundo registou-se nos dias onze e doze de Agosto com as concentrações a atingirem o valor de  $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra e de  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação de Ervedeira.



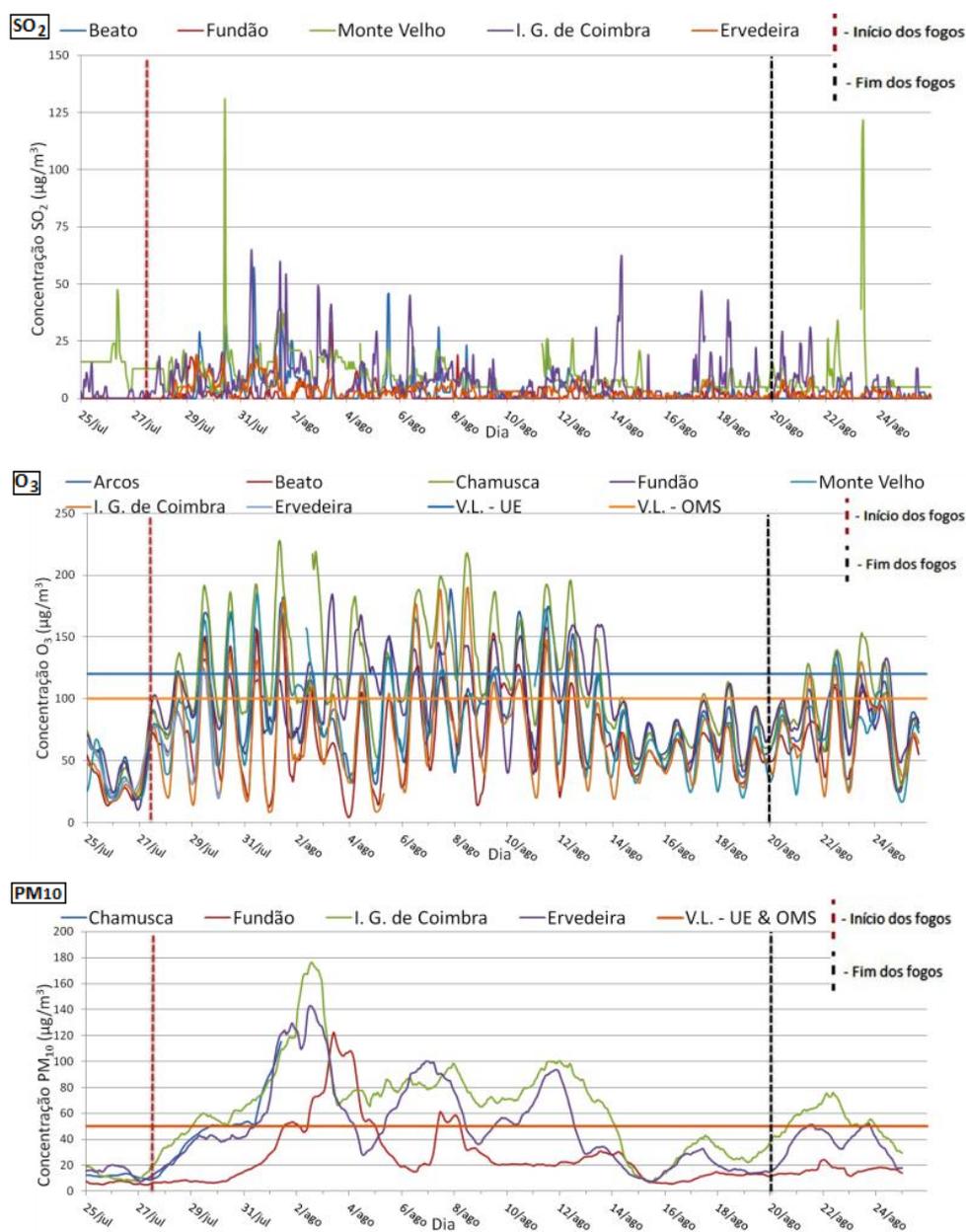
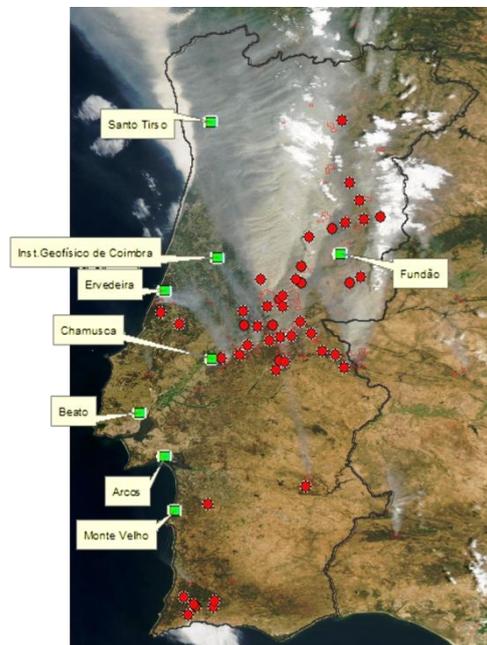


Figura 11- Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2003

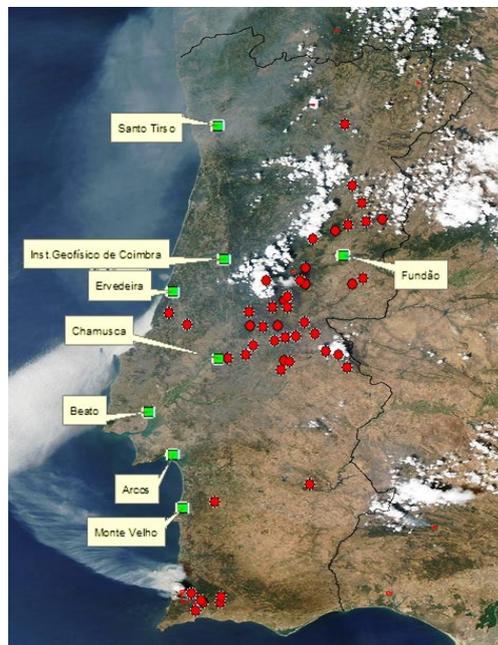
Na imagem captada às 14:00 (UTC) do dia três de Agosto de 2003 pelo MODIS – Terra (figura 12) podemos observar que existe uma grande quantidade de fogos ativos no centro do país e que as plumas de fumo resultantes destes incêndios estão a ser arrastadas para norte. Nesta data, as estações mais expostas aos poluentes eram as da Chamusca, de Ervedeira, do Instituto Geofísico de Coimbra, do Fundão e de Santo Tirso. Pode-se assim afirmar que os altos valores de concentração dos poluentes analisados, registados neste dia pelas estações atrás referidas, têm uma grande contribuição dos incêndios florestais que estavam a decorrer.

Na imagem captada às 13:10 (UTC) no dia doze de Agosto de 2003 pelo MODIS – Aqua (figura 13) podemos observar que a coluna de fumo que resulta do incêndio existente no sul do país tem uma deslocação inicial para oeste e que depois roda para nordeste,

afetando, principalmente, a zona costeira desde a Península de Setúbal até ao extremo norte do país. A influência desta rotação para nordeste é bem visível nos dados recolhidos nas estações situadas mais a oeste, onde se verifica uma subida dos valores das concentrações neste dia.



**Figura 12** – Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 14:00 (UTC) do dia 3-8-2003, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2003



**Figura 13** – Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:10 (UTC) do dia 11-8-2003, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2003

### 3º Bloco

(das 14:40 de 11 de Setembro até às 16:30 de 19 de Setembro – 8 dias, 1 hora e 50 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 512 incêndios florestais. Destes, 4 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 42705 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os quatro fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 30656 ha de terreno atingido. O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Faro e atingiu uma área de 16008 ha.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Beato/Lisboa e de Mem Martins. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Beato/Lisboa, Alfragide, Fundão e Monte Velho. (figura 14)



**Figura 14** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2003

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações selecionadas para este bloco (figura 15) podemos observar que:

- Os valores das concentrações de CO registadas situam-se muito abaixo dos 30000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor limite recomendado pela OMS. No período deste bloco verificam-se alguns picos de concentração. Na estação do Beato, em Lisboa, os máximos registados foram de 1079  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia treze de Setembro e de 1077  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia catorze de Setembro. A estação de Mem Martins registou como valores máximos 1109  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia catorze de Setembro, 736  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dezoito de Setembro e 725  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dezanove de Setembro. Ao longo do período deste bloco, apesar das baixas concentrações a variabilidade foi acentuada, com muitas subidas e descidas dos valores das concentrações.

- As concentrações de  $\text{NO}_2$  registadas pela maioria das estações para este período mantiveram-se abaixo dos valores recomendados. A exceção registou-se na estação de Alfragide, onde os valores já excediam os valores recomendados, antes do início do período de fogos considerados neste bloco. Este facto poderá estar relacionado com tráfego automóvel, uma vez que esta é uma estação urbana, ou com a existência de fogos de menor dimensão nas proximidades da estação. Na fase intermédia do período em análise a concentração registada por esta estação sofre um decréscimo, voltando

depois a subir na fase final, atingindo os 208  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dezanove de Setembro. Esta última subida poderá já ter sido influenciada pelos fogos considerados neste bloco.

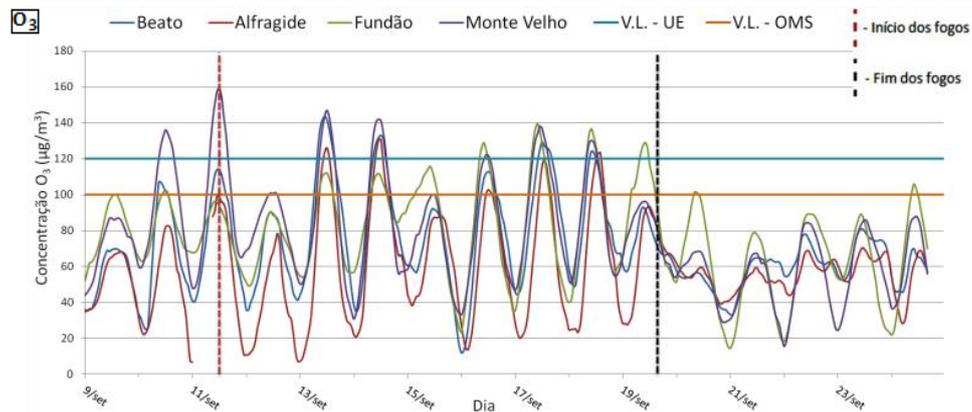
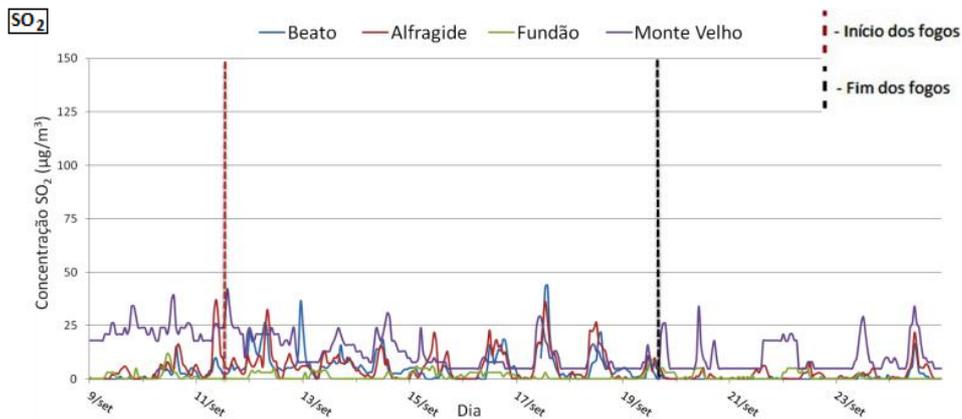
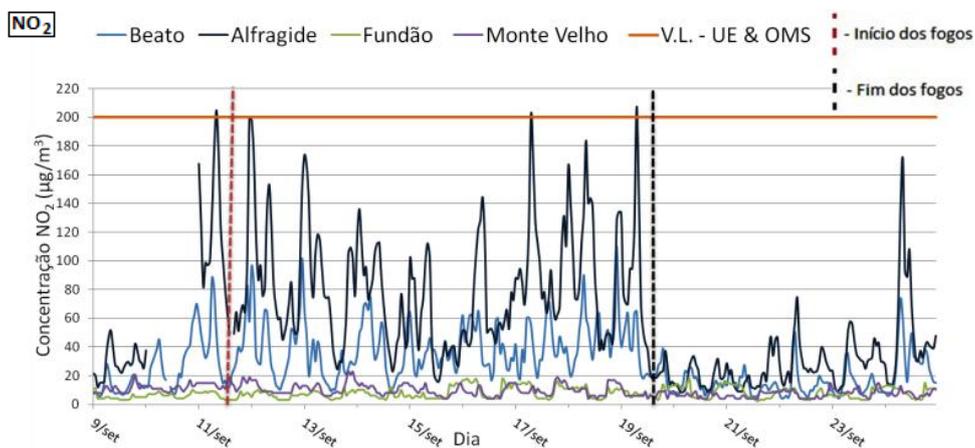
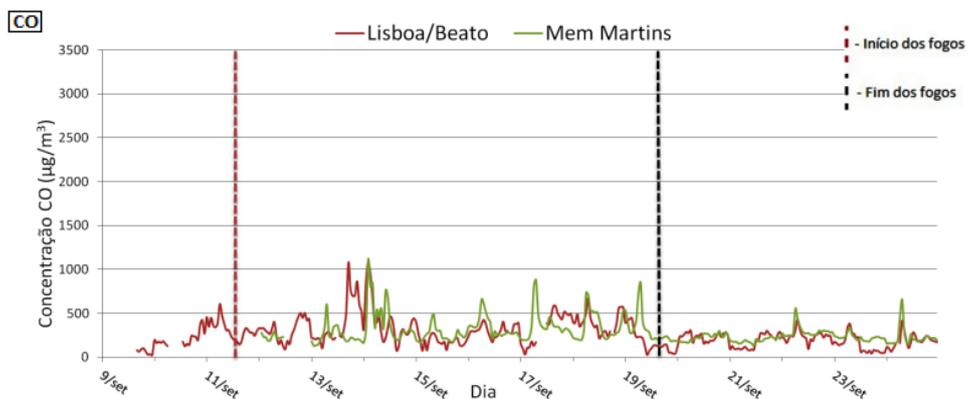
- Os valores da concentração de  $\text{SO}_2$  para este bloco são muito baixos, nunca indo além dos 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Há a registar apenas um aumento das concentrações, verificado em três das quatro estações de análise, no dia dezassete de Setembro, onde se registaram 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação do Beato, 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Alfragide e 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação do Monte Velho.

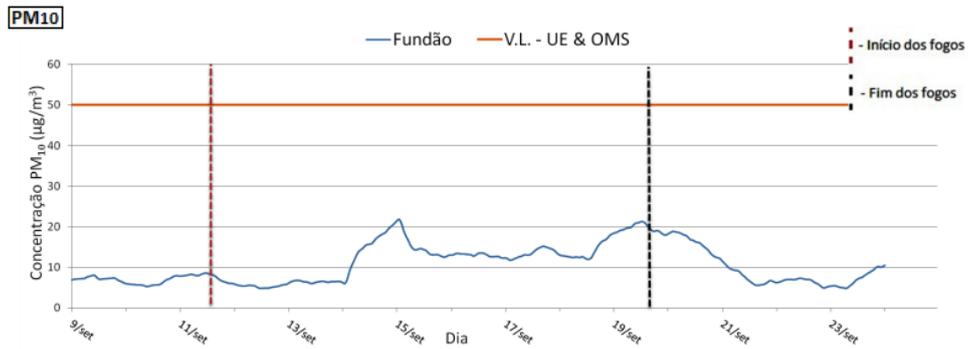
- Nos registos das concentrações de  $\text{O}_3$  e tal como já tinha acontecido com o  $\text{NO}_2$ , verifica-se que antes do período dos fogos considerados para este bloco, a concentração de ozono era já elevada, principalmente na estação do Monte Velho. A razão deste facto poderá estar associada à existência de pequenos fogos nas imediações desta estação. Verifica-se que no período dos fogos, por duas vezes as concentrações sofreram aumentos consideráveis. A primeira ocorreu nos dias treze e catorze de Setembro, onde os valores máximos atingidos foram de 144  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação do Beato, 142  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação de Monte Velho, 131  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Alfragide e 112  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão. Todos estes valores se situam acima dos 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor limite recomendado pela OMS apenas a estação do Fundão não registou durante estes dois dias valores acima dos 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor limite recomendado pela UE. A segunda ocorreu entre os dias dezasseis e dezanove de Setembro, com todas as estações a ultrapassarem os valores limite recomendados pela OMS nos dias dezasseis, dezassete e dezoito. Nos dias dezassete e dezoito verificou-se mesmo a excedência, em todas as estações, dos valores recomendados pela UE, com as concentrações a atingirem os 138  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação do Monte Velho, 137  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão, 127  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação do Beato e 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Alfragide. No dia dezanove as concentrações sofreram um decréscimo e com exceção do Fundão todas as outras estações registaram valores de concentração já abaixo dos valores limite recomendados.

- Para este período não estavam disponíveis dados de nenhuma das estações selecionadas para a produção de um gráfico referente às variações das concentrações de  $\text{PM}_{2,5}$ .

- Para o período deste bloco apenas a estação do Fundão tinha disponíveis dados relativos à concentração de  $\text{PM}_{10}$  no ar. Através da análise dos dados verificamos que os valores da concentração nunca superam 50% do valor recomendado tanto pela UE como pela Organização Mundial de Saúde. Observa-se um aumento da concentração nos dias catorze e quinze de setembro, chegando aos 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Posteriormente há uma descida da concentração ainda que para valores superiores aos registados nos dias antes do início dos fogos considerados neste bloco. No dia dezanove torna a haver um aumento

até aos 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Após o fim dos fogos verifica-se um decréscimo do valor da concentração para níveis semelhantes aos existentes antes do início dos fogos.





**Figura 15 -** Variação das concentrações dos poluentes no período do 3º bloco de 2003

Na imagem captada às 11:35 (UTC) do dia doze de Setembro de 2003 pelo MODIS – Terra (Figura 16) podemos observar que nenhuma das plumas de fumo resultante dos fogos ativos nesta data está a passar nas proximidades das estações utilizadas. Na observação dos gráficos já se havia verificado que, na generalidade, os valores das concentrações são baixos. Os valores mais elevados registados em CO, NO<sub>2</sub> nas estações do Beato e de Alfragide podem assim não estar relacionados com os incêndios florestais, mas sim com o facto de estar duas estações estarem localizadas em zonas urbanas, com grande densidade de tráfego automóvel e de o dia em causa ter sido uma sexta-feira ainda de verão, onde se verifica uma grande deslocação de pessoas dos centros urbanos para as zonas balneares.



**Figura 16 -** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 11:35 (UTC) do dia 12-9-2003, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 3º bloco de 2003

## **2004**

### **1º Bloco**

(das 10:24 de 30 de Junho até às 18:50 de 2 de Julho – 2 dias, 8 horas e 26 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 121 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 8645 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Faro e foi responsável por 3242 ha de terreno atingido. (figura 17)



**Figura 17** - Localização do incêndio >2000 ha ocorrido no 1º bloco de 2004

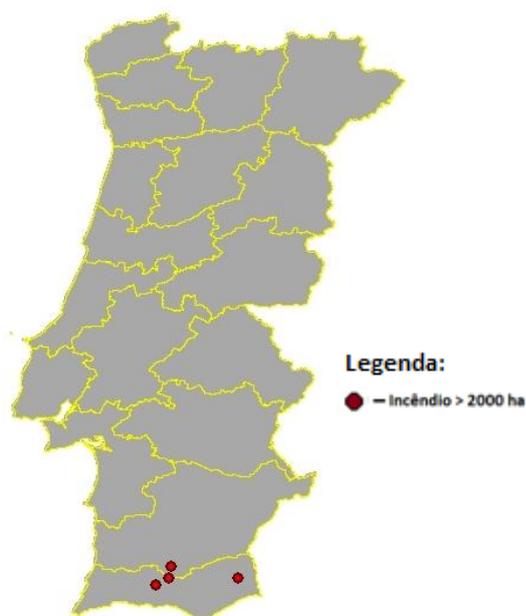
### **2º Bloco**

(das 15:55 de 25 de Julho até às 22:30 de 30 de Julho – 5 dias, 6 horas e 35 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 529 incêndios florestais. Destes, 4 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 56483 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os quatro fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 26173 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Faro e atingiu uma área de 12807 ha. (figura 18)



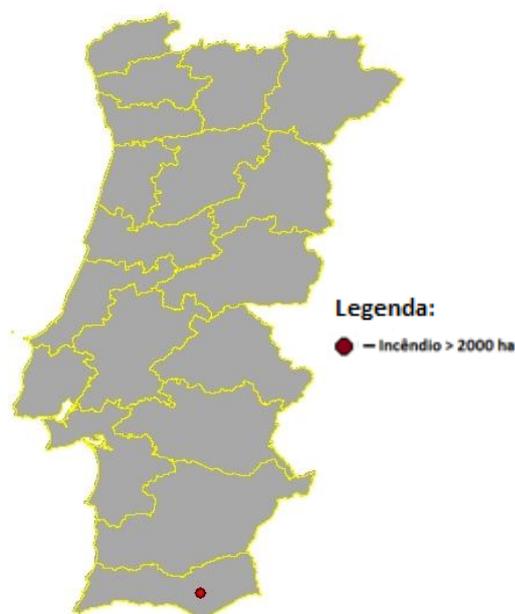
**Figura 18** - Localização dos incêndios >2000 ha ocorridos no 2º bloco de 2004

### 3º Bloco

(das 17:45 de 1 de Agosto até às 20:00 de 3 de Agosto – 2 dias, 2 horas e 15 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 108 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 4521 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Faro e foi responsável por 2784 ha de terreno atingido. (figura 19)



**Figura 19** - Localização do incêndio >2000 ha ocorrido no 3º bloco de 2004

## 2005

### 1º Bloco

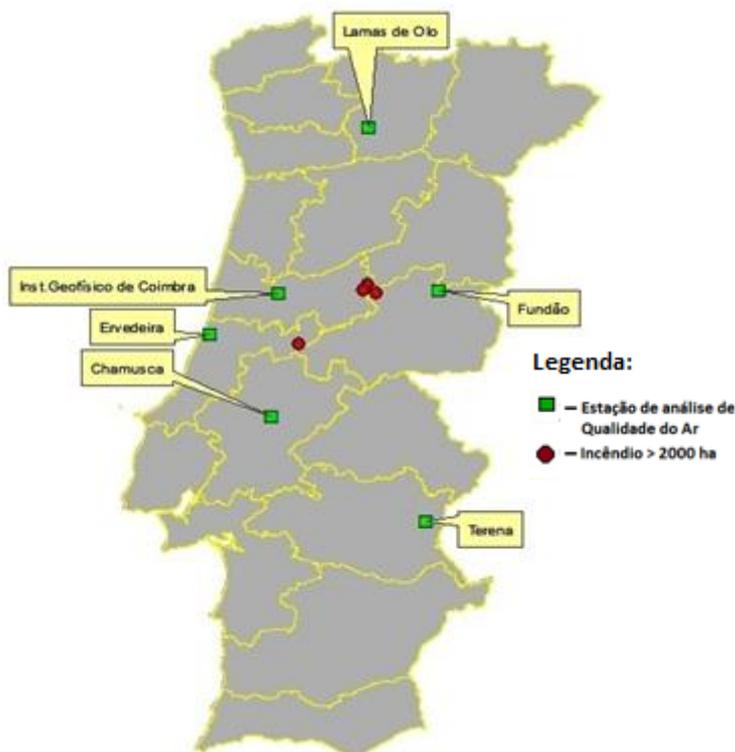
(das 14:05 de 19 de Julho até às 07:00 de 27 de Julho – 7 dias, 16 horas e 55 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 372 incêndios florestais. Destes, 4 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 34550 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os quatro fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 17398 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito da Guarda e atingiu uma área de 7051 ha.

Não estavam disponíveis valores de concentração de CO que permitissem algum tipo de análise. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar de Lamas de Olo, Chamusca, Terena, Fundão, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 20)



**Figura 20** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2005

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações seleccionadas para este bloco (figura 21) podemos observar que:

- Os valores das concentrações de NO<sub>2</sub> registados no período deste bloco são significativamente baixos na maioria das estações utilizadas.

Como exceção temos as concentrações registadas no Instituto de Geofísica de Coimbra, com períodos muito irregulares que se iniciam ainda antes do início dos fogos considerados neste bloco. A existência de pequenos fogos nas imediações da estação poderá justificar estas variações. No período dos fogos há um incremento dos máximos registados por esta estação, atingindo os  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos dias dezanove e vinte de Julho, respetivamente.

Na transição do dia vinte para vinte e um de Julho verifica-se uma subida acentuada dos valores da concentração de  $\text{NO}_2$  em três das seis estações utilizadas. Estas subidas elevaram os valores da concentração para os  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão,  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra e para  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca.

No dia vinte e cinco de Julho registou-se ainda um pico de concentração com os valores a atingirem os  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra.

- As concentrações de  $\text{SO}_2$  permaneceram bastante baixas neste período. As exceções foram registadas no dia dezanove de Julho, com a concentração a atingir os  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira, e no dia vinte de Julho, com as concentrações a chegarem aos  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira e  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão.

- No período em análise verificou-se um considerável aumento da concentração de  $\text{O}_3$  na estação de Lamas de Olo, tendo atingido o máximo de  $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte de Julho. As concentrações registadas nesta estação mantiveram-se acima dos valores limite recomendados desde o início do dia dezanove de julho até à tarde do dia vinte e três de Julho. Neste período, com exceção da estação de Terena, todas as estações registaram excedências aos valores recomendados pela OMS. Os máximos registaram-se nos dias dezanove, vinte e vinte e um, com as concentrações a atingirem os  $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo,  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão,  $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca,  $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra e  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira.

- No gráfico das concentrações das  $\text{PM}_{2,5}$ , verifica-se que em Ervedeira o valor da concentração era já elevado antes mesmo do início do período de fogos considerado neste bloco, provavelmente devido à existência de fogos de pequenas dimensões nas proximidades da estação.

Todas as outras estações, antes do início dos fogos deste bloco, registavam valores dentro dos limites recomendados.

Após o início dos fogos a estação de Ervedeira regista um decréscimo da concentração destas partículas até ao final do dia vinte e um de Julho e recomeça a aumentar. Por falta de dados não é possível avaliar a variação da concentração entre a tarde de dia vinte e um e o início da manhã do dia vinte e três na estação de Ervedeira. Após esta falha nos

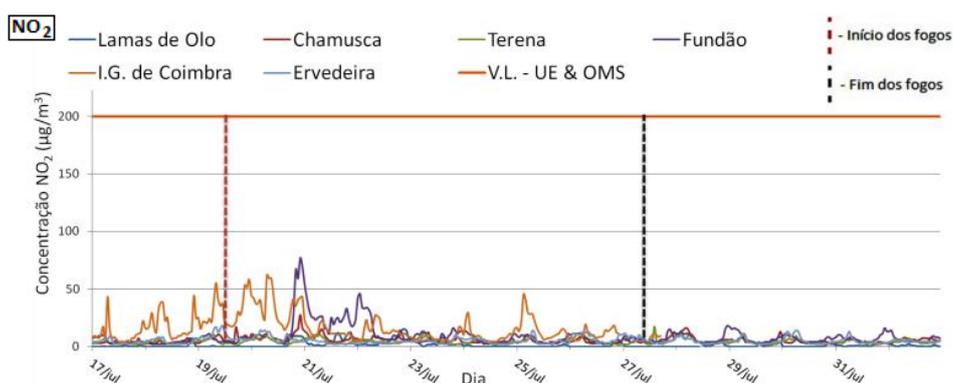
registos a concentração de  $PM_{2,5}$  sobe bruscamente na estação de Ervedeira, atingindo os  $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , na tarde de dia vinte e três de Julho.

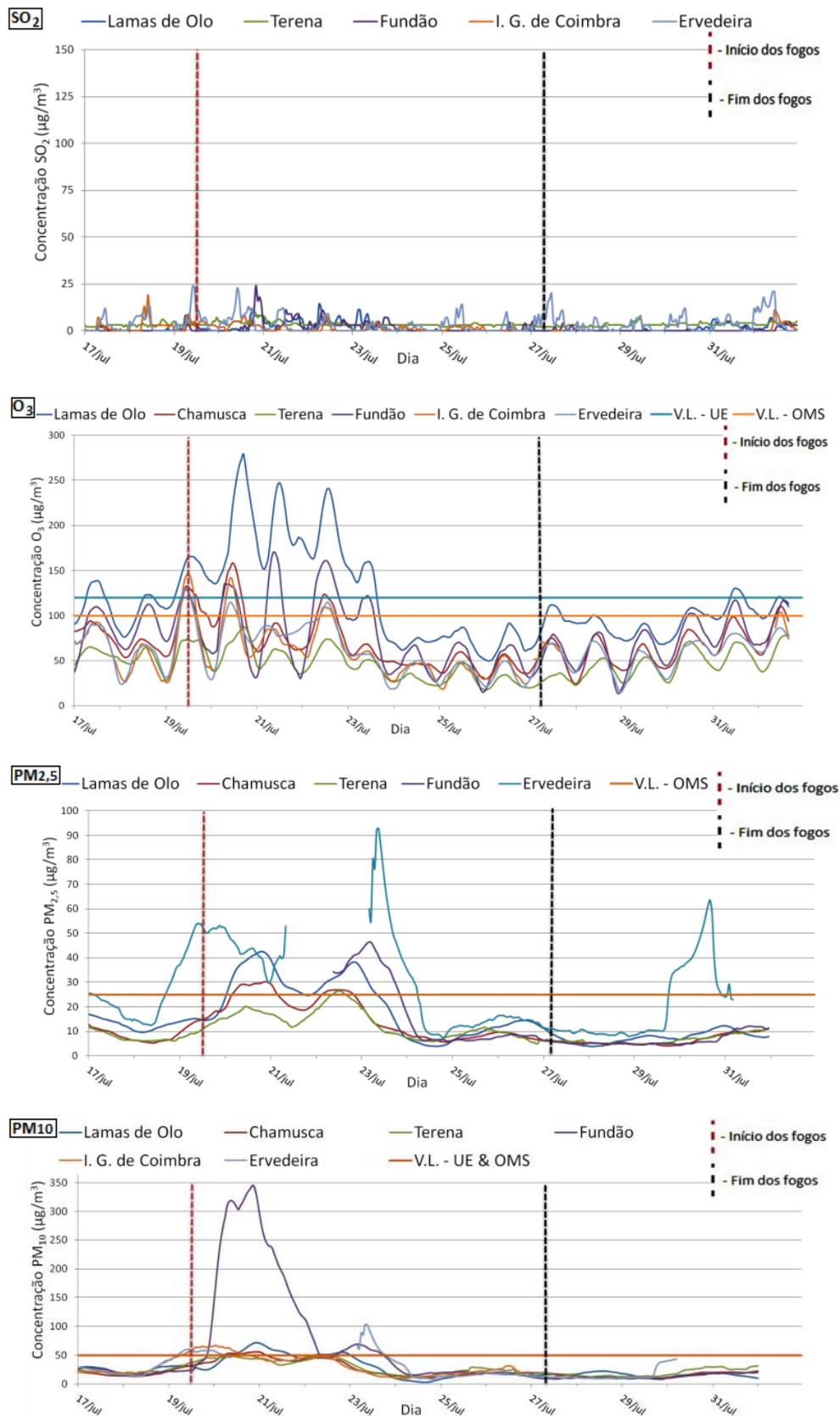
Na observação dos registos efetuados pelas outras estações de análise da qualidade do ar verificam-se dois períodos de assinalável aumento das concentrações deste poluente. O primeiro registou-se no dia vinte de Julho, com os valores a atingirem os  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo,  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Terena. O segundo período de assinalável aumento das concentrações de  $PM_{2,5}$  verificou-se durante os dias vinte e dois e vinte e três de Julho. Nestes dias todas as estações registaram excedências aos valores limite, tendo a concentração chegado aos  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão,  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo,  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Terena.

- Nos dados registados das concentrações das  $PM_{10}$  destaca-se uma elevada concentração registada nos dias vinte e vinte e um de Julho na estação do Fundão. Nesta ocasião atingiram-se os  $345 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ou seja, cerca de sete vezes o valor limite recomendado pela UE e pela OMS ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Verifica-se ainda um pico de concentração registado em Ervedeira no dia vinte e três de Julho, com a concentração a chegar aos  $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

As restantes estações também registaram excedências ao valor limite recomendado, tendo os máximos registados atingindo os  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo e  $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra, no dia vinte de Julho. No dia vinte e dois de Julho em Terena registaram-se  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .





**Figura 21-** Variação das concentrações dos poluentes no período do 1º bloco de 2005

Na imagem resultante da composição de duas imagens captadas às 10:55 e às 11:00 (UTC) do dia vinte e um de Julho de 2005 pelo MODIS – Terra (figura 22) podemos observar que na altura da captação da imagem, o vento soprava de oeste, arrastando os

poluentes para este. As estações que estavam sobre maior influência das emissões provenientes dos fogos eram a do Fundão, que estava no alinhamento de uma coluna de fumo proveniente de um grande incêndio, e a de Lamas de Olo, que estava a ser influenciada pela existência de vários fogos de pequena dimensão nas suas imediações. A imagem vem corroborar os dados recolhidos pelas estações, onde se verifica que estas foram as duas estações com maiores valores de concentração neste dia.



**Figura 22** - Imagem resultante da composição de duas imagens MODIS, de Portugal Continental, captadas às 10:55 e às 11:00 (UTC) do dia 21-7-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 1º bloco de 2005

## 2º Bloco

(das 15:35 de 2 de Agosto até às 12:00 de 27 de Agosto – 24 dias, 20 horas e 25 minutos)

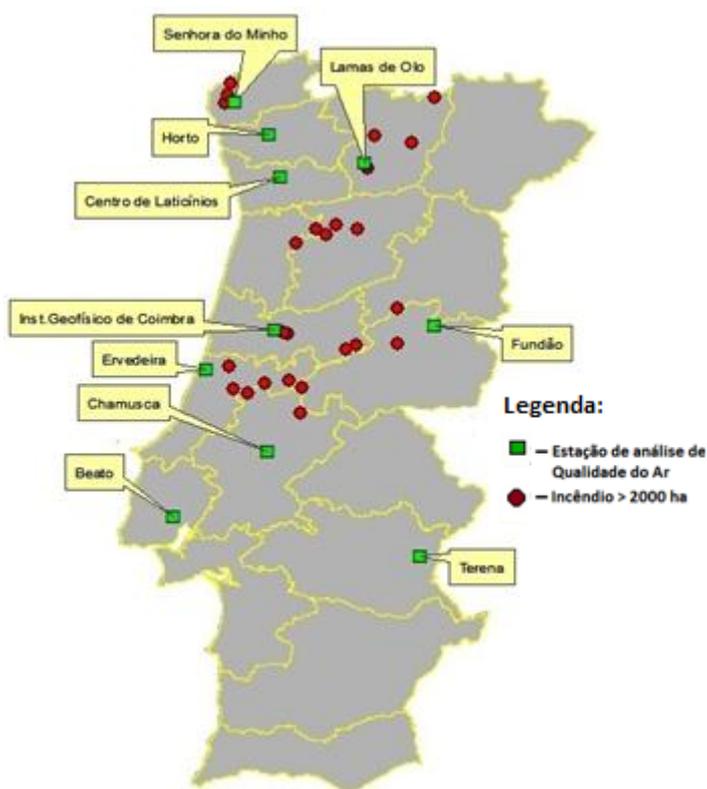
Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 2058 incêndios florestais. Destes, 25 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 200934 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os vinte e cinco fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 101562 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Coimbra e atingiu uma área de 11707 ha.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pela estação de qualidade do ar do Beato/Lisboa. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de

qualidade do ar de Lamas de Olo, Horto, Chamusca, Terena, Fundão, Senhora do Minho, Centro de Lacticínios/Paços de Ferreira, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 23)



**Figura 23** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2005

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações selecionadas para este bloco (figura 24) podemos observar que:

- Para o CO e para este bloco foram apenas considerados os dados recolhidos pela estação do Beato, em Lisboa. Através do gráfico dos dados recolhidos é possível observar três períodos de elevada variação da concentração deste poluente, ainda que em nenhum deles se tenha atingido o valor limite recomendado pela OMS.

O primeiro período decorreu nos dias quatro e cinco de Agosto, com a concentração a chegar aos  $765 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia quatro e aos  $3149 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia cinco. O segundo período onde se verificou um aumento dos valores da concentração foi no dia quinze de Agosto com a concentração a subir aos  $629 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por último, o terceiro período onde os dados mostram uma subida acentuada dos valores da concentração foi entre os dias vinte e vinte e três de Agosto, com máximos de  $952 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte,  $667 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte e um,  $698 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte e dois e  $765 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte e três.

- Na observação do gráfico dos dados das concentrações do  $\text{NO}_2$ , recolhidos para este bloco, podem-se observar quatro períodos distintos onde é possível verificar um

considerável aumento das concentrações deste poluente, ainda que sem ultrapassar o valor limite recomendado tanto pela OMS como pela UE.

O primeiro período registou-se durante os dias quatro, cinco e seis de Agosto, com as concentrações a atingirem os 97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra, 93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira, 89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Centro de Laticínios em Paços de Ferreira, 68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação de Horto. O segundo período ocorreu nos dias doze e treze de Agosto com as concentrações a chegarem aos 83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Centro de Laticínios e aos 53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra. No dia dezassete de Agosto registou-se na estação de Lamas de Olo um grande aumento da concentração deste poluente com o seu valor a subir aos 94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O último período onde se verificou um acentuado aumento das concentrações ocorreu nos dias vinte e um, vinte e dois e vinte e três de Agosto, com concentrações registadas de 111  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra, 73  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Senhora do Minho e 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Centro de Laticínios.

Neste gráfico é bem visível uma variação dos valores registados durante o dia e durante a noite, com valores mais elevados durante a noite. Isto poderá dever-se ao facto de o  $\text{NO}_2$  associado a outros poluentes atmosféricos e na presença de elevada radiação solar ser destruído, dando origem a ozono troposférico.

- As concentrações de  $\text{SO}_2$  mantiveram-se abaixo do valor limite recomendado pela UE.

Existem três períodos onde se verificaram aumentos assinaláveis das concentrações deste poluente. O primeiro ocorreu no dia cinco de Agosto, na estação de Ervedeira, onde a concentração atingiu os 96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O segundo período foi nos dias dezasseis e dezassete de Agosto, com as concentrações a chegarem aos 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Centro de Laticínios de Paços de Ferreira, 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Terena e 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo. O terceiro período de concentrações mais elevadas ocorreu nos dias vinte, vinte e um e vinte e dois de Agosto com 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registados em Ervedeira e 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registados na Senhora do Minho.

- Também no gráfico da variação das concentrações de  $\text{O}_3$  é possível verificar três períodos onde as concentrações estiveram elevadas. O primeiro período decorreu entre os dias cinco de Agosto a sete de Agosto. Neste período é possível observar que apenas a estação de Terena não registou valores acima dos recomendados pela OMS. As estações de Lamas de Olo e da Senhora do Minho registaram concentrações acima dos valores recomendados pela UE por mais de 48 horas consecutivas. Neste período as máximos atingidos foram de 288  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo, 223  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Senhora do Minho, 221  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira, 205  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Centro de Laticínios de Paços de Ferreira e 179  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação do Horto. O segundo período teve lugar nos dias catorze, quinze, dezasseis e dezassete de Agosto. Também durante este período os valores de

concentração registados pelas estações de Lamas de Olo e da Senhora do Minho se mantiveram, por mais de 48 horas, acima dos valores recomendados. Neste período as concentrações chegaram aos 247  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo, 190  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Senhora do Minho, 175  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e 156  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira e no Fundão. O terceiro período, onde se verificou um considerável aumento das concentrações de ozono, foi durante os dias vinte e dois, vinte e três e vinte e quatro de Agosto. Neste período as concentrações subiram até aos 216  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo, 166  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Senhora do Minho, 165  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca, 164  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Centro de Laticínios, 156  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão e 139  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação de Horto.

Todos os valores atrás referidos, nos três períodos, estão acima dos valores limite recomendados, tanto pela OMS como pela UE.

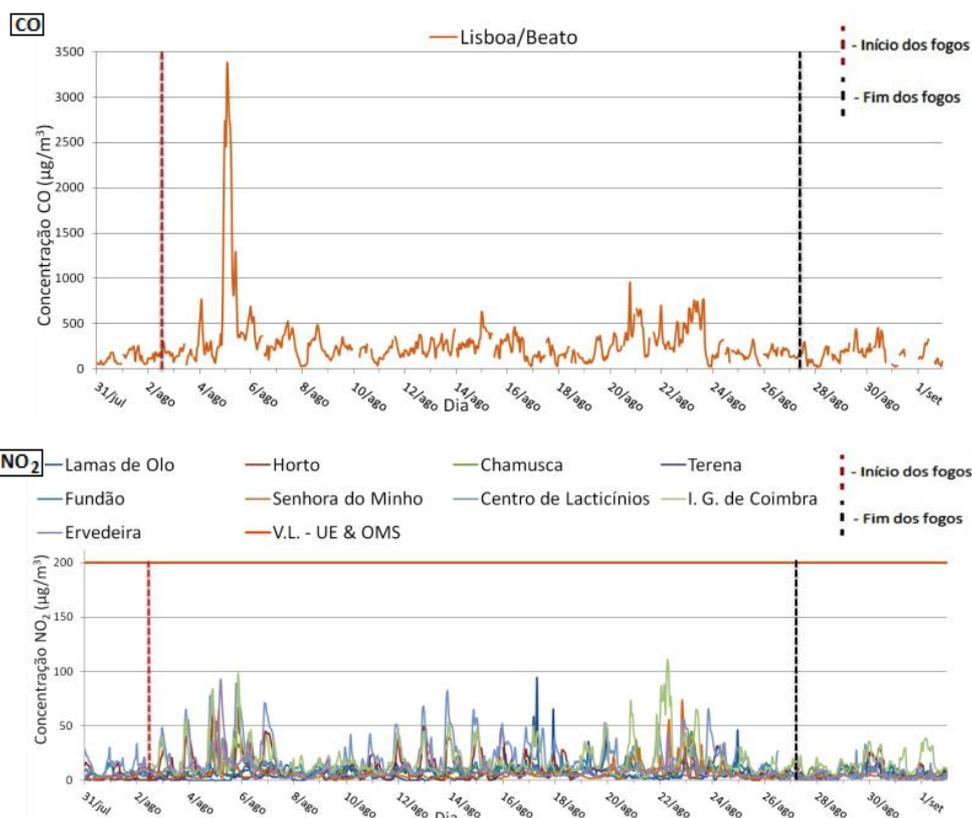
- Nos registos efetuados, para as concentrações de  $\text{PM}_{2,5}$ , no período dos fogos considerados para este bloco, todas as estações utilizadas registaram, em algum momento, excedências ao valor limite recomendado pela OMS.

No gráfico resultante dos dados deste poluente verificam-se quatro períodos com elevados valores de concentração.

O primeiro durante os dias quatro, cinco e seis de Agosto. Neste a estação de Ervedeira registou um valor de 398  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor este, dezasseis vezes superior ao valor limite recomendado pela OMS. Ainda neste período registaram-se 159  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo. O segundo período, apenas verificado na estação de Ervedeira, registou uma subida dos valores da concentração pouco acentuada mas que teve a duração de quase 48 horas, levando os valores até aos 87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia treze de Agosto. O terceiro período teve início no dia quinze de Agosto e prolongou-se até ao dia dezassete de Agosto, com maior expressão nas estações de Lamas de Olo, Ervedeira e Fundão, onde as concentrações atingiram os 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respetivamente. O quarto período prolongou-se desde o dia dezoito até ao dia vinte e três de Agosto. Neste período encontramos significativas variações nas concentrações, com os picos a localizarem-se maioritariamente nos dias vinte e vinte e dois de Agosto. No dia vinte os máximos registados foram de 114  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Senhora do Minho, 106  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e 102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira. No dia vinte e dois os máximos registados foram de 185  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca, 165  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Senhora do Minho e 91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Terena. Destaca-se ainda um pico de concentração, registado no dia vinte e um de Agosto, na estação de Ervedeira, com os valores a atingirem os 114  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- No gráfico efetuado com os dados das concentrações de  $\text{PM}_{10}$  verifica-se que todas as estações utilizadas registaram pelo menos uma excedência ao valor limite recomendado pela OMS e pela UE.

Neste gráfico pode-se também, analogamente ao verificado para as PM<sub>2,5</sub>, verificar quatro períodos onde as concentrações destas partículas registaram valores consideráveis. No primeiro período, entre os dias quatro e seis de Agosto, registaram-se 443 µg/m<sup>3</sup> em Ervedeira, 202 µg/m<sup>3</sup> na Chamusca, 133 µg/m<sup>3</sup> no Instituto Geofísico de Coimbra e 120 µg/m<sup>3</sup> no Centro de Laticínios de Paços de Ferreira. O segundo período teve maior expressão na estação de Ervedeira, onde os registos chegaram aos 96 µg/m<sup>3</sup>, no dia treze de Agosto. O terceiro período decorreu nos dias quinze, dezasseis e dezassete de Agosto, com as concentrações a chegarem aos 204 µg/m<sup>3</sup> em Lamas de Olo e aos 121 µg/m<sup>3</sup> no Centro de Laticínios. O quarto período ocorreu desde o dia dezanove de Agosto até ao dia vinte e três de Agosto, com a maioria das estações a registarem valores muito elevados. Na estação da Chamusca registaram-se dois picos, nos dias vinte e vinte e dois, com as concentrações a chegarem aos 300 µg/m<sup>3</sup> e 272 µg/m<sup>3</sup>, respetivamente. A estação do Instituto Geofísico de Coimbra registou, no dia vinte e um de Agosto, um máximo de 244 µg/m<sup>3</sup>. Na estação da Senhora do Minho, apesar de haver uma interrupção no registo dos dados em parte do dia vinte e um de Agosto, registaram-se dois picos de concentração. Um no dia vinte e outro no dia vinte e dois de Agosto com valores de concentração de 178 µg/m<sup>3</sup> e 203 µg/m<sup>3</sup>. Ainda neste quarto período, no dia dezanove de Agosto, o Centro de Laticínios registou um máximo de 161 µg/m<sup>3</sup> e Lamas de Olo registou um máximo de 119 µg/m<sup>3</sup>. No dia vinte e um de Agosto registaram-se ainda 79 µg/m<sup>3</sup> na estação de Horto.



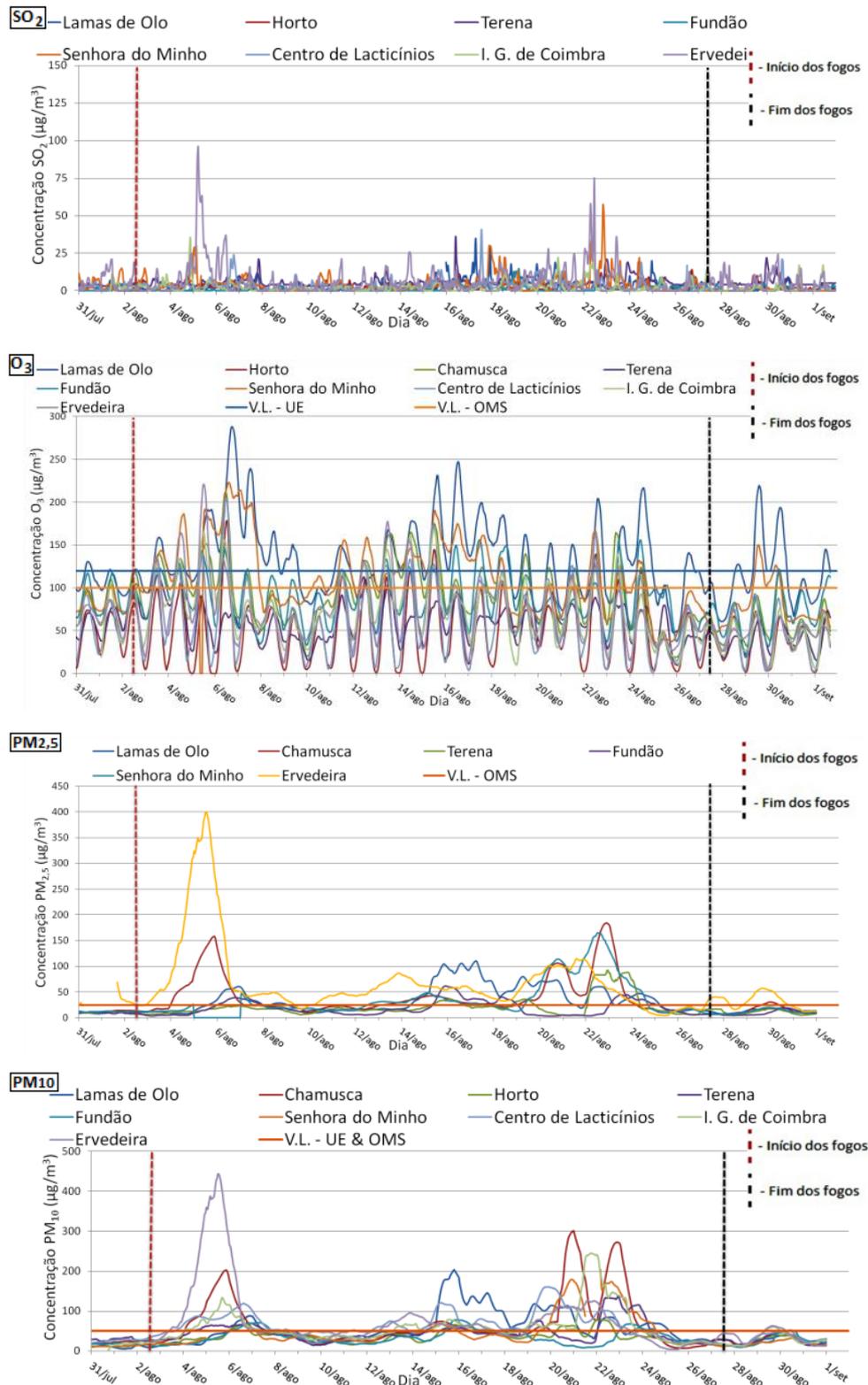


Figura 24 - Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2005

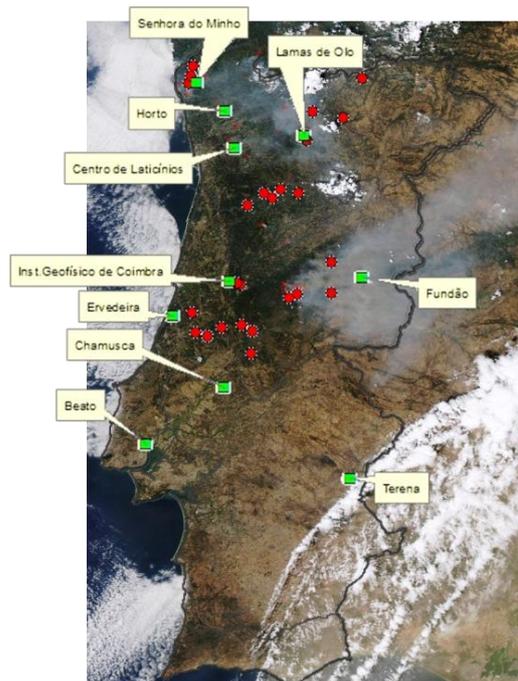
Na imagem captada às 11:10 (UTC) do dia quatro de Agosto de 2005 pelo MODIS – Terra (figura 25) podemos observar que as estações do Centro de Lacticínios, em Paços de Ferreira, e a estação de Ervedeira são as que estão a ser mais afetadas pelas emissões dos fogos existentes. Nos dados recolhidos verifica-se que estas estações registaram valores elevados de alguns poluentes. No entanto, no gráfico da concentração de CO,

verifica-se um pico neste dia para o qual não se observa, na imagem, nenhuma justificação relacionada com fogos florestais.

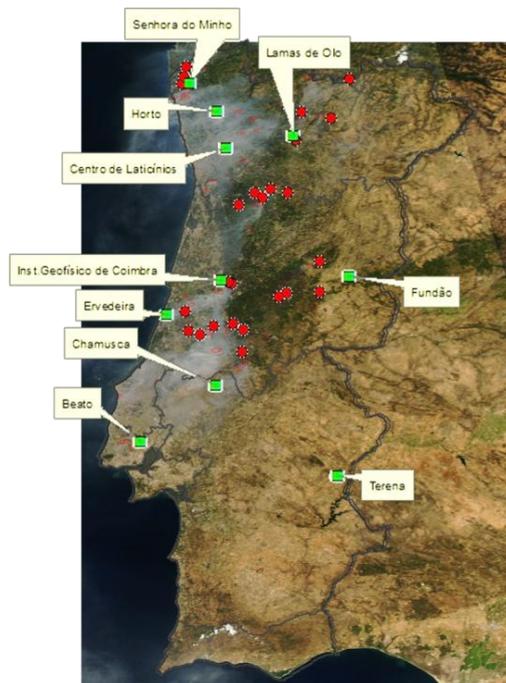
Na imagem captada às 13:10 (UTC) do dia dezasseis de Agosto de 2005 pelo MODIS – Aqua (figura 26) podemos observar que o vento estava de oeste, o que levava os poluentes para este. As estações que se observam no caminho dos poluentes são as da Senhora do Minho, de Lamas de Olo e do Fundão. Tal como era de esperar, foi maioritariamente nestas estações que as concentrações atingiram os máximos, neste dia. Na imagem resultante da composição de três imagens captadas às 12:35, às 14:10 e às 14:15 (UTC) do dia vinte e dois de Agosto de 2005 pelo MODIS – Aqua (figura 27) podemos observar que neste dia e a esta hora existiam um grande número de fogos ativos. O vento, vindo de nordeste, empurrava os poluentes para zonas onde se situavam várias estações. Os elevados valores de concentração registados nas várias estações que se localizam nas zonas afetadas pelos poluentes, neste dia, consolidam a ideia de os fogos florestais serem os responsáveis pelo aumento dos valores registados.



**Figura 25** - Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 11:10 (UTC) do dia 4-8-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2005



**Figura 26** - Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:10 (UTC) do dia 16-8-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2005



**Figura 27** - Imagem resultante da composição de três imagens MODIS, de Portugal Continental, captadas às 12:35, às 14:10 e 14:15 (UTC) do dia 22-8-2005, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2005

### 3º Bloco

(das 12:12 até às 16:50 de 5 de Setembro – 4 horas e 38 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 42 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 6550 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Santarém e foi responsável por 2288 ha de terreno atingido.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pela estação de qualidade do ar de Camarinha/Setúbal. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar da Chamusca, Terena, Fundão, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 28)



**Figura 28** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2005

Em nenhum dos poluentes analisados as concentrações registadas foram superiores aos valores limite recomendados, o que se poderá justificar com a distância entre os focos de incêndio e as estações de análise da qualidade do ar ou com fatores meteorológicos, como a direção do vento.

#### 4º Bloco

(das 00:25 de 18 de Setembro até às 20:00 de 20 de Setembro – 2 dias, 19 horas e 35 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 141 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 6197 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Aveiro e foi responsável por 2500 ha de terreno atingido.

Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados que permitissem algum tipo de análise. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Centro de Laticínios/Paços de Ferreira, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 29)



**Figura 29** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 4º bloco de 2005

## **2006**

### **1º Bloco**

(das 13:28 de 4 de Junho até à 01:25 de 10 de Junho – 5 dias, 11 horas e 57 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 151 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 5377 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Braga e foi responsável por 2537 ha de terreno atingido.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pela estação de qualidade do ar de Santo Tirso. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar de Horto e Senhora do Minho. (figura 30)



**Figura 30** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2006

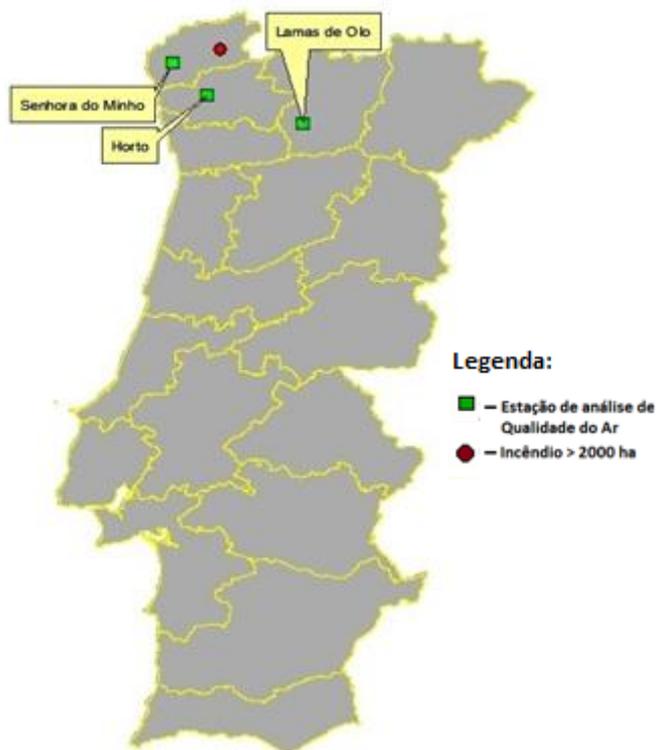
## 2º Bloco

(das 20:26 de 6 de Agosto até às 05:10 de 7 de Agosto – 8 horas e 44 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 90 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 9552 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Viana do Castelo e foi responsável por 5590 ha de terreno atingido.

Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar de Lamas de Olo, Horto e Senhora do Minho. (figura 31)



**Figura 31** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2006

### 3º Bloco

(das 11:05 de 7 de Agosto até às 22:00 de 15 de Agosto – 8 dias, 10 horas e 55 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 851 incêndios florestais. Destes, 2 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 32618 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os dois fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 7382 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Évora e atingiu uma área de 4418 ha.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Beato/Lisboa e Camarinha/Setúbal. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Beato/Lisboa, Chamusca, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 32)



**Figura 32** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2006

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações selecionadas para este bloco (figura 33) podemos observar que em todos eles se verificam subidas das concentrações ainda antes do início do período dos fogos considerados para este bloco. Este facto poderá ter como explicação a existência de fogos de menor dimensão nas imediações das estações onde esta subida dos valores de concentração se verifica.

- No gráfico das concentrações de CO, e após o início do período de fogos considerado, verificam-se cinco momentos em que os dados registados pelas duas estações sofrem subidas consideráveis. O primeiro destes momentos ocorreu no final do dia sete e início do dia oito de Agosto, com as concentrações a subirem aos 1062  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Beato, em Lisboa, e aos 995  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação de Camarinha, em Setúbal. O segundo momento ocorreu na segunda metade do dia oito de Agosto, com os registos de 1061  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 779  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação de Camarinha e do Beato, respetivamente. O terceiro momento verificou-se na manhã do dia onze de Agosto com 1227  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registados na estação de Camarinha e 1080  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Beato. O quarto momento, onde se registaram as concentrações mais elevadas, ocorreu na transição do dia onze para o dia doze de Agosto com os valores de 1710  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Beato e 1429  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação de Camarinha. Por último, já na tarde de dia doze de Agosto registaram-se 983  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Camarinha e 794  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Beato.

A partir do dia treze de Agosto as concentrações baixaram para valores próximos de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Apesar das variações atrás descritas, em nenhum momento as concentrações se aproximaram do valor limite de  $30000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  recomendado pela OMS.

- No gráfico das concentrações de  $\text{NO}_2$  verificam-se, após o início dos fogos considerados para este bloco, vários momentos de elevada concentração deste poluente, especialmente nas estações do Beato e do Instituto Geofísico de Coimbra. Nas restantes estações os valores registados ficaram muito abaixo do valor limite recomendado tanto pela UE como pela OMS.

Na estação do Beato registaram-se máximos de  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia sete,  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia oito,  $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia nove,  $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no início do dia onze,  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no final do dia onze,  $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia doze e  $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia treze de Agosto.

Na estação do Instituto Geofísico de Coimbra os máximos registados foram de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dez e  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia doze de Agosto.

No período deste bloco não se verificaram nenhuma excedências ao valor limite de concentração recomendado para este poluente.

- O gráfico das concentrações de  $\text{SO}_2$  demonstra alguma irregularidade no registo dos dados.

Através dos dados disponíveis verificamos que os valores das concentrações, apesar de baixos, muito abaixo dos  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  recomendados pela UE, têm momentos dignos de destaque.

Na estação de Evedeira atingiram-se os  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia sete,  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia oito,  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dez,  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia onze e  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia doze de Agosto.

Na estação do Instituto Geofísico de Coimbra, os máximos registados foram de  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia oito e  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia nove de Agosto.

A estação do Beato, sem registos durante grande parte do período deste bloco, registou o seu máximo no dia treze de Agosto, com  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- As concentrações de  $\text{O}_3$  registadas nas estações selecionadas mostram que os máximos registados excederam, em todas as estações, os valores limite recomendados.

Os valores registados são especialmente elevados desde o início do período de fogos até ao dia treze de Agosto.

Os máximos registados para este poluente foram de  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no dia onze de Agosto, na Chamusca e em Ervedeira,  $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dez de Agosto no Beato e  $172 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia sete de Agosto no Instituto Geofísico de Coimbra.

Ainda antes do final do período de fogos considerados para este bloco, no decorrer do dia catorze de Agosto, todas as estações registavam a totalidade dos valores de concentração de ozono abaixo dos valores limite recomendados.

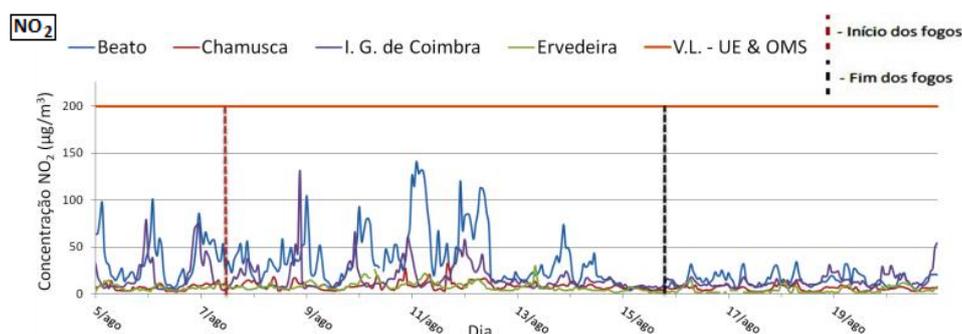
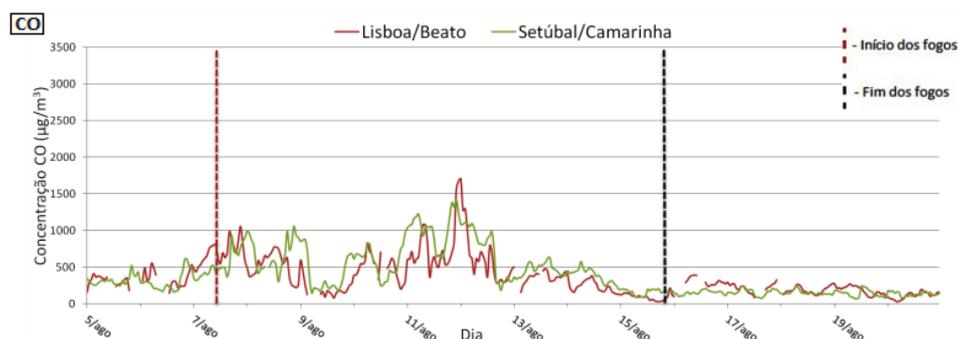
- As concentrações de  $PM_{2,5}$  permaneceram, na maioria do tempo referente a este bloco, acima do valor limite recomendado pela OMS.

No período dos fogos considerados os máximos atingidos ocorreram no dez de Agosto em Ervedeira, com  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e no dia onze de Agosto, na Chamusca, com  $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Salienta-se ainda a existência de um pico de concentração muito elevada, ainda antes do início do período dos fogos deste bloco, na estação de Ervedeira, com  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registados no início do dia sete de Agosto.

- Analogamente ao que se verificou nas concentrações das  $PM_{2,5}$ , também nas  $PM_{10}$  se observa uma elevada concentração destas partículas no período anterior aos fogos considerados, com os valores a atingirem os  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia sete de Agosto em Ervedeira.

No período dos fogos verificamos que as concentrações atingiram os valores mais elevados nos dias dez, onze e doze de Agosto, com os registos a chegarem aos  $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra,  $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira.



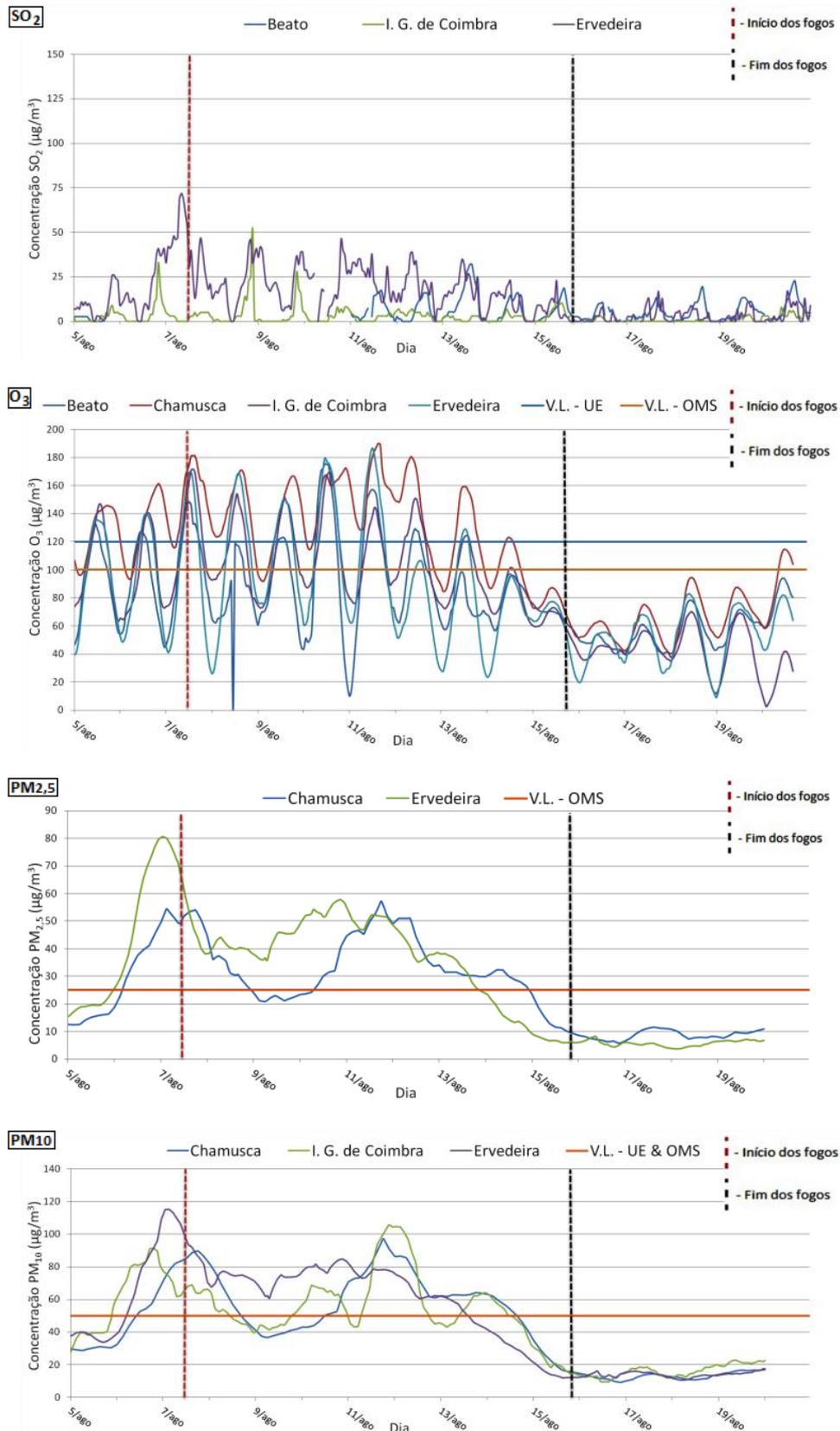


Figura 33 - Variação das concentrações dos poluentes no período do 3º bloco de 2006

Na imagem captada às 11:00 (UTC) do dia nove de Agosto de 2006 pelo MODIS – Terra (figura 34) podemos observar que as colunas de fumo visíveis, provenientes de fogos de

dimensão inferior a 2000 ha, não passavam perto de nenhuma estação de monitorização da qualidade do ar, pelo que, nos gráficos dos valores das concentrações dos poluentes não se verificou nenhum aumento destes mesmos valores.

Na imagem captada às 10:45 (UTC) do dia onze de Agosto de 2006 pelo MODIS – Terra (figura 35) podemos observar que existe uma pluma de fumo, resultante de um incêndio ocorrido entre a Chamusca e Ervedeira e que pode ser responsável pelos aumentos de concentração verificados nestas estações. Na imagem não se verifica nenhuma razão relacionada com fogos florestais para os valores registados nas concentrações de CO e NO<sub>2</sub> nas estações do Beato e de Camarinha.



**Figura 34** - Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 11:00 (UTC) do dia 9-8-2006, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 3º bloco de 2006



**Figura 35** - Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 10:45 (UTC) do dia 11-8-2006, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 3º bloco de 2006

## 2007

### **1º Bloco**

(das 13:20 de 20 de Agosto até às 00:04 de 21 de Agosto – 10 horas e 44 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 30 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 3976 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Santarém e foi responsável por 2505 ha de terreno atingido.

Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar da Chamusca, Terena, Fundão, Fornelo do Monte, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 36)



**Figura 36** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2007

## 2º Bloco

(das 14:57 de 6 de Setembro até às 20:45 de 7 de Setembro – 1 dia, 5 horas e 48 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 63 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 3035 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Leiria e foi responsável por 2118 ha de terreno atingido.

Para a análise dos valores de concentração de CO na atmosfera utilizaram-se os dados recolhidos pela estação de qualidade do ar do Beato/Lisboa. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar da Chamusca, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 37)



**Figura 37** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2007

## 2009

### **1º Bloco**

(das 00:51 até às 14:10 de 30 de Julho – 13 horas e 19 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 71 incêndios florestais. Destes, 2 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 14542 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os dois fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 9498 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito da Guarda e atingiu uma área de 7080 ha.

Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar de Lamas de Olo, Fundão e Fornelo do Monte. (figura 38)



**Figura 38** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2009

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações seleccionadas para este bloco (figura 39) podemos observar que:

- No gráfico resultante dos dados recolhidos para as concentrações de  $\text{NO}_2$ , para o período do fogo considerado neste bloco, verifica-se que apenas a estação do Fundão registou um aumento significativo dos valores de concentração, tendo chegado aos  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na manhã do dia trinta de Agosto.

Imediatamente a seguir à extinção do fogo considerado verifica-se um ligeiro aumento das concentrações em todas as estações, com os valores a atingirem os  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e, Lamas de Olo,  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão e  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Fornelo do Monte.

No dia um de Setembro a estação do Fundão voltou a registar um pico de concentração com  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

O aumento das concentrações registado em todas as estações logo após o fogo poderá estar ainda relacionado com o próprio fogo considerado, uma vez que a curta duração do fogo e o tempo de dispersão dos poluentes poderão ser as razões que levaram a que o registo dos efeitos do fogo, no que ao  $\text{NO}_2$  diz respeito, se tenha obtido já depois da extinção do mesmo. Já o pico registado no dia um de Setembro na estação do Fundão poderá ter origem num outro fogo de menores dimensões ocorrido nas imediações desta estação.

Nenhum dos valores de concentração registados pelas estações selecionadas para este período se aproximou dos 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor limite recomendado tanto pela OMS como pela UE.

- Os dados recolhidos para o  $\text{SO}_2$  neste período mostram uma importante variação dos valores registados. Observam-se vários períodos em que a quantidade de  $\text{SO}_2$  no ar era menor do que o limite de deteção dos instrumentos utilizados para a recolha dos dados. Intercalando estes períodos de concentração nula, a estação de Lamas de Olo registou várias subidas dos valores de concentração antes, durante e depois do período do fogo considerado. Antes do período do fogo, esta estação registou 49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte e oito e 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte e nove de Agosto. Durante o período do fogo, os máximos registados foram de 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação do Fundão e 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Lamas de Olo. No período depois do fogo e talvez devido à existência de fogos de menor dimensão nas imediações das estações, registaram-se no dia um de Setembro, no Fundão, 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e no dia dois de Setembro em Lamas de Olo, 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Todos os valores registados ficaram muito abaixo dos 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  recomendados como valor limite pela UE.

- No gráfico das concentrações de  $\text{O}_3$  observa-se que na estação de Fornelo do Monte, no dia vinte e oito de Agosto, ainda antes do início do fogo considerado neste bloco, foi registada uma elevada concentração com os valores a atingirem os 149  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Fogos de menor dimensão na imediação desta estação poderão estar na origem desta subida do valor da concentração.

No período do fogo deste bloco inicia-se um aumento das concentrações deste poluente, que terá maior expressão já no período pós-fogo, com os valores a atingirem máximos de 164  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no final do dia trinta de Agosto, em Lamas de Olo e 162  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 133  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia trinta e um de Agosto em Lamas de Olo, Fornelo do Monte e Fundão, respetivamente.

A dispersão dos poluentes, o facto de o ozono ser um poluente secundário e a curta duração do fogo são fatores que poderão estar relacionados com a verificação dos valores mais altos de concentração já no período depois do fogo.

Apenas em raros momentos do período considerado para este bloco se verificaram excedências ao valor limite recomendado pela UE. Já o valor limite recomendado pela OMS foi excedido com maior frequência, ainda que em alguns casos esta excedência tenha sido muito ligeira.

- Nos valores das concentrações das  $\text{PM}_{2,5}$  registados verifica-se um considerável aumento, no período dos fogos, com o valor máximo de concentração a ser atingido ainda

no dia trinta de Agosto, mas já no período pós-fogo, com  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registado em Lamas de Olo.

Na estação do Fundão, após a subida ocorrida durante o período do fogo, a concentração atingiu os  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na manhã do dia trinta e um de Agosto. Ao final da manhã desse mesmo dia verifica-se uma descida do valores da concentração até aos  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , para depois voltar a subir até aos  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  já no fim do dia. Esta nova subida dos valores da concentração, verificado nesta estação, poderá estar relacionado com a existência de outros fogos de menor dimensão.

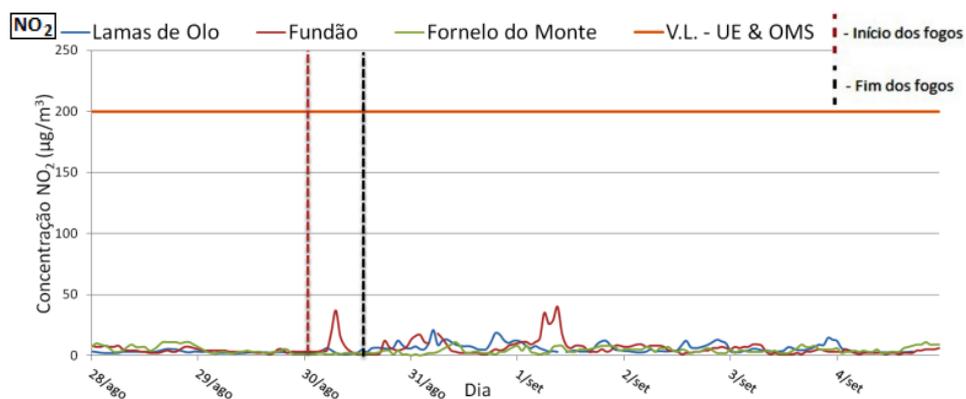
Os valores registados nas estações do Fundão e de Lamas de Olo excederam o valor limite recomendado pela OMS por mais de 24 e 48 horas consecutivas, respetivamente.

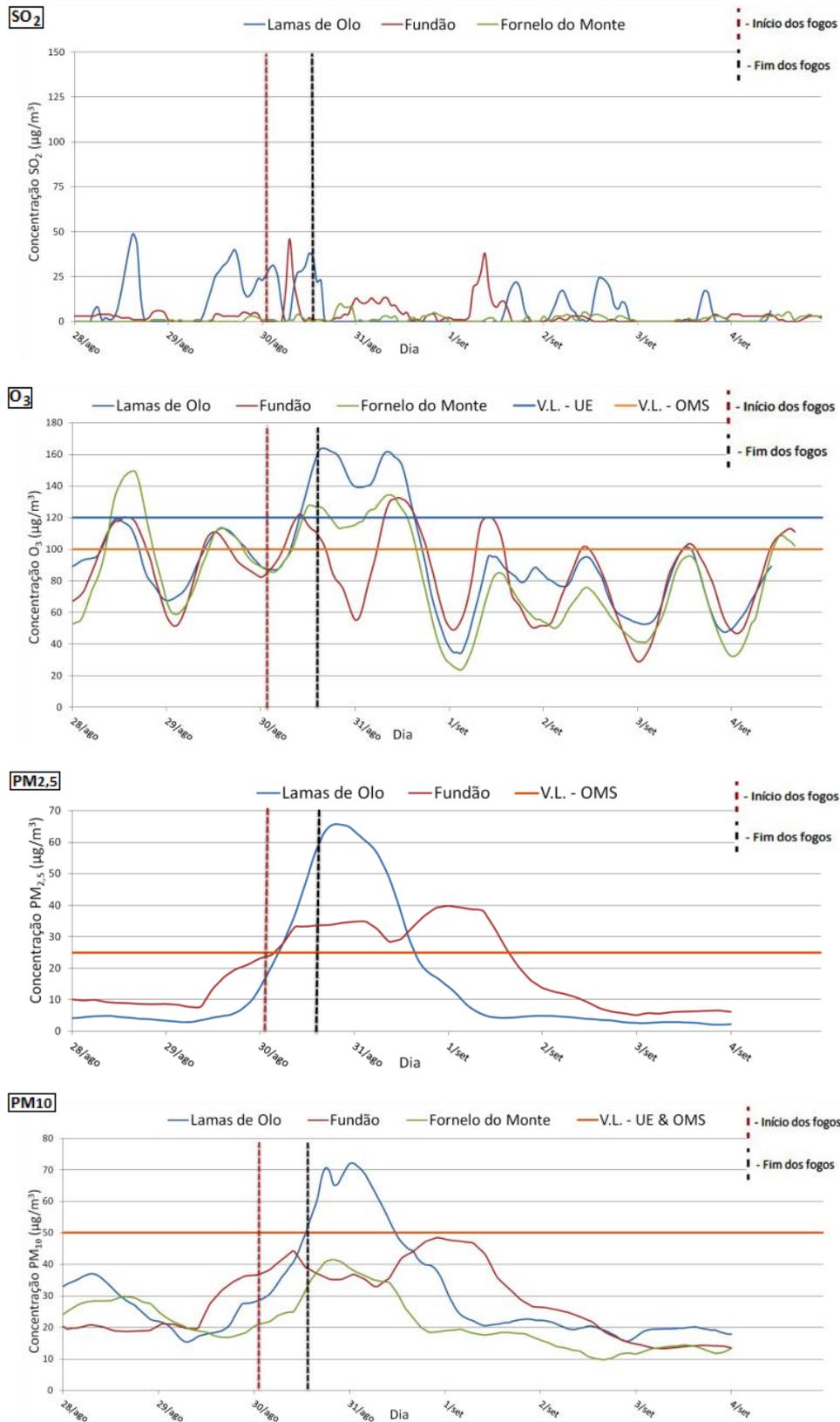
- No gráfico resultante dos registos das concentrações das  $\text{PM}_{10}$  verifica-se que, com exceção da estação do fundão, é no período do fogo que ocorreram as maiores subidas da concentração.

Na estação do Fundão registaram-se dois picos de concentração. O primeiro ocorreu ainda no decorrer do fogo, com a concentração a atingir os  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . O segundo verificou-se já depois da extinção do fogo, no dia trinta e um de Agosto, com  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e poderá estar relacionado com a existência de outros fogos, de menor dimensão, nas imediações da estação.

Nas estações de Lamas de Olo e de Fornelo do Monte os máximos registaram-se no final do dia trinta e início do dia trinta e um de Agosto, com as concentrações a atingirem os  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respetivamente.

O valor limite recomendado pela OMS e pela UE, para este poluente, foi excedido apenas na estação de Lamas de Olo.





**Figura 39** - Variação das concentrações dos poluentes no período do 1º bloco de 2009

Na imagem captada às 12:05 (UTC) do dia trinta de Agosto de 2009 pelo MODIS – Terra (figura 40) podemos observar que existe uma pluma de fumo nas imediações da estação de Lamas de Olo. Esta, é proveniente de um fogo inferior a 2000 ha, mas ainda assim tem um impacto muito grande nos valores de concentração de partículas registados pela

estação. A estação do Fundão se encontra-se muito próximo da localização de um dos incêndios ocorridos durante este bloco, mas a imagem não nos permite visualizar qualquer nuvem de poluentes a afetar esta estação. A justificação poderá estar no facto de o fogo ter sido extinto antes da captação da imagem e os poluentes emitidos já estarem muito diluídos na atmosfera.



**Figura 40** - Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 12:05 (UTC) do dia 30-8-2009, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 1º bloco de 2009

## **2010**

### **1º Bloco**

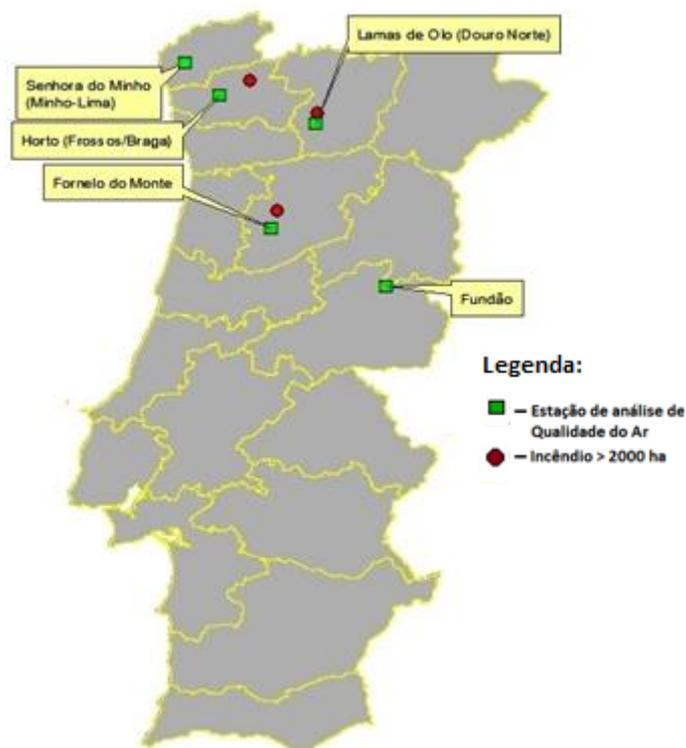
(da 01:35 de 5 de Agosto até às 22:40 de 8 de Agosto – 3 dias, 21 horas e 5 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 376 incêndios florestais. Destes, 3 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 26241 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os três fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 10762 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Viseu e atingiu uma área de 5066 ha.

Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Douro Norte, Frossos/Braga, Minho-Lima, Fornelo do Monte e Fundão. (figura 41)



**Figura 41** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2010

## 2º Bloco

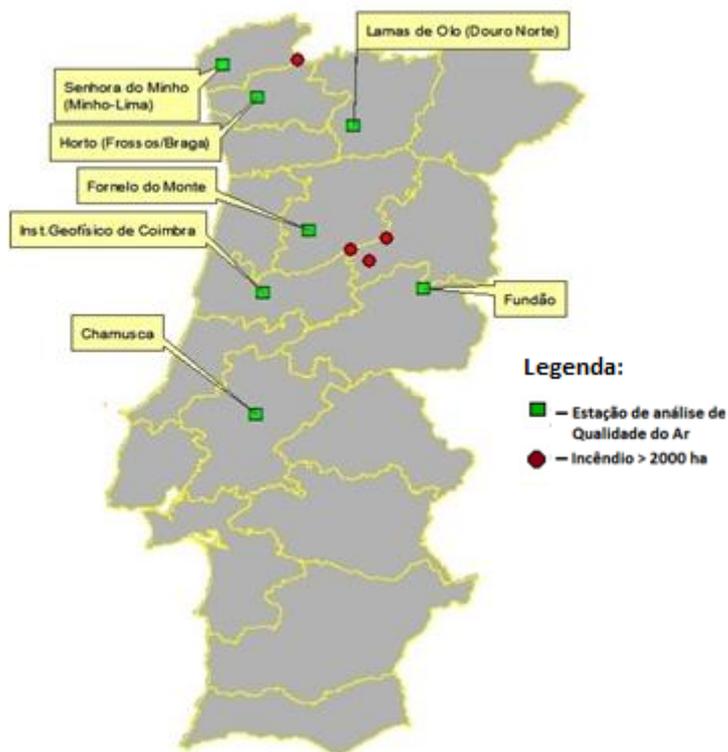
(das 16:36 de 10 de Agosto até às 10:15 de 23 de Agosto – 12 dias, 17 horas e 39 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 746 incêndios florestais. Destes, 4 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 51696 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os quatro fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 14970 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito da Guarda e atingiu uma área de 4483 ha.

Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados que permitissem algum tipo de análise. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Douro Norte, Frossos/Braga, Chamusca, Fundão, Minho-Lima, Forno do Monte e Instituto Geofísico de Coimbra. (figura 42)



**Figura 42** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2010

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações selecionadas para este bloco (figura 43) podemos observar que:

- No período imediatamente anterior ao início dos fogos considerados, todos os poluentes com dados disponíveis, já demonstram aumentos dos valores de concentração. Estes aumentos poderão estar relacionados com a existência de fogos de menor dimensão nas imediações das estações utilizadas.

- No gráfico da variação das concentrações de  $\text{NO}_2$  verifica-se um grande aumento dos valores das concentrações, principalmente nas estações de Frossos, em Braga e do Instituto Geofísico de Coimbra. Nestas estações são vários os picos de concentração que se podem observar. Na estação do Instituto Geofísico de Coimbra registaram-se  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia onze,  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia treze e  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia quinze de Agosto. Na estação de Frossos foram registados  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dez e  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tanto no dia dezasseis como no dia dezassete de Agosto.

No decorrer do período dos fogos considerados para este bloco, as concentrações de  $\text{NO}_2$  registadas ficaram abaixo dos  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bem abaixo dos  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  recomendados pela OMS e pela UE.

- As concentrações de  $\text{SO}_2$  registadas, no período dos fogos deste bloco, permaneceram muito baixas e com variações muito ténues. A exceção encontra-se no dia onze de

Agosto, na estação de Minho-Lima, onde a concentração subiu aos 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  antes de haver uma falha na aquisição de dados.

Em todas as outras estações os valores de concentração mantiveram-se abaixo dos 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

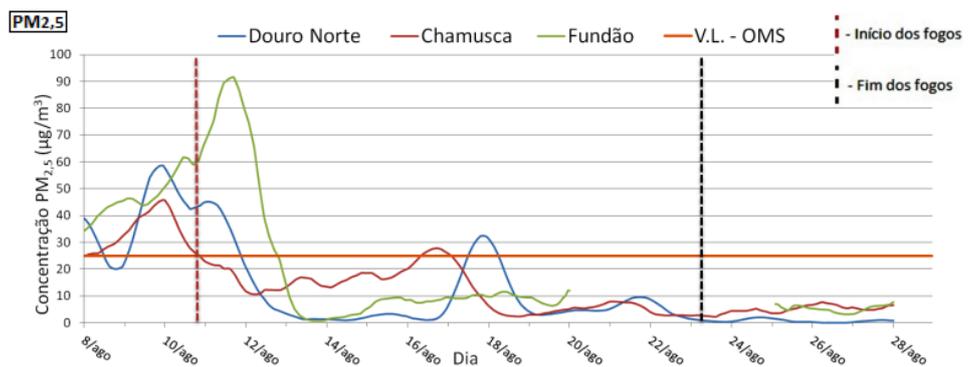
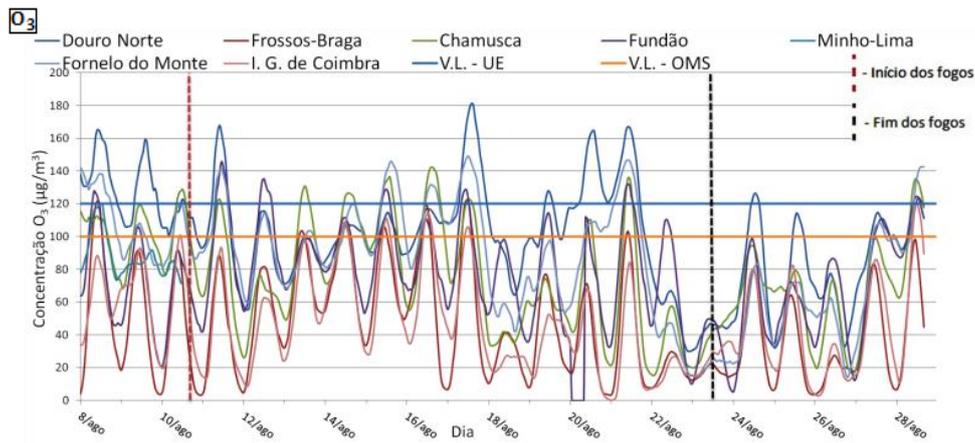
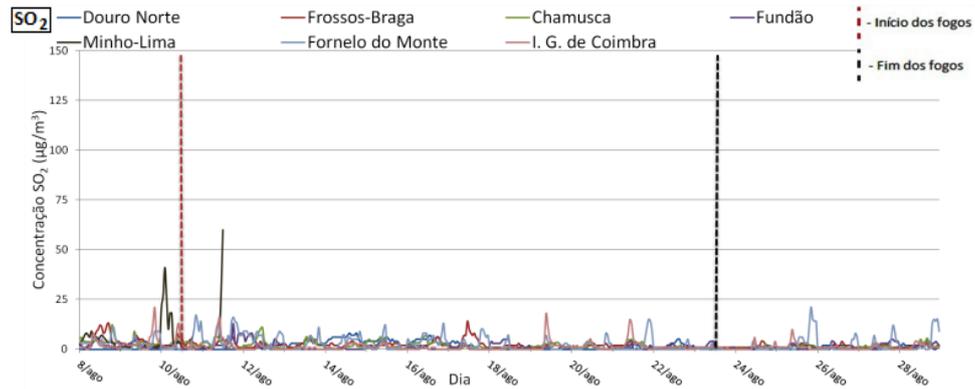
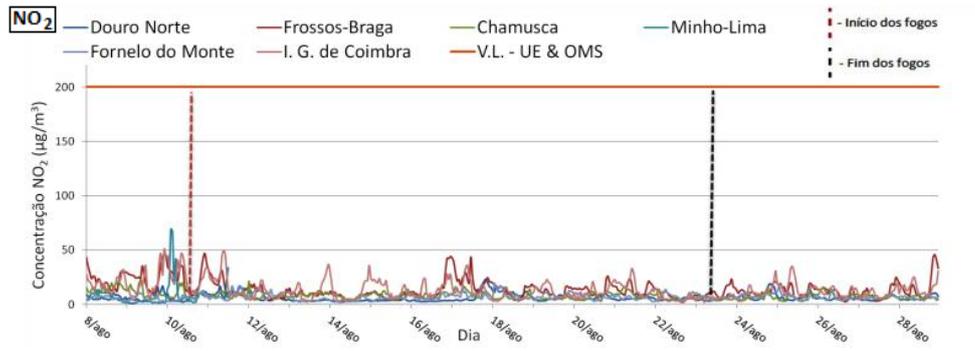
-O gráfico resultante dos valores das concentrações de  $\text{O}_3$  para este bloco mostra-nos três intervalos de elevadas concentrações registados no período dos fogos. O primeiro ocorreu no dia onze de Agosto com as estações a registarem 168  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Douro-Norte, 146  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão e 141  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Fornelo do Monte. O segundo intervalo teve início no dia quinze de Agosto e estendeu-se até ao dia dezassete do mesmo mês, com as concentrações a atingirem máximos de 181  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Douro-Norte, 148  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Fornelo do Monte e 142  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca. O terceiro intervalo registado, ocorreu nos dias vinte e vinte e um de Agosto. Neste, a estação do Douro Norte registou dois picos de concentração, um no dia vinte com 165  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e outro no dia vinte e um com 167  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Também no dia vinte e um de Agosto as estações de Fornelo do Monte, Chamusca e Fundão registaram valores elevados de ozono no ar, nomeadamente, 147  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em Fornelo do Monte, 136  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e 132  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão.

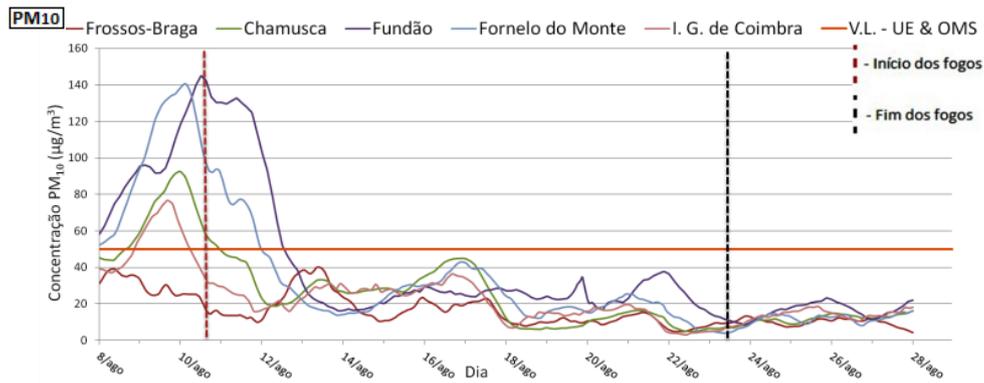
- No gráfico das concentrações de  $\text{PM}_{2,5}$  pode-se verificar, na estação do Fundão e do Douro-Norte, um aumento dos valores da concentração no primeiro dia após o início do período de fogos considerados, com os valores a chegarem aos 92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Fundão e 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no Douro-Norte. Após esta subida inicial, os valores descem para níveis abaixo do valor limite recomendados pela OMS.

Até ao fim do período de fogos ainda se registam excedências nas estações da Chamusca e do Douro-Norte. No dia dezasseis de Agosto, na estação da Chamusca, registaram-se 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e no dia dezassete de Agosto, na estação do Douro-Norte, a concentração atingiu os 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Com exceção das elevadas concentrações registadas no período anterior ao início dos fogos considerados, e já anteriormente referidas, as concentrações de  $\text{PM}_{10}$  permaneceram, em todas as estações, abaixo do valor limite recomendado.

Assinalam-se apenas alguns aumentos dos valores da concentração. Nos dias doze e treze de Agosto, em Frossos, Braga, com a concentração a chegar aos 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nos dias dezasseis e dezassete de Agosto, na Chamusca e no Fornelo do Monte, com as concentrações a atingirem os 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respetivamente, e por último, dois picos registados na estação do Fundão, com 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia dezanove e 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia vinte e um de Agosto.





**Figura 43 -** Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2010

Na imagem captada às 13:05 (UTC) do dia dezasseis de Agosto de 2010 pelo MODIS – Aqua (figura 44) podemos observar que apesar de a zona das estações de Minho-Lima e de Horto estar rodeada de nuvens de fumo, nas concentrações de poluentes registadas nesta duas estações não se verificam aumentos significativos. Pelo contrário, na área de influência da estação da Chamusca verifica-se apenas uma leve névoa e é precisamente nesta estação que foram registados, na maioria dos poluentes, os maiores valores de concentração para este dia.



**Figura 44 -** Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:05 (UTC) do dia 16-8-2010, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2010

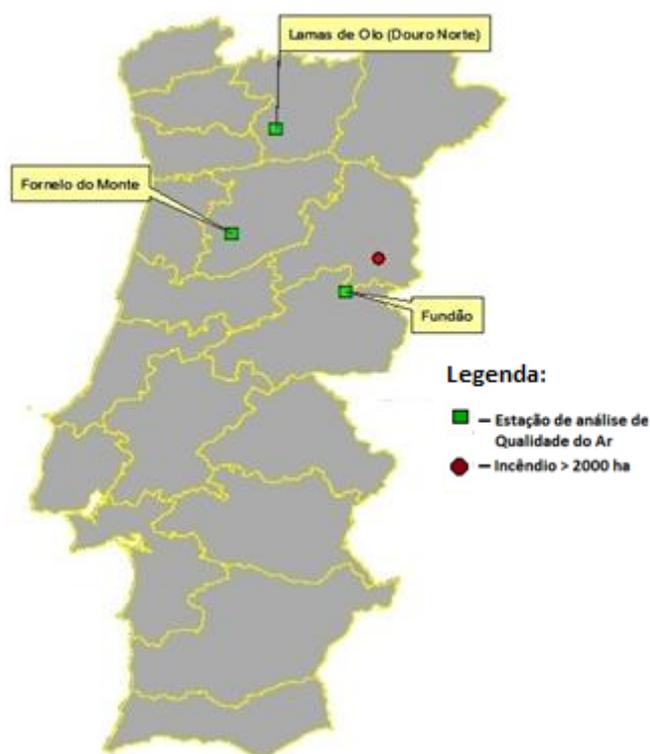
### 3º Bloco

(das 14:24 de 26 de Agosto até às 15:09 de 29 de Agosto – 3 dias e 45 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 102 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 7566 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito da Guarda e foi responsáveis por 3421 ha de terreno atingido.

Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Douro Norte, Fornelo do Monte e Fundão. (figura 45)



**Figura 45** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 3º bloco de 2010

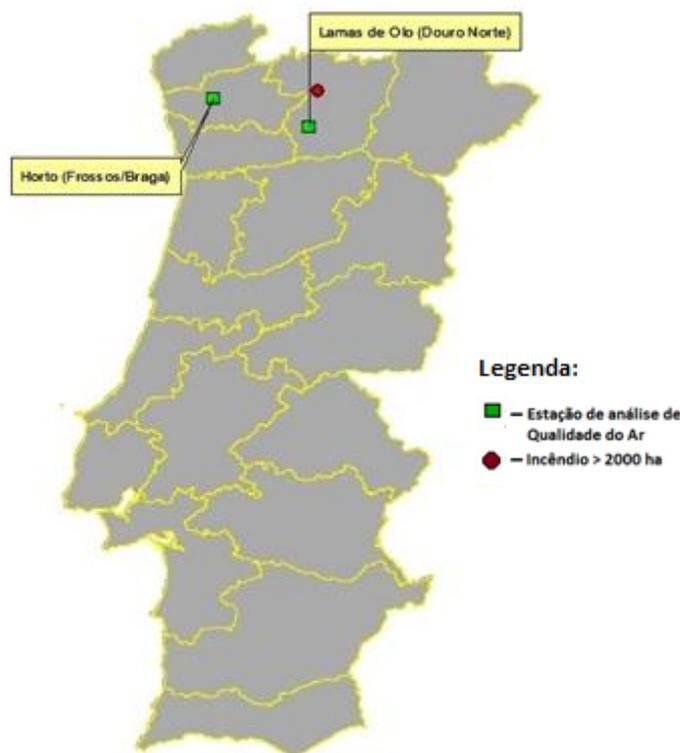
### 4º Bloco

(das 23:14 de 30 de Agosto até às 15:56 de 31 de Agosto – 16 horas e 42 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 84 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 8115 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Vila Real e foi responsáveis por 4019 ha de terreno atingido.

Para a análise dos efeitos na atmosfera deste incêndio selecionaram-se as estações de qualidade do ar mais próximas. Para os valores de concentração de CO não estavam disponíveis quaisquer dados que permitissem algum tipo de análise. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar do Douro Norte e Frossos/Braga. (figura 46)



**Figura 46** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 4º bloco de 2010

## 2012

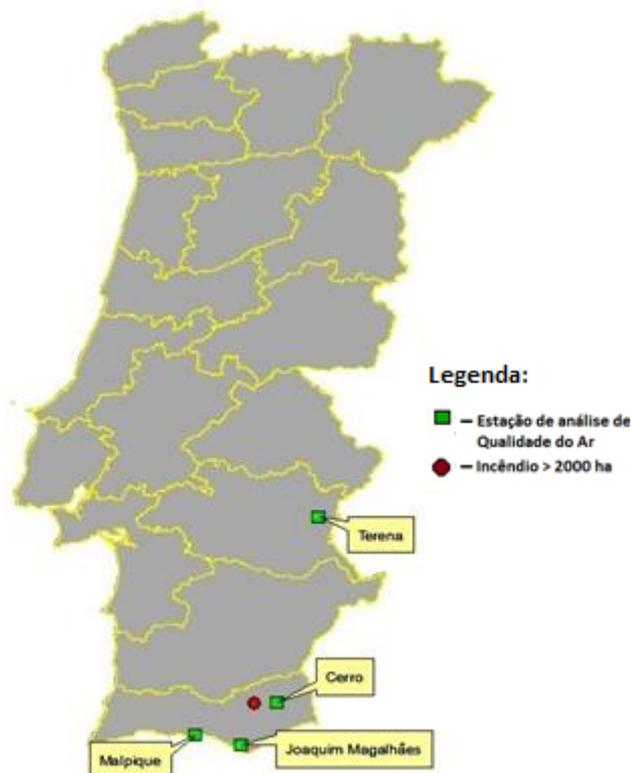
### **1º Bloco**

(das 14:10 de 18 de Julho até às 22:26 de 20 de Julho – 2 dias, 8 horas e 16 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 73 incêndios florestais. Destes, 1 atingiu uma área superior a 2000 ha.

De um total de 26952 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, o fogo com área superior a 2000 ha teve lugar no distrito de Faro e foi responsável por 21437 ha de terreno atingido.

Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar de Terena, Malpique, Cerro e Joaquim Magalhães/Faro. (figura 47)



**Figura 47** - Localização do incêndio >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 1º bloco de 2012

## 2º Bloco

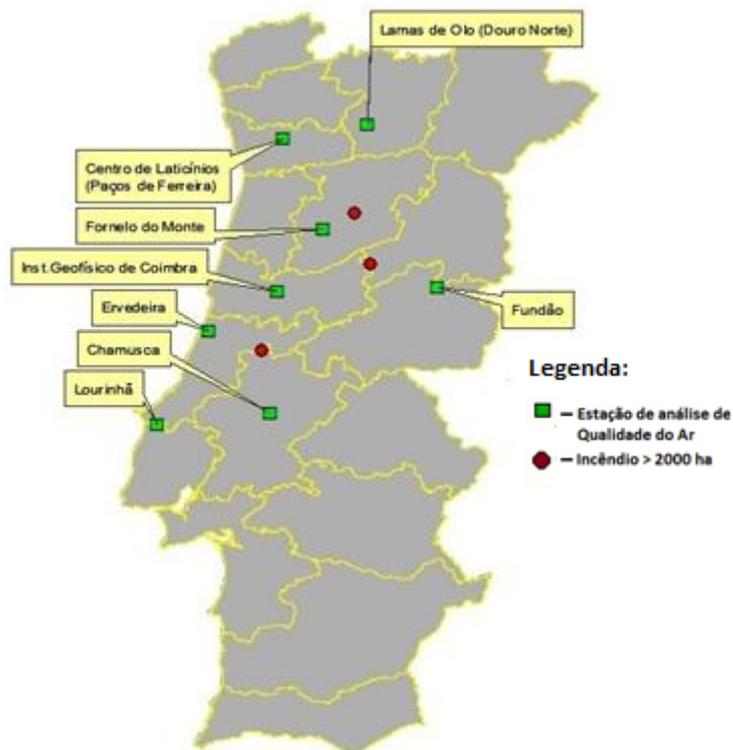
(das 12:20 de 2 de Setembro até às 19:30 de 8 de Setembro – 6 dias, 7 horas e 10 minutos)

Durante o período de tempo deste bloco ocorreram 397 incêndios florestais. Destes, 3 atingiram uma área superior a 2000 ha.

De um total de 27039 ha atingidos pela totalidade dos incêndios neste período, os três fogos com área superior a 2000 ha foram responsáveis por 9684 ha de terreno atingido.

O maior incêndio ocorrido neste período teve lugar no distrito de Santarém e atingiu uma área de 4130 ha.

Os valores de concentração de CO não estavam disponíveis. Para as concentrações de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> utilizaram-se os dados recolhidos pelas estações de qualidade do ar da Lourinhã, Chamusca, Douro Norte, Centro de Lacticínios/Paços de Ferreira, Fundão, Fornelo do Monte, Instituto Geofísico de Coimbra e Ervedeira. (figura 48)



**Figura 48** - Localização dos incêndios >2000 ha e das estações de monitorização da qualidade do ar, utilizadas no 2º bloco de 2012

Da observação dos gráficos produzidos com os dados recolhidos pelas estações selecionadas para este bloco (figura 49) podemos observar que:

- No gráfico resultante dos valores das concentrações de NO<sub>2</sub>, registados para este bloco, é possível observar, nas estações do Instituto Geofísico de Coimbra e de Paços de Ferreira, uma grande variação entre o período diurno e noturno. Os valores mais baixos, registados durante o período diurno, poderão justificar-se pelo facto de este poluente, quando sujeito a elevada radiação solar, ser degradado. No período noturno, quando as concentrações são mais elevadas, verifica-se que antes ainda do início do período dos fogos considerados, já as estações registavam valores próximos dos verificados durante o período dos fogos, o que se poderá justificar com a existência de fogos de menor dimensão nas imediações destas duas. Os máximos registados no Instituto Geofísico de Coimbra, durante o período de fogos deste bloco, foram de 58 µg/m<sup>3</sup> no dia dois, 59 µg/m<sup>3</sup> no dia três, 67 µg/m<sup>3</sup> no dia quatro e 54 µg/m<sup>3</sup> no dia sete de Setembro. Na estação de Paços de Ferreira os máximos registados foram de 65 µg/m<sup>3</sup> no dia dois e no dia cinco, 67 µg/m<sup>3</sup> no dia seis e 77 µg/m<sup>3</sup> no dia sete de Setembro.

Todas as outras estações registaram valores muito abaixo dos registados no Instituto Geofísico de Coimbra e de Paços de Ferreira e a totalidade dos registos efetuados por todas as estações utilizadas, neste período e para este poluente, ficaram muito abaixo dos 200 µg/m<sup>3</sup> recomendados como valor limite, tanto pela OMS como pela UE.

- As concentrações de SO<sub>2</sub> registadas no período deste bloco foram, na maioria das estações utilizadas, muito baixas. As exceções verificaram-se nas estações da Chamusca e de Ervedeira. Na estação de Ervedeira registaram-se dois momentos onde a concentração sofre dois aumentos assinaláveis. O primeiro ocorreu no dia dois de Setembro, com o registo de 20 µg/m<sup>3</sup> e o segundo ocorreu no dia três de Setembro com 22 µg/m<sup>3</sup> registados.

Na estação da Chamusca verificaram-se três momentos com assinaláveis valores de concentração, quando comparados com os valores registados pela maioria das estações. O primeiro momento ocorreu no dia quatro de Setembro, onde se atingiram os 27 µg/m<sup>3</sup>. O segundo, onde se registou o valor mais alto de concentração deste poluente, no período do bloco, registou-se no dia cinco de Setembro, com 85 µg/m<sup>3</sup>. O terceiro momento ocorreu no dia seis de Setembro e teve como máximo registado 42 µg/m<sup>3</sup>.

Apesar dos valores registados em Ervedeira e na Chamusca serem elevados, quando comparados com os valores registados nas outras estações, ficaram ainda muito abaixo dos 350 µg/m<sup>3</sup>, valor limite recomendado pela UE para este poluente.

- Na variação das concentrações de O<sub>3</sub> verifica-se que foi no decorrer do período dos fogos considerados que se registaram os valores mais elevados. Neste período os máximos registados foram de 144 µg/m<sup>3</sup>, no dia sete de Setembro em Fornelo do Monte, 140 µg/m<sup>3</sup> e 141 µg/m<sup>3</sup> registados na Lourinhã, nos dias quatro e cinco de Setembro, 139 µg/m<sup>3</sup> na Chamusca, no dia cinco de Setembro e 138 µg/m<sup>3</sup> em Paços de Ferreira, no dia sete de Setembro.

Todas as estações utilizadas excederam, pelo menos uma vez, o valor limite recomendados pela OMS e em cinco das oitos estações utilizadas registaram-se excedências ai valor limite recomendado pela UE.

- No gráfico das concentrações das PM<sub>2,5</sub>, registadas no período deste bloco, verifica-se que os valores mais altos foram atingidos nas estações de Ervedeira e de Paços de Ferreira.

Na estação de Ervedeira observa-se que a subida dos valores da concentração deste poluente teve início ainda antes do período dos fogos considerados e que esta se manteve até ao final do dia dois de Setembro, onde se registaram 42 µg/m<sup>3</sup>. Às primeiras horas do dia três de Setembro, os valores baixaram até aos 38 µg/m<sup>3</sup> para depois voltarem a subir até aos 59 µg/m<sup>3</sup> registados na manhã do dia quatro de Setembro. Durante a tarde do dia quatro, todo o dia cinco e a manhã do dia seis de Setembro, todos os valores registados, em todas as estações utilizadas, ficaram abaixo do valor limite recomendado pela OMS. Desde a tarde do dia seis até à manhã do dia nove de Setembro, a estação de Ervedeira voltou a registar excedências ao valor limite

recomendado, com a concentração a atingir o máximo de  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no final do dia sete de Setembro.

Neste período de fogos também a estação da Chamusca registou um pico de concentração acima do valor limite recomendado, com  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registados no dia três de Setembro.

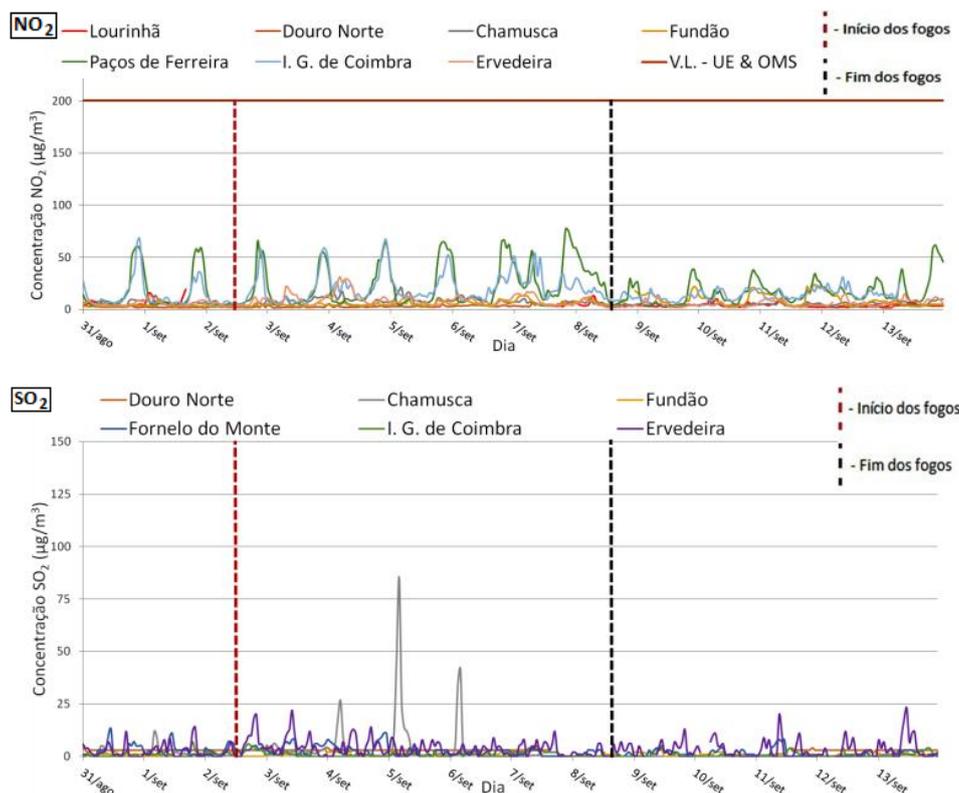
Todas as outras estações registaram valores abaixo do limite recomendado, com um máximo registado de  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no dia oito de Setembro, na estação do Fundão.

- Analogamente ao que se observou no gráfico das concentrações de  $\text{PM}_{2,5}$ , também nas concentrações de  $\text{PM}_{10}$  o aumento na estação de Ervedeira se começa a verificar ainda antes do período dos fogos considerados neste bloco.

Os máximos atingidos, na concentração destas partículas, ocorreram durante os dias três e quatro de Setembro, com os valores a chegarem aos  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Fornelo do Monte,  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Ervedeira,  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na Chamusca e  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no Instituto Geofísico de Coimbra. Todos estes valores excedem o valor limite recomendado pela OMS e pela UE.

No dia seis de Setembro registou-se ainda, no Instituto Geofísico de Coimbra, uma excedência ao valor limite recomendado, com a concentração a subir aos  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nos registos da estação de Paços de Ferreira verifica-se um máximo de  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no dia oito de Setembro. Apesar de não exceder o valor limite recomendado pela OMS e pela UE, fica-lhe muito próximo.



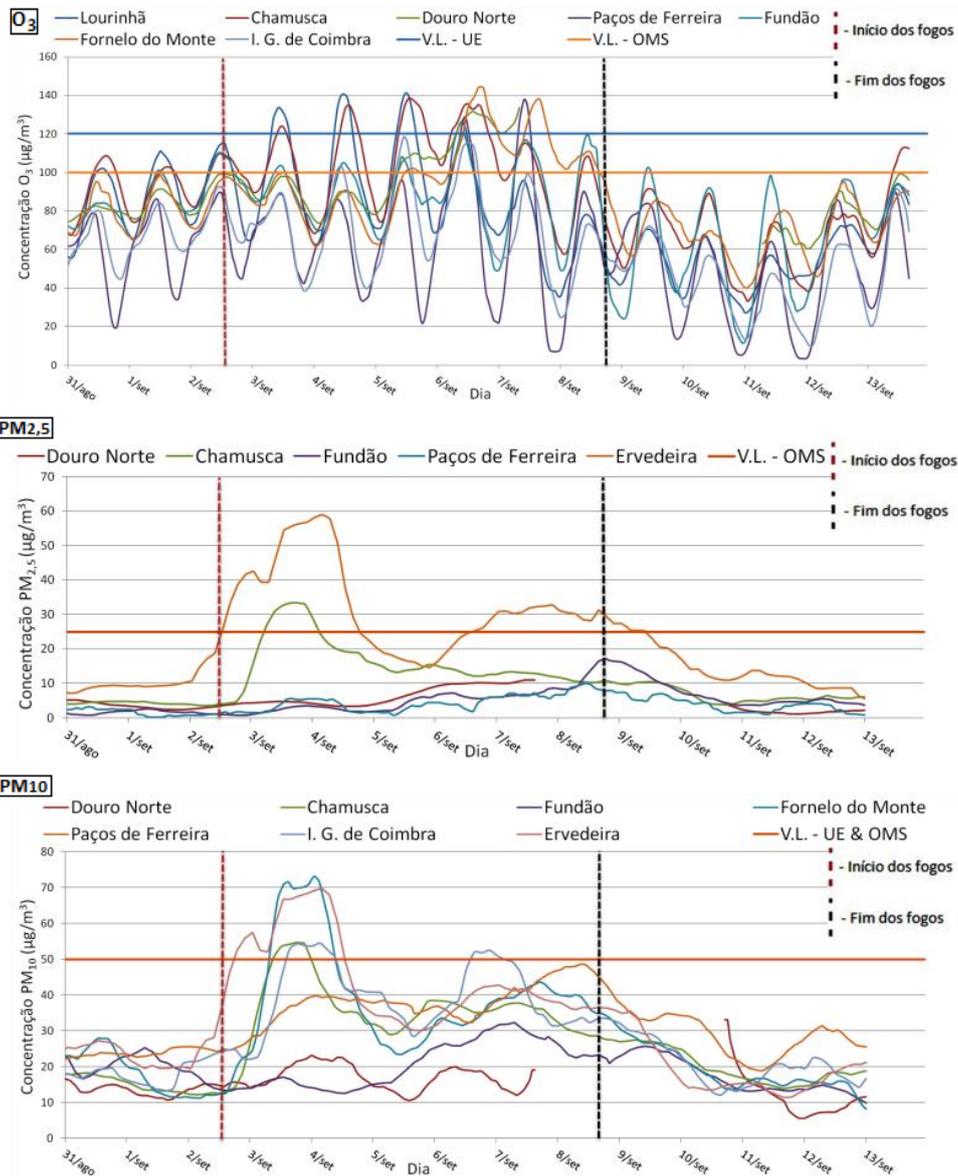


Figura 49 - Variação das concentrações dos poluentes no período do 2º bloco de 2012

Na imagem captada às 14:10 (UTC) do dia três de Setembro de 2012 pelo MODIS – Aqua (figura 50) podemos observar que os três fogos com dimensão superior a 2000 ha estavam ativos em simultâneo e ainda existiam mais uns, de pequena dimensão a contribuir para o aumento dos valores de concentração de poluentes na atmosfera. O vento estava de nordeste e empurrava os poluentes para as estações de Forno do Monte, Instituto Geofísico de Coimbra, Ervedeira, Lourinhã e Chamusca. Verifica-se que foi nestas estações que foram registados os maiores valores de concentração e pode-se assim atribuir o aumento das concentrações à existência daqueles fogos florestais.

Na imagem captada às 11:35 (UTC) do dia quatro de Setembro de 2012 pelo MODIS – Terra (figura 51) podemos observar que o incêndio mais a sul já havia sido extinto. O vento abrandou, como se pode verificar pela coluna de fumo do incêndio localizado mais

próximo do Fundão, e os valores das concentrações, principalmente das partículas diminuíram drasticamente.



**Figura 50** - Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 14:10 (UTC) do dia 3-9-2012, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2012



**Figura 51** - Imagem MODIS, de Portugal Continental, captada às 13:10 (UTC) do dia 4-9-2012, com localização dos fogos > 2000ha e estações utilizadas no 2º bloco de 2012

### 3.3.4. Conclusão dos efeitos na atmosfera

Como se pode observar, no período em estudo, o número de incêndios com mais de 2000 ha foi muito elevado, com uma média anual superior a dez incêndios. Apesar de na maioria dos anos o número real ter ficado muito abaixo da média, os anos de 2003 e de 2005 foram especialmente complicados, com cinquenta e três e trinta e um incêndios superiores a 2000 ha, respetivamente. Verifica-se ainda que nestes anos, o período mais crítico foi o mês de Agosto, quando as temperaturas altas, aliadas à baixa humidade e à vegetação seca tornam as condições mais favoráveis para a ocorrência de incêndios.

No que às estações de monitorização da qualidade do ar diz respeito, há a lamentar o reduzido número de estações localizadas no interior e leste do país, não permitindo assim que os efeitos de muitos dos incêndios que ocorrem possam ser conhecidos.

Quanto à análise dos dados das concentrações de poluentes, podemos concluir que apesar do elevado número de incêndios ocorridos no período em estudo, apenas o  $O_3$ , as  $PM_{2,5}$  e as  $PM_{10}$  registaram valores muito acima dos recomendados tanto pela OMS como pela UE. Nos dados dos poluentes primários gasoso ( $CO$ ,  $NO_2$  e  $SO_2$ ) verificou-se apenas uma excedência aos valores limite, na concentração de  $NO_2$  registada na estação do Beato, no terceiro bloco de 2003, e que poderá nem estar relacionada com incêndios

florestais, visto ser uma estação situada em ambiente urbano. Os dados das concentrações de partículas e de ozono, quando disponíveis, registaram excedências em todos os períodos de observação.(tabela 6)

**Tabela 6 – Ultrapassagens verificadas aos Valores Limite Recomendados**

		CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
2003	2º bloco				228 µg/m <sup>3</sup>		176 µg/m <sup>3</sup>
	3º bloco		208 µg/m <sup>3</sup>		144 µg/m <sup>3</sup>		
2005	1º bloco				280 µg/m <sup>3</sup>	93 µg/m <sup>3</sup>	345 µg/m <sup>3</sup>
	2º bloco				280 µg/m <sup>3</sup>	398 µg/m <sup>3</sup>	443 µg/m <sup>3</sup>
2006	3º bloco				190 µg/m <sup>3</sup>	58 µg/m <sup>3</sup>	106 µg/m <sup>3</sup>
2009	1º bloco				164 µg/m <sup>3</sup>	66 µg/m <sup>3</sup>	72 µg/m <sup>3</sup>
2010	2º bloco				181 µg/m <sup>3</sup>	92 µg/m <sup>3</sup>	
2012	2º bloco				144 µg/m <sup>3</sup>	59 µg/m <sup>3</sup>	73 µg/m <sup>3</sup>

### 3.4. Solos e Recursos hídricos

Apesar de não serem tão visíveis como os efeitos na vegetação ou na atmosfera, os efeitos dos fogos no solo e nos recursos hídricos são os que se arrastam mais no tempo e, conseqüentemente, são aqueles cuja reposição aos níveis anteriores ao fogo são mais difíceis de alcançar.

O solo é a base da cadeia trófica terrestre, condiciona o ciclo hidrológico e influencia diretamente a quantidade e qualidade da água disponível.

Um dos principais efeitos dos fogos florestais nos solos é o aumento da taxa de erosão dos solos. Nos casos mais graves de erosão, esta pode atingir taxas superiores a 5 t/ha/ano (Silva et al., 2007). Recorrentemente, o efeito do fogo nos solos resulta na sua degradação e na poluição dos cursos de água próximos. Estes efeitos devem-se principalmente a três fatores.

- A combustão de toda a vegetação arbustiva, herbácea e da manta morta resulta na sua transformação em cinzas. Estas cinzas, ricas em nutrientes, são facilmente mobilizadas pelos primeiros episódios chuvosos.
- A incapacidade de a água se infiltrar na matriz do solo devido ao aparecimento de uma camada extremamente hidrófoba. Esta forma-se por baixo das cinzas e promove a escorrência laminar.

- A eliminação dos obstáculos à progressão dos fluxos hidrológicos, resultando numa menor retenção dos nutrientes e, conseqüentemente, na sua exportação para fora dos ecossistemas florestais. Tal poderá resultar na degradação da qualidade da água a jusante das áreas queimadas (Silva et al., 2007).

A ocorrência de fenómenos de erosão extremos, como a formação de ravinas na sequência de fogos florestais é rara, até porque a camada repelente da água que se forma na parte superior dos solos funciona como um cimento. A perda de grandes quantidades de nutrientes, em solos já por si pobres, e a possível poluição de cursos de água, barragens e captações de água existentes a jusante das áreas queimadas são assim os aspetos mais importantes a ter em conta no período imediatamente conseqüente ao fogo. A mineralização da matéria orgânica altera os nutrientes para formas de sais solúveis com maior mobilidade e biodisponibilidade, aumentando temporariamente a fertilidade dos solos. Este aumento temporário de fertilidade está na base da utilização tradicional do fogo para fins agrícolas e silvo-pastoris.

Com os primeiros episódios de chuva, a água ao arrastar as cinzas fica com um pH muito alcalino. Este aumento de pH facilita o transporte do fósforo, do potássio, do cálcio e do magnésio para os meios hídricos superficiais. Este arrastamento das cinzas ricas em nutrientes para as linhas de água causa a degradação da qualidade das águas a jusante. Dá-se assim, para além da erosão física, uma erosão química, que é tanto mais grave quanto maior for a quantidade de biomassa ardida, implicando uma perda drástica de fertilidade dos solos.

A gravidade destes efeitos depende da temperatura que o solo atinge, dos fatores meteorológicos na altura do fogo e da condutividade térmica do solo. Esta redução de fertilidade dos solos é assim dependente da quantidade e tipo de biomassa que ardeu e da quantidade de chuva que escoou para fora do sistema.

Um dos nutrientes de maior importância é o azoto. Embora uma grande parte do azoto total seja transferido para a atmosfera sob a forma de  $N_2$ , há uma parte que fica incorporada nas cinzas sob a forma de amoníaco ( $NH_4^+$ ). Deste, uma parte, ao fim de algum tempo acaba por ser transformada em nitrato ( $NO_3^-$ ) através da ação de bactérias nitrificantes, que beneficiam das condições criadas pela diminuição da acidez.

Apesar de mais disponível para as plantas, o azoto, sob a forma de nitrato, fica também mais sujeito a arrastamento, o que leva a uma perda adicional deste nutriente. Esta perda de fertilidade é agravada pela diminuição da capacidade de retenção de água pelos solos, devido à destruição da matéria orgânica e à perda de profundidade efetiva dos solos, causada pela erosão física.

De grande importância é também o tipo de relevo existente na zona ardida, ou seja, o declive e o comprimento das encostas. Quanto maior for o declive e mais longo for o comprimento das encostas, maior será a velocidade de escoamento e, portanto, piores serão as consequências. A partir de 5% de declive existe o risco efetivo de erosão, em especial para comprimentos de mais de 50m. Cerca de 95% da erosão ocorre em apenas 5% dos eventos chuvosos (Silva et al., 2007). (figura 52)

Em resumo, todos estes efeitos de degradação dos solos provocados pelo fogo têm a ver com a área ardida, com a energia libertada durante o fogo, com o tipo de solo e com o declive e o comprimento da encosta. As consequências serão assim piores quanto maior for dependência da capacidade de infiltração e de retenção da água, relativamente ao teor em matéria orgânica.

Ao nível do regime hídrico, os efeitos estão diretamente relacionados com as considerações feitas anteriormente para o solo. O efeito de um fogo tem como consequência principal o alterar da relação entre a água infiltrada no solo e a água escoada à superfície.

Existe, no entanto, um fenómeno que escapa à perceção usual que se tem dos efeitos de um fogo florestal. O desaparecimento ou redução da vegetação na área afetada pelo fogo implica também uma diminuição, ou anulação temporária, da transpiração das plantas. Esta diminuição ou anulação temporária faz com que em termos comparativos, o teor de humidade no solo possa aumentar relativamente à situação anterior ao fogo. Este aumento de humidade pode aumentar a percolação para os lençóis freáticos, mas pode também facilitar a saturação dos solos durante a época das chuvas, contribuindo ainda mais para o aumento do escoamento superficial e da erosão laminar.

Poderá ainda ocorrer um fenómeno oposto. Com a eliminação do coberto vegetal, a superfície do solo fica mais exposta à radiação solar, o que provoca uma maior dessecação à superfície, devido à maior evaporação. Atendendo ao que foi referido anteriormente, relativamente à maior dificuldade de infiltração da água da chuva no solo provocada pela formação de uma camada extremamente impermeável, percebemos que o resultado final em termos de humidade no solo, disponível para o reaparecimento das plantas pode ser diverso, dependendo da influência relativa de cada um dos efeitos referidos. Apesar de tudo, se não houverem interferências externas, os processos de reconstrução do sistema reporão gradualmente a situação anterior ao fogo. Os detritos resultantes do fogo são gradualmente decompostos através da ação de seres decompositores que permitem, aos poucos, a reconstituição da camada de húmus, entretanto desaparecida. O reaparecimento desta camada permite o recobrimento gradual

do solo com vegetação que atenuará gradualmente os efeitos potencialmente erosivos do fogo (Silva et al., 2007).

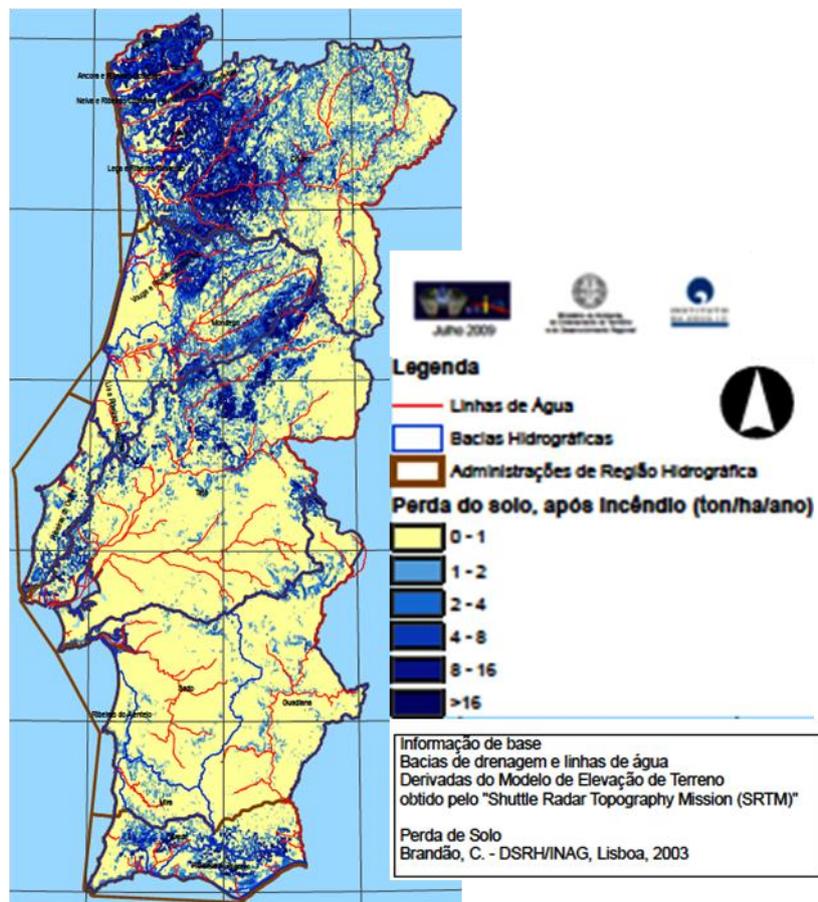


Figura 52 – Perda de solo após incêndios florestais do verão de 2003 (SNIRH-2009)

#### 4. Medidas Preventivas e Corretivas

A tentativa de minimização das consequências da passagem do fogo por uma determinada área deve começar pela prevenção. Medidas de prevenção bem planeadas poderão não só reduzir os efeitos do fogo, através da eliminação de fatores que contribuem para a eficiência do fogo, como evitar mesmo o seu início. Numa segunda fase, na impossibilidade de evitar o fogo e a sua propagação, as medidas a aplicar serão corretivas, ou seja, tentar minimizar os efeitos do fogo promovendo um mais rápido regresso a uma situação de normalidade, que seja, tanto quanto possível, idêntica à situação anterior ao fogo.

O planeamento das medidas de prevenção terá sempre de ter em atenção a situação e o tipo de povoamentos. No caso dos povoamentos de produção existem medidas que terão resultados a curto prazo e que passam pela diminuição das condições de deflagração e de propagação do fogo, ou seja, por uma gestão do combustível disponível. Estas passam pelo controle da densidade e desenvolvimento das espécies herbáceas e

arbustivas existentes na área do povoamento, pela remoção da folhada e dos galhos provenientes do próprio povoado e, se for o caso, pelo desbaste das árvores, de modo a aumentar a altura do solo à copa. Estas medidas não implicam o abate de nenhum dos indivíduos do povoado.

As medidas preventivas a médio e longo prazo, quando aplicadas num povoamento de produção já estabelecido, poderão implicar a eliminação de algumas árvores. Assim, estas são medidas que se deverão ter em atenção logo na instalação dos povoamentos. Estas focam-se principalmente na organização ou reorganização do espaço florestal, pela gestão estratégica dos combustíveis florestais, pela adoção de critérios de infraestruturação e compartimentação dos espaços florestais, e pela integração eficiente da gestão florestal com o combate aos incêndios. Como principais estratégias a médio e longo prazo temos a silvicultura preventiva e a criação de estruturas que facilitem a intervenção dos bombeiros, na eventualidade de ocorrer um fogo. A silvicultura preventiva baseia-se na estrutura e na composição dos povoados. A estrutura refere-se à forma do seu arranjo interno, nomeadamente à distribuição etária das árvores, à arquitetura das copas, à existência e distribuição de diferentes estratos do sub-bosque e aos horizontes do solo. Com este tipo de intervenções pretende-se criar descontinuidades horizontais e verticais entre diferentes tipos de combustível. A composição refere-se à natureza específica e à variedade dos indivíduos (Guiomar et al., 2011).

Após o fogo, as medidas de correção dos efeitos da sua passagem têm como principais objetivos a criação e oportunidades de infiltração da água no solo e a minimização dos efeitos erosivos no solo. A ausência de obstáculos à desagregação e remoção dos agregados do solo causados pela chuva, à progressão da escorrência e a falta de oportunidades de infiltração são assim os principais problemas causados nos solos pela passagem do fogo. A aplicação de técnicas que aumentem a rugosidade do solo, seja à micro-escala ou à escala das encostas, criará oportunidades de aumento da infiltração de água. Este aumento pode ser conseguido através da rutura da camada do solo repelente à água. A uma escala mais pequena, o recurso a ferramentas manuais, ou através da utilização de métodos mecânicos, de lavragem ou gradagem esta operação pode ser produzida com relativa facilidade. Em escalas maiores, poderá ter de se recorrer à utilização de maquinaria pesada para abrir sulcos perpendiculares à linha de maior declive, com maior profundidade e espaçamento. Estas técnicas permitem destruir a camada hidrófoba e conseqüentemente acumular a água e as cinzas nas irregularidades criadas, evitando assim o seu escoamento para fora do sistema.

A erosão do solo pode ser evitada através dos recursos a várias técnicas. A mais simples é a reintrodução de espécies herbáceas de desenvolvimento rápido através de

sementeiras. Esta técnica acelera a reposição do coberto vegetal o que permite aumentar a proteção dos solos contra aos agentes erosivos, assim como aumentar o grau de agregação dos solos, evitando a perda de sedimentos. A sementeira é uma técnica que pode ser aplicada à totalidade da área queimada ou de forma localizada, em sulcos ou fileiras. Outra técnica que se pode aplicar, de modo a reduzir o efeito erosivo da chuva e a consequente erosão, é a aplicação de coberturas nas áreas queimadas. Estas coberturas podem ser feitas com recursos aos resíduos do abate das árvores queimadas. As coberturas evitarão a erosão dos solos e a curto prazo, a degradação destes resíduos fornecerá os nutrientes necessários para o reaparecimento de espécies herbáceas que consolidarão o solo. Para além das técnicas referidas anteriormente ainda se podem aplicar barreiras temporárias nas encostas ou nos canais de escoamento. Estas podem ser feitas com o recurso a troncos, tubos de *nylon* ou mesmo recorrendo a obras de engenharia que também têm como principais objetivos a promoção da infiltração da água e a fixação dos sedimentos nas encostas. A construção destas barreiras deve ser perpendicular ao fluxo de escorrência, de modo a alterar o movimento dos sedimentos e da água, evitando cheias e retendo os detritos conduzidos na corrente durante a primeira época de chuvas a seguir aos incêndios (Moreira et al., 2010).

## 5. Conclusão

Em Portugal a associação dos verões quentes e secos com o abandono e negligência dos terrenos agrícolas e florestais criam condições muito favoráveis à ocorrência e progressão de fogos.

No período analisado neste documento (2003-2012), a área atingida por fogos é muito elevada (16% do território continental) e distribui-se maioritariamente por zonas onde o relevo é acidentado e os acessos são mais difíceis.

As consequências do fogo são devastadoras, tanto a nível socio-económico como ambiental. Os seus efeitos no ambiente refletem-se em todos os componentes do ecossistema: vegetação, fauna, atmosfera, solos e recursos hídricos. O impacto direto do fogo faz-se sentir com maior severidade na vegetação, através da destruição total ou parcial das espécies existentes no local, e na atmosfera, com emissão de vários poluentes que podem afetar não só a área do fogo mas também zonas relativamente distantes.

Da análise dos dados de poluentes gasosos primários (CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>) podemos concluir que as concentrações registadas pelas estações de monitorização da qualidade do ar não revelam valores alarmantes, uma vez que apenas num dos blocos (3º de 2003) se verificaram excedências aos valores limite, para a concentração de NO<sub>2</sub>, recomendados pela OMS e pela UE.

Da análise das concentrações de matéria particulada e de ozono pode-se concluir que estes poluentes são a maior ameaça para a qualidade ambiental. A observação de excedências aos valores limite recomendados pela OMS e pela UE, registadas pelas estações de monitorizações da qualidade do ar, em todos os períodos com dados disponíveis, revelam não só um grande risco para a saúde pública, como também para todos os seres vivos existentes nas áreas afetadas.

Os solos e os recursos hídricos são onde os efeitos do fogo se fazem sentir por maior período de tempo. Os efeitos da erosão, tanto física como química, podem ser irreversíveis e a contaminação dos recursos hídricos pode levar à impossibilidade de uso ou consumo dessa água. A fauna é, normalmente, a menos afetada e a primeira a regressar no pós-fogo.

A aplicação de técnicas e métodos que evitem, ou dificultem, a ignição e a progressão de fogos em ambientes florestais continua a ser muito reduzida.

Verificam-se grandes deficiências na aplicação dos planos de ordenamento florestal e das medidas de proteção contra incêndios florestais. Também na aplicação das medidas de minimização das consequências do pós-fogo se verificam grandes deficiências, ficando muitas das áreas afetadas em auto-reabilitação.

Se não houver uma séria alteração na aplicação das políticas de proteção e de gestão dos espaços florestais, os números, que hoje já são elevadíssimos, tenderão a aumentar, assim como as consequências negativas atrás inventariadas.

## 6. Referências Bibliográficas

- AICEP - Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal (2013): *Portugal – Ficha País*. AICEP E.P.E. Lisboa [versão eletrónica]. Acedido a 16 de Dezembro de 2012, em <http://www.portugalglobal.pt/PT/Biblioteca/LivrariaDigital/PortugalFichaPais.pdf>
- Fernandes, P. M. (2007): *Entender porque arde tanto a floresta em Portugal*. In J. S. Silva (Ed.), *Árvores e Florestas de Portugal* (pp. 69–91). *Proteger a Floresta – Incêndios, Pragas e Doenças*, (8). Lisboa: Público, Comunicação Social, SA, & Fundação LusoAmericana para o Desenvolvimento.
- Guimar, N., Palheiro, P., Loureiro, C., Carvalho, C.R., Salgueiro, A., Tomé, J., Fernandes, J.P. (2011): *Manual de boas práticas de gestão dos espaços florestais na bacia drenante da Albufeira de Castelo de Bode: Contributos do projecto “Nascentes para a Vida”*. EPAL, Lisboa.
- ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (2013): *6º Inventário Florestal Nacional - Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa. [versão eletrónica] acedido a 23 de Novembro de 2013, em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/ficheiros/ifn/ifn6-res-prelimv1-1>
- ICNF, GNR-SEPNA e ANPC – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, Guarda Nacional Republicana - Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente e Autoridade Nacional de Proteção Civil (2013): *Relatório Anual de Áreas Ardidadas e Incêndios Florestais em Portugal continental 2012. Resumo estatístico de dados de incêndios florestais*. [versão eletrónica] acedido a 28 de Novembro de 2013, em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/relat/rel-if/resource/fich/2012/rel12>
- IM – Instituto de Meteorologia (2004): *Caracterização Climática 2003*. Relatório Técnico. [versão eletrónica] acedido a 27 de Novembro de 2013, em [http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20081014/rXHkGiXtgviFLDxwiFKT/cli\\_20030101\\_20031231\\_pcl\\_aa\\_co\\_pt.pdf](http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20081014/rXHkGiXtgviFLDxwiFKT/cli_20030101_20031231_pcl_aa_co_pt.pdf)
- IM – Instituto de Meteorologia (2006): *Caracterização Climática 2005*. Relatório Técnico. [versão eletrónica] acedido a 27 de Novembro de 2013, em [http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20081014/KZcwnQrfVHeUZOaTzIth/cli\\_20050101\\_20051231\\_pcl\\_aa\\_co\\_pt.pdf](http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20081014/KZcwnQrfVHeUZOaTzIth/cli_20050101_20051231_pcl_aa_co_pt.pdf)
- IM – Instituto de Meteorologia (2010): *Caracterização Climática 2009*. Relatório Técnico. [versão eletrónica] acedido a 27 de Novembro de 2013, em [http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20100211/oPFFXaillANqNHBidozw/cli\\_20090101\\_20091231\\_pcl\\_aa\\_co\\_pt.pdf](http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20100211/oPFFXaillANqNHBidozw/cli_20090101_20091231_pcl_aa_co_pt.pdf)
- IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2011): *Clima de Portugal Continental (1961 – 1990)*. Arquivado do original em 19 de dezembro de 2011. Acedido a 14 de Novembro de 2013, em <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima>

LRA/APA - Laboratório de Referência do Ambiente/Agência Portuguesa do Ambiente (2010a): *Manual de métodos e procedimentos operativos das redes de monitorização da qualidade do ar – Amostragem e Análise* (p.79). Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora. [versão eletrónica] acedido a 14 de Maio de 2014, em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010\\_1.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010_1.pdf)

LRA/APA - Laboratório de Referência do Ambiente/Agência Portuguesa do Ambiente (2010b): *Manual de métodos e procedimentos operativos das redes de monitorização da qualidade do ar – Amostragem e Análise* (p.65). Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora. [versão eletrónica] acedido a 14 de Maio de 2014, em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010\\_1.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010_1.pdf)

LRA/APA - Laboratório de Referência do Ambiente/Agência Portuguesa do Ambiente (2010c): *Manual de métodos e procedimentos operativos das redes de monitorização da qualidade do ar – Amostragem e Análise* (p.73). Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora. [versão eletrónica] acedido a 14 de Maio de 2014, em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010\\_1.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010_1.pdf)

LRA/APA - Laboratório de Referência do Ambiente/Agência Portuguesa do Ambiente (2010d): *Manual de métodos e procedimentos operativos das redes de monitorização da qualidade do ar – Amostragem e Análise* (p.59). Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora. [versão eletrónica] acedido a 14 de Maio de 2014, em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010\\_1.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010_1.pdf)

LRA/APA - Laboratório de Referência do Ambiente/Agência Portuguesa do Ambiente (2010e): *Manual de métodos e procedimentos operativos das redes de monitorização da qualidade do ar – Amostragem e Análise* (p.96). Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora. [versão eletrónica] acedido a 14 de Maio de 2014, em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010\\_1.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/LRA/Manuais,%20Guias,%20Notas%20Tecnicas/MANUAL%20DE%20MTODOS%20E%20DE%20PROCEDIMENTOS%20OPERATIVOS%20DAS%20REDES%20DE%20MONITORIZAO%202010_1.pdf)

MAMAOT - Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território (2011): *A agricultura na economia portuguesa – Envolvente, importância e evolução recente 2010*. Gabinete de Planeamento e Políticas-MAMAOT, Lisboa. [versão eletrónica] acedido a 17 de Dezembro de 2013, em [http://www.gpp.pt/destaques/Agricultura\\_Economia\\_Portuguesa\\_2010.pdf](http://www.gpp.pt/destaques/Agricultura_Economia_Portuguesa_2010.pdf)

- Martins, V. (2007): *Impacto dos Incêndios Florestais na Qualidade do Ar*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento – Universidade de Aveiro, Aveiro. 112pp.
- Martins, V. Miranda, A.I., Carvalho A., Schaap, M. e Borrego, C. (2009): *Impacto dos Incêndios Florestais na Qualidade do Ar em Portugal no Período 2003-2005*. *Silva Lusitana* 17 (2): 219-239. EFN, Lisboa.
- MEID e MFAP - Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento e Ministério das Finanças e da Administração Pública (2011): *Boletim mensal da economia portuguesa* n.º6 de 2011. Gabinete de Estratégia e Estudos (MEID) e Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais (MFAP), Lisboa. [versão eletrónica] acedido a 16 de Dezembro de 2013, em <http://www.gpeari.min-financas.pt/analise-economica/publicacoes/ficheiros-do-bmep/2011/junho/BMEP-junho2011.pdf>
- Moreira, F., Catry, F.X., Silva, J.S., Rego, F. (2010): *Ecologia do fogo e gestão de áreas ardidas*. Lisboa, Isapress, 323 p.
- Peel MC, Finlayson BL & McMahon TA (2007), Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 1633-1644 [versão eletrónica] acedido a 15 de Agosto de 2014, em <http://sos.noaa.gov/Datasets/dataset.php?id=418>
- Quiroga, H.S. (2009): *Validação dos fluxos atmosféricos de carbono por deteção remota*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental. Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. (pp.12-13)
- Santos, M.C. (1965): *Estrutura e evolução da população ativa em Portugal- Análise social*, Vol.3 n.º12 pp.441-474.
- Silva, J.S., Ferreira, A.D. e Sequeira, E.M. (2007): *Depois do fogo*. In J. S. SILVA (Ed.), *Árvores e Florestas de Portugal* (pp. 93-129). *Proteger a Floresta – Incêndios, Pragas e Doenças*, (8). Lisboa: Público, Comunicação Social, SA, & Fundação LusoAmericana para o Desenvolvimento.

# Anexos

## **Anexo 1**

### **Legislação relacionada com a Defesa da Floresta Contra Incêndios (DFCI)**

Lei n.º 14/2004, de 8 de maio - DR n.º 108, Série I-A  
Cria as Comissões Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios.

Lei n.º 12/2006, de 4 de abril - DR n.º 67, Série I-A  
Autoriza o Governo a legislar sobre o regime das infrações das normas estabelecidas no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios.

Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de junho - DR n.º 128, Série I-A  
No uso da autorização legislativa concedida pela Lei n.º 12/2006, de 4 de abril, estabelece as medidas e ações a desenvolver no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios.

Decreto-Lei n.º 17/2009, de 14 de janeiro - DR n.º 9, Série I  
Segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de Junho, que estabelece as medidas e ações a desenvolver no âmbito do Sistema de Defesa da Floresta Contra Incêndios, e revoga a Lei n.º 14/2004, de 8 de maio.

Portaria n.º 35/2009, de 16 de janeiro  
Aprova o Regulamento de Organização e Funcionamento do Dispositivo de Prevenção Estrutural (DR n.º 11, Série I, de 16 de janeiro 2009).

Lei n.º 20/2009, de 12 de maio - DR n.º 91, Série I  
Estabelece a transferência de atribuições para os municípios do continente em matéria de constituição e funcionamento dos gabinetes técnicos florestais, bem como outras no domínio da prevenção e da defesa da floresta.

Despacho n.º 14031/2009, de 22 de junho  
Aprova o Regulamento do Fogo Técnico, que define as normas técnicas e funcionais para a sua aplicação; os requisitos para a formação profissional, e os pressupostos da credenciação das pessoas habilitadas a planear e a executar fogo controlado e fogo de supressão. (DR n.º 118, Série II).

Portaria n.º 165/2011, de 19 de abril - DR n.º 77, Série I-A  
Nos termos do Sistema Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de junho, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 17/2009, de 14 de janeiro, a adoção de medidas e ações especiais de prevenção contra incêndios florestais decorre, sobretudo, durante o período crítico anualmente estabelecido por portaria.

Despacho n.º 4345/2012, de 27 de março - DR n.º 62, Série II-B  
Homologação do Regulamento do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI).

Despacho n.º 1583/2014. D.R. n.º 22, Série II de 2014-01-31  
Determina o estabelecimento de um Grupo de Trabalho Exército - ICNF com vista a instituir um Plano de Trabalho de Defesa da Floresta Contra Incêndios.