

António Vieira, Francisco Costa e Paula Remoaldo (Orgs.)

CIDADES, CRIATIVIDADE(S) E SUSTENTABILIDADE(S)

Actas das VIII Jornadas de Geografia e Planeamento
15 e 16 de Novembro de 2012 – Guimarães, Portugal

Título:
Cidades, criatividade(s) e sustentabilidade(s)

Organização:
António Vieira, Francisco Costa e Paula Remoaldo

Autores:
Álvaro Campelo, Ana Catarina Alves, Ana Gomes, Andreia Pereira, António Bento-Goncalves, António Cardoso, António Lourenço, António Pedrosa, António Vieira, Ardemírio Silva, Carla Caroça, Carmen Ferreira, Catarina Pinheiro, Clara Oliveira, Clayton Dal Pozzo, Domingos Santos, Edina Schimanski, Emília Araújo, Eurico Loureiro, Flávio Nunes, Flora Ferreira-Leite, Francisco Costa, Guilherme Pozzer, Heidi Martins, Helena Pina, Israel Guarda, Jasmine Moreira, João Azevedo, Jorge Leão, José Cadima Ribeiro, José Rodrigues, José Cordeiro, José Yáñez, Laurentina Vareiro, Manuela Laranjeira, Márcia Pinto, Marcos Silva, Maria Paiva, Maria Sánchez-Fernández, Maria Teresa Silva, Mariana Oliveira, Maria Guerreiro, Marta Correia, Mécia Mota, Miguel Otón, Miguel Pereira, Paula André, Paula Remoaldo, Paulo Mendes, Paulo Seixas, Paulo Fernandes, Paulo Nossa, Paulo Moro, Raquel Mendes, Renata Monezzi, Rita Domingues, Rita Gomes, Sara Silva, Sara Herdeiro, Sarah Moura, Teresa Costa, Virgínia Teles, Washington Rocha

Imagem da Capa:
Mafalda Beatriz Marinho dos Santos Remoaldo

Formatação de Textos:
Marta Correia e Ricardo Martins

ISBN:
978-989-97394-1-3

Depósito Legal:
351534/12

Ano de Edição:
2012

Editor:
©UMDGEO – Departamento de Geografia da Universidade do Minho
Campus de Azurém
4800-058 Guimarães
Portugal

Colecção:
Actas

Número:
2

Reservados todos os direitos.

Os textos apresentados são da exclusiva responsabilidade dos respectivos autores.

OS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO INVERNO DE 2011-2012 NO DISTRITO DE BRAGA – RESULTADO DA EVOLUÇÃO NATURAL OU DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS?

António Bento-Gonçalves

Departamento de Geografia da Universidade do Minho
Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)
bento@geografia.uminho.pt

António Vieira

Departamento de Geografia da Universidade do Minho
Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)
vieira@geografia.uminho.pt

Flora Ferreira-Leite

Doutoranda – Bolseira FCT
Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)
floraferreiraleite@gmail.com

Resumo

O Inverno de 2011-2012 foi marcado por uma seca prolongada a que se associou uma vaga de incêndios. Usando o distrito de Braga como caso de estudo, analisamos o período de 1 de janeiro a 15 de março de 2012 em termos de incêndios florestais, relacionando-os com eventuais mudanças climáticas em curso. Palavras-chave: Incêndios Florestais; Mudanças Climáticas; Braga; Inverno.

Abstract

Forest fires in 2011-2012 winter in the district of Braga – natural evolution or climate change? The winter of 2011-2012 was marked by a prolonged drought and a wave of forest fires. Using Braga district as a case study, we analyzed the period from 1 January to 15 March 2012 in terms of forest fires, relating them to possible climate changes underway. Key-words: Forest Fires; Climate Change; Braga, winter.

1. Introdução

As últimas décadas têm sido marcadas por uma crescente preocupação em torno das problemáticas relacionadas com as mudanças climáticas e os seus efeitos diretos e indiretos para a sociedade.

A acompanhar esta tendência, também se multiplicou a investigação, procurando-se identificar causas, efeitos e medidas de mitigação.

É mais ou menos consensual que, a partir dos dados obtidos até ao momento e de acordo com a sua análise, se tem vindo a registar um aquecimento global do planeta. Também tem sido apontada a influência antropogénica para o incremento deste fenómeno.

A análise dos dados climáticos e das suas tendências, bem como as influências de origem humana, têm vindo a ser objeto de reflexão e de modelação, com o objetivo de perspetivar e prever o comportamento do sistema climático e avaliar estas mudanças climáticas. O estabelecimento de relações entre este fenómeno global e a ocorrência de incêndios florestais, nomeadamente na região mediterrânea, tem sido também uma preocupação dos investigadores.

2. Mudanças Climáticas e incêndios florestais

Na Europa Ocidental, a maior parte dos incêndios florestais ocorre no Verão, especialmente nas regiões de clima mediterrâneo. Como salienta Stephen Pyne (1996), o clima mediterrâneo poderia servir como definição de ambiente propício a incêndios. Os países europeus da região mediterrânea sofrem, em média, 50 000 fogos por ano que queimam cerca de 600 000 hectares floresta (Rowell and Moore, 2000). Por outro lado, há evidência da existência de uma relação entre o aumento da frequência e intensidade dos incêndios florestais e as mudanças climáticas globais e regionais (Dale *et al.*, 2001), nomeadamente no que diz respeito ao aumento na frequência de fenómenos extremos que se traduzem no aumento do número de dias quentes e secos (Durão e Corte Real, 2006).

De facto, o clima determina de uma forma muito importante a quantidade e o tipo de vegetação de cada região e a dinâmica sazonal do seu teor de humidade, influenciando direta e indiretamente a ocorrência de fogos florestais e respetiva propagação (Pyne *et al.*, 1996).

Atualmente, tal como no passado, a estrutura e composição da floresta é influenciada pelo regime de fogo (Heinselman, 1973; Wright e Bailey, 1982), definido pela distribuição das dimensões dos fogos, pela frequência dos eventos (incluindo a sua sazonalidade), pela intensidade e severidade, e pelo padrão espacial das áreas ardidas (Ventura e Vasconcelos, 2006)

Neste contexto, numerosos estudos têm usado GCMs (Global Climate Model) para simular o clima futuro, de forma a estimar o impacto das mudanças climáticas no regime de fogo. A maioria dos modelos parece prever um agravamento do aquecimento a altas latitudes no Inverno. Relativamente à precipitação, muitos modelos sugerem um aumento dos *deficits* de humidade, sobretudo no interior dos continentes durante o Verão.

Também a variabilidade dos eventos extremos pode ser alterada (Mearns et al., 1989; Solomon e Leemans, 1997), o que pode ter um impacto significativo na atividade do fogo uma vez que muitos dos maiores incêndios ocorrem num pequeno número de dias com clima extremo de fogo (Flannigan e Wotton, 2001).

A maioria destes estudos mostra uma grande variação regional da resposta da severidade do fogo às mudanças climáticas, que vão desde aumentos significativos em determinadas regiões a mudanças pouco significativas ou mesmo diminuição da severidade do fogo noutras (Bergeron e Flannigan, 1995; Flannigan et al., 2000).

Assim, julga-se que o principal impacto do aquecimento global ficará a dever-se a alterações na frequência e na severidade dos extremos climáticos, o que terá inevitavelmente por consequência o aumento do risco meteorológico de incêndio, sendo que a frequência de ocorrência de condições extremas é um fator de maior importância para a ocorrência de fogos do que as alterações nos valores médios das variáveis meteorológicas (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001).

O mesmo se verifica nos estudos realizados para o território nacional, de facto, alguns cenários climáticos para o futuro sugerem um agravamento do risco meteorológico de incêndio no território do continente português (Pereira & Santos, 2003).

2.1. Mudanças climáticas no noroeste de Portugal continental

Na sequência das perspetivas de mudanças climáticas previstas nos trabalhos citados e sua direta relação com os incêndios florestais, foi desenvolvido um estudo no âmbito do projeto Adaptaclima, cujo principal objetivo se prendia com a avaliação do impacto das alterações climáticas nos incêndios florestais no AVE e elaboração de um plano de adaptação a esses impactes. Neste sentido, procedeu-se à análise das variáveis climáticas e realizou-se uma avaliação da magnitude das alterações climáticas na área considerada, num enquadramento temporal futuro específico (Bento-Gonçalves *et al.*, 2011a, 2011b).

Consequentemente foram implementados modelos climáticos baseados nas variáveis climáticas regionais consideradas adequadas, levados a cabo pelo Meteo Galicia (MeteoGalicia, 2010a, 2010b), tendo como área de estudo o AVE, utilizando-se os dados referentes às estações meteorológicas de Braga, Pedras Rubras e Montalegre.

As variáveis utilizadas para este estudo corresponderam às séries de Temperatura máxima, média e mínima, bem como as de Precipitação.

A análise das séries de Temperatura permitiu-nos identificar as tendências observadas à escala anual, estacional e mensal, para o período de 1970-2009.

Relativamente à tendência anual, observou-se um aumento significativo da Temperatura. Para as estações de Braga e Montalegre o aumento nas Temperaturas máxima, média e mínima foi de 0,5°C/Década. Na estação de Pedras Rubras o aumento foi de 0,5°C/Década para as Temperaturas média e mínima, mas de apenas 0,2°C/Década para a Temperatura máxima.

No que diz respeito à tendência estacional, verificamos que é a Primavera a estação do ano que apresenta um maior incremento da temperatura, atingindo em média, valores em torno dos 0,7°C/Década. Este comportamento verifica-se em todas as séries e temperaturas consideradas, embora com menor intensidade.

Relativamente à tendência mensal das temperaturas, destaca-se o mês de Março com aumentos mais significativos: nas estações de Braga e Montalegre o incremento observado é de cerca de 1°C/Década, enquanto em Pedras Rubras o aumento é menos significativo, de cerca de 0,6°C/Década.

Outro aspeto que tivemos em consideração, a partir dos dados diários das três séries de temperatura, foi a análise dos extremos. Concluiu-se que ocorreu uma diminuição significativa da frequência de dias frios e noites frias. Esta tendência foi mais acentuada na Primavera e no Verão, tendo atingido os valores mais significativos em Pedras Rubras no Verão (decréscimo de noites frias de -3,34 dias/década).

Quanto aos dias quentes, identificou-se um aumento, ocorrendo essencialmente na Primavera e Verão. Este aumento foi de cerca de 1,5 dias/década na Primavera (mais significativo em Braga) e de cerca de 2,5 dias/década no Verão (em Montalegre e Braga). Também se observou um acréscimo de noites quentes. No caso de Braga este acréscimo ocorreu não só na Primavera e Verão mas também no Outono. Em Pedras Rubras ocorreu em todas as estações do ano.

No que diz respeito à Precipitação acumulada anual, não se observa nenhuma tendência significativa em qualquer das três séries.

Por seu lado, relativamente ao comportamento estacional da Precipitação, observa-se uma tendência positiva quase significativa em Braga, no Outono, correspondente a um provável aumento de 1,58%, enquanto em Montalegre se observa também uma tendência positiva quase significativa no Outono de cerca de 1,97%/década.

Ao nível das tendências mensais, identifica-se uma diminuição da Precipitação no mês de Fevereiro e um aumento no mês de Outubro.

De referir que estes resultados estão de acordo com os obtidos no estudo das tendências para a Galiza, analisado para o período de 1960-2006, por Cruz *et al.* (2006).

Assim, com o previsível aumento, no mês de Março, da temperatura média entre 0,6°C e 1°C, conjugado com a diminuição da precipitação no mês de Fevereiro, irá aumentar o risco de incêndio nos meses de Fevereiro e de Março, havendo igualmente a esperar um forte incremento da recorrência dos incêndios florestais nesses meses, com um aumento da área queimada, aumento da erosão e ainda, aumento dos conflitos silvopastoris.

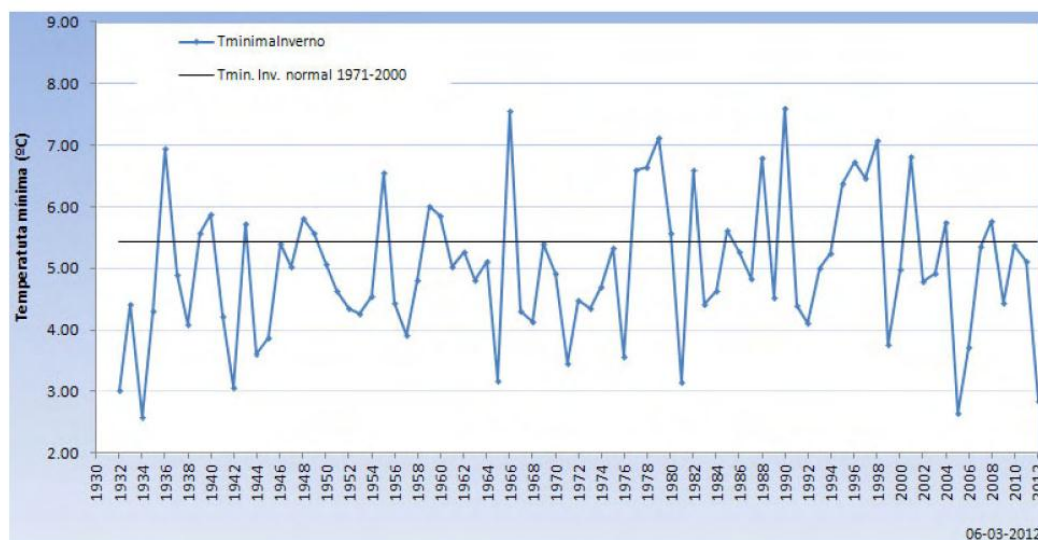
3. O inverno de 2011-2012

3.1. A seca

O Inverno de 2011-2012 foi marcado por uma seca prolongada. O Inverno climatológico de 2011/12 (meses de dezembro, janeiro e fevereiro) caracterizou-se pelo frio e quase ausência de precipitação em Portugal Continental.

Segundo o Boletim Climatológico Sazonal - inverno 2011/12 (IM, 2012) o valor médio da temperatura mínima do ar no inverno de 2011/12 em Portugal Continental foi o 3º mais baixo desde 1931 (Figura 1), registando uma temperatura mínima de 2.84°C, com uma anomalia em relação ao valor normal 1971-2000 de -2.59°C.

Figura 1. Temperatura mínima do ar no inverno em Portugal Continental – Desvios em relação à média 1971-2000



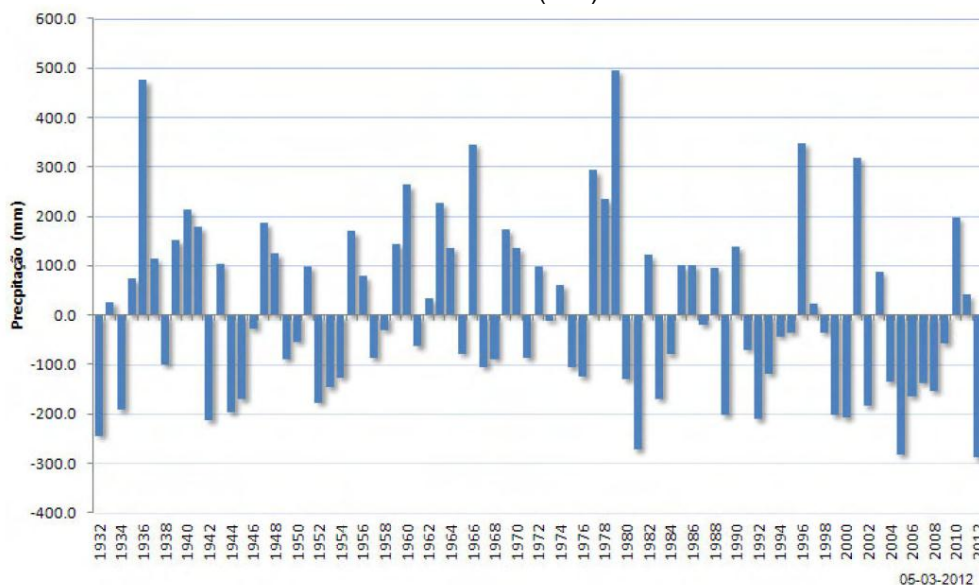
Fonte: IM, 2012

O valor médio da temperatura média do ar também foi inferior ao valor normal 1971-2000, com uma anomalia de -1.19°C e o valor médio da temperatura máxima do ar foi ligeiramente superior ao valor normal, em +0.21°C.

Durante o inverno verificaram-se vários dias com temperatura mínima inferior a 0°C em muitas regiões, com registo de valores mínimos absolutos em fevereiro, assim como a ocorrência de uma onda de frio prolongada em fevereiro em várias localidades.

Com um valor médio de precipitação de 63.9mm, o inverno registou um valor muito inferior ao normal 1971-2000 (352.5mm), o que permite classificá-lo como extremamente seco, sendo mesmo o inverno mais seco desde 1931 (Figura 2), ano de início dos registos continuados de observações (IM, 2012).

Figura 2. Precipitação total no inverno em Portugal Continental - Desvios em relação à média 1971-2000 (mm)



Fonte: IM, 2012

Esta situação ficou a dever-se à persistência excecional de um anticiclone de bloqueio na região Atlântica entre o Continente e os Açores que se estendia em direção à Europa Central, que se estabeleceu a partir da segunda metade de dezembro 2011 e permaneceu até final de fevereiro 2012.

Como consequência dos baixos valores de precipitação neste inverno, instalou-se uma situação de seca meteorológica que se foi intensificando em todo o território nacional.

Com efeito, em 29 de fevereiro de 2012, 100% do território continental encontrava-se nas classes de seca mais graves de acordo com o índice meteorológico de seca PDSI¹⁹, sendo que 68% se encontrava na classe de seca severa e 32% na de seca extrema, e a precipitação acumulada no ano hidrológico 2011/2012 no período de 1 de outubro de 2011 até 29 de fevereiro de 2012 (306,9 mm) era muito inferior ao respetivo valor da normal (1971-2000) (569 mm) (IM, 2012).

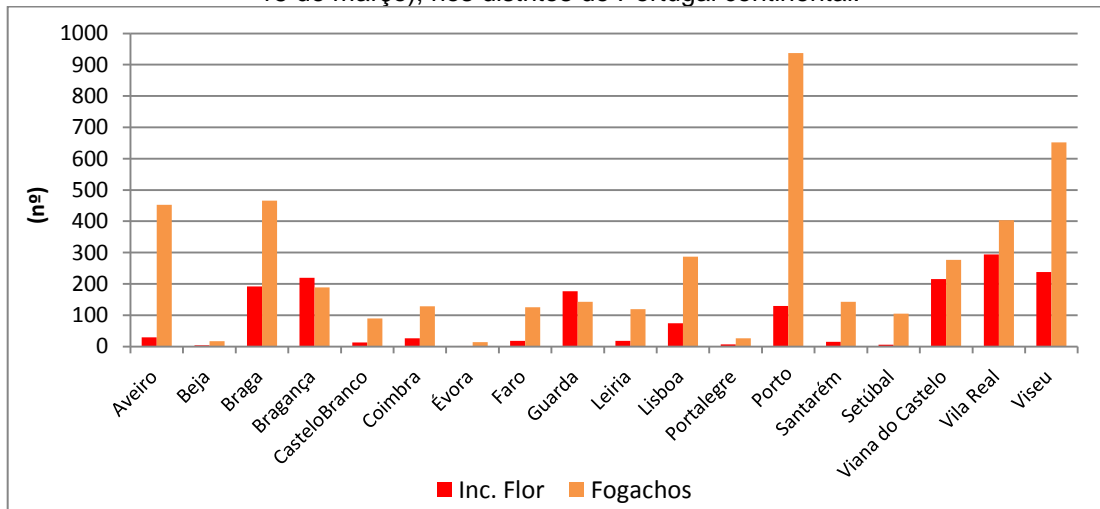
Em relação ao valor médio da quantidade de precipitação total no continente, verifica-se que fevereiro de 2012 foi o mais seco desde 1931, com um valor médio de 2,2 mm. (IM, 2012).

3.2. Os incêndios florestais

No inverno de 2011-2012 assistiu-se a uma vaga de incêndios de norte a sul do país, com maior incidência nos distritos a norte do rio Tejo, tendo mesmo em seis deles, sido ultrapassadas as 400 ocorrências, apenas no período de 1 de janeiro a 15 de março de 2012 (Figura 3).

¹⁹ O índice PDSI (*Palmer Drought Severity Index*) foi desenvolvido por Palmer (1965) e implementado e calibrado para Portugal Continental (Pires, 2003). Este índice baseia-se no conceito do balanço da água tendo em conta dados da quantidade de precipitação, temperatura do ar e capacidade de água disponível no solo e permite detetar a ocorrência de períodos de seca classificando-os em termos de intensidade (fraca, moderada, severa e extrema).

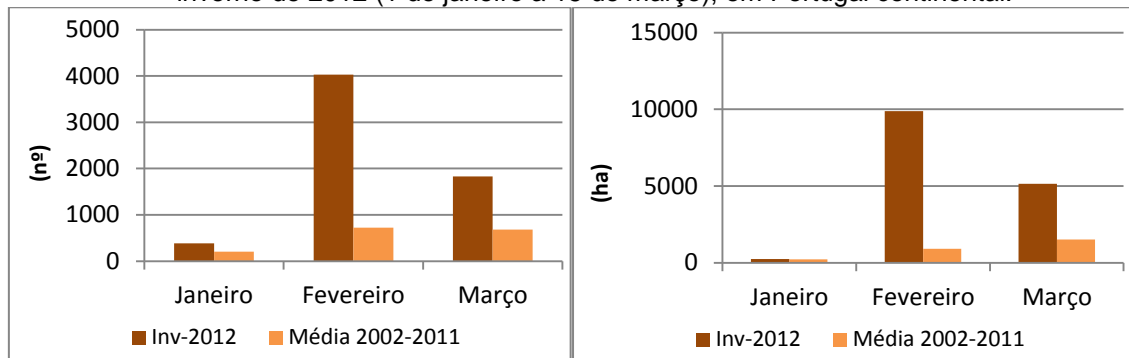
Figura 3. Número de fogachos e de incêndios florestais no inverno de 2011-2012 (1 de janeiro a 15 de março), nos distritos de Portugal continental.



Fonte: www.icnf.pt

No referido período, a nível nacional, foi o mês de fevereiro que mais se destacou com 4032 ocorrências a que correspondeu uma área ardida de 9889 hectares (Figura 4a, b).

Figura 4a, b. Número de ocorrências de incêndios florestais (a) e área ardida (b) nos meses de inverno de 2012 (1 de janeiro a 15 de março), em Portugal continental.

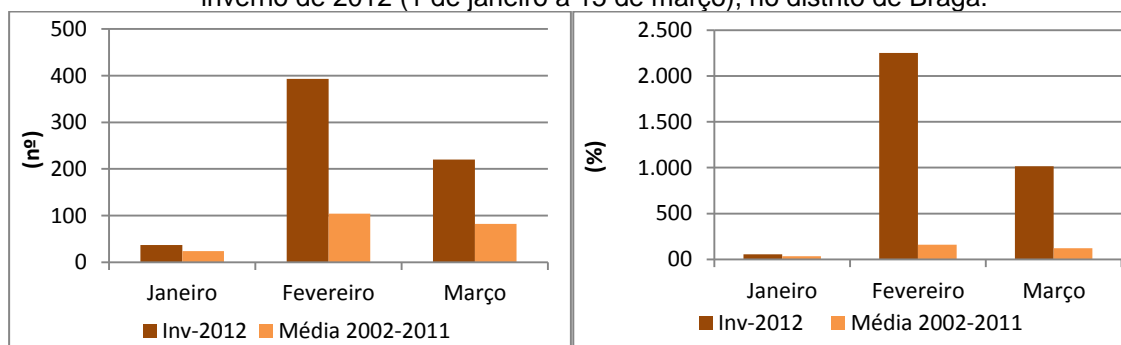


Fonte: www.icnf.pt

Neste contexto e ainda a nível nacional, podemos destacar a ocorrência de 33 incêndios com uma área ardida superior aos 100 hectares (considerados estatisticamente Grandes Incêndios Florestais), os quais foram responsáveis por uma área ardida de 6933 hectares, o que corresponde a 45,4% do total da área ardida, entre 1 de janeiro e 15 de março de 2012 (ICNF, 2012).

Também no distrito de Braga, acompanhando a realidade nacional, se destacou o mês de fevereiro, com 393 ocorrências e 2250,8 hectares, tornando o referido mês em responsável por 60,5% e 67,8% do total da ocorrências e da área ardida, respetivamente, no período em análise (Figura 5a, b).

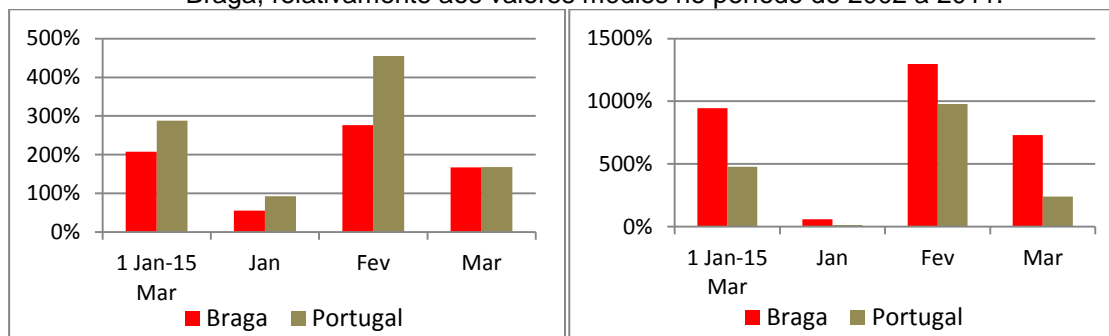
Figura 5a, b Número de ocorrências de incêndios florestais (a) e área ardida (b) nos meses de inverno de 2012 (1 de janeiro a 15 de março), no distrito de Braga.



Fonte: www.icnf.pt

No distrito de Braga, no mesmo espaço temporal, ocorreram sete Grandes Incêndios Florestais, que queimaram 1391 hectares, o que corresponde a 41,9% do total da área ardida (ICNF, 2012). Entre 1 de janeiro e 15 de março de 2012, a nível nacional, registou-se pois um aumento muito significativo, quer no número de ocorrências de incêndios florestais, que passou das 1610 (valor médio no período de 2002-2011) para as 6252 (aumento de 288,3%), quer das áreas ardidas, passando dos 2649 hectares (valor médio no período de 2002-2011) para os 15288 hectares (aumento de 477,1%) (Figura 6a, b).

Figura 6a, b Diferença percentual no número de ocorrências de incêndios florestais (a) e na área ardida (b) do inverno de 2012 (1 de janeiro a 15 de março), em Portugal continental e no distrito de Braga, relativamente aos valores médios no período de 2002 a 2011.



Fonte: www.icnf.pt

Verifica-se que foi o mês de fevereiro, com um aumento de 455,4% no número das ocorrências e um aumento de 977,2% na área ardida, que mais contribuiu para as enormes diferenças percentuais entre o inverno de 2012 e os valores médios correspondentes ao período de 2002 a 2011 (Figura 6a, b).

No distrito de Braga, comparativamente a Portugal continental, verificou-se uma menor diferença (208,1%) entre o valor médio no período de 2002-2011 e o número de ocorrências no inverno de 2012, mas observou-se uma maior diferença (944,5%) relativamente à área ardida, no referido inverno de 2012 (Figura 6a, b).

À semelhança do que se passou a nível nacional, também foi o mês de fevereiro que apresentou as maiores diferenças, destacando-se o aumento de 1296,3% na área ardida (Figura 6a, b).

4. Conclusão

A diminuição da precipitação no mês de fevereiro, projetada no “Adaptaclima”, a tornar-se uma realidade, mesmo não associada ao aumento da temperatura no mês de Março, é por si só propiciadora de condições favoráveis à ocorrência de um elevado número de incêndios florestais e de uma extensa área ardida. No entanto, devido às baixas temperaturas, a percentagem de área ardida em grandes incêndios florestais, relativamente à área ardida total, situou-se abaixo dos valores médios, quer no continente, quer no distrito de Braga.

A seca verificada no inverno de 2011-2012, a qual foi responsável pela vaga de incêndios verificada no mesmo período, deverá ser o alerta para levar as autoridades a adaptarem-se às mudanças climáticas em curso (ex: diminuição da precipitação no mês de fevereiro, concentração da precipitação no outono, aumento dos eventos extremos, ...), conduzindo a uma reorganização

das estruturas de prevenção, vigilância e combate, melhor adaptadas a uma “época de fogo” menos concentrada nos meses de verão e com incêndios de características diferentes, quer em termos de intensidade, quer em termos de severidade.

Fruto de mudanças climáticas em curso (?), ou apenas da variabilidade inter-anual do clima mediterrâneo, a ocorrência de seca extrema no inverno, mesmo com temperaturas reduzidas, mostrou-se propiciadora de condições favoráveis à deflagração de um elevado número de incêndios florestais, e mesmo à ocorrência de grandes incêndios florestais, pelo que, no futuro, se deverá dar mais atenção a este tipo de situação.

Bibliografia

BENTO-GONÇALVES, A., VIEIRA, A., FRREIRA-LEITE, F., MARTINS, J., SILVA, D., SOARES, V. *Adaptação aos efeitos derivados das alterações climáticas. A floresta e as mudanças climáticas no Ave*. Guimarães: AMAVE – Associação de Municípios do Vale do Ave, 2011a. ISBN 978-989-95470-5-6

BENTO-GONÇALVES, A., VIEIRA, A., FRREIRA-LEITE, F. *Adaptação aos efeitos derivados das alterações climáticas. As mudanças climáticas e os incêndios florestais no Ave*. Guimarães: AMAVE – Associação de Municípios do Vale do Ave, 2011b. ISBN 978-989-95470-5-6

BERGERON, Y., FLANNINGAN, M. Predicting the effects of climate change on fire frequency in the Southeastern Canadian Boreal forest. *Water, Air, Soil Pollution*. 1995, 82, p. 437-444.

CRUZ, R., LAGO, A., LAGE, A., RIAL, M., DIAZ-FIERROS, F., SALSÓN, S. Evolución recente do clima de Galicia. Tendencias observadas nas variables meteorológicas. In *Evidencias e impactos do cambio climático en Galicia*. Galicia, Xunta de Galicia, 2009, p. 1-58.

DALE, V., JOYCE, L., MCNULTY, S., NEILSON, R., AYRES, M., FLANNIGAN, M., HANSON, P., IRLAND, L., LUGO, A., PETERSON, C., SIMBERLOFF, D., SWANSON, F., STOCKS, B., WOTTON, B. Climate Change and forest disturbance. *Bioscience*. 2001, 51 (9), 723-734.

DURÃO, R., CORTE-REAL, J. Alterações Climáticas: Futuro dos Acontecimentos Extremos e do Risco de Incêndio. In PEREIRA *et al.* *Incêndios Florestais em Portugal, Caracterização, Impactes e Prevenção*. Lisboa: ISA Press, 2006, p. 231-255.

FLANNINGAN, M., STOCKS, B., WOTTON, B. Forest Fires and Climate Change. *Science of the Total Environment*. 2000, p. 221-230.

FLANNIGAN, M., WOTTON B. Climate, weather and area burned. In *Forest Fires: Behavior & Ecological Effects* (eds Johnson EA, Miyanishi K). Academic Press: New York, 2001, p. 335 - 357.

HEINSELMAN, M. Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of northern ecosystems. In *Fire Regimes and Ecosystem Properties*. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep., 1981, WO-26. p. 7-57.

INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DAS FLORESTAS. Relatório provisório de incêndios florestais – Fases Alfa, Bravo e Charlie. 01 de Janeiro a 30 de Setembro. Lisboa, 2012.

INSTITUTO DE METEOROLOGIA. Boletim Climatológico Sazonal - inverno 2011/12. Lisboa, 2012.

MEARNS, L., SCHNEIDER, S., THOMPSON, S. Climate variability statistics from General Circulation models as applied to climate change analysis. In *Natural Areas Facing Climate Change* (ed Malanson GP). SPB Academic Publishing, The Hague, 1989, p. 51 - 73.

METEOGALICIA. *Informe sobre impactos sobre el Val do Ave – Portugal – Variables: precipitación, temperatura, evaporación, viento y radiación de onda corta (relatório interno)*. Conselleria de Medio Ambiente Territorio e Infraestruturas. Santiago de Compostela, 2010a.

METEOGALICIA. *Informe sobre evidencias en Portugal – Variables: temperatura e precipitación (relatório interno)*. Conselleria de Medio Ambiente Territorio e Infraestruturas. Santiago de Compostela, 2010b.

PEREIRA, J., SANTOS, M. *Cartografia das Áreas Queimadas e do Risco de Incêndio em Portugal Continental (1990-1999)*. Lisboa: Direção Geral das Florestas, 2003.

PIRES, Vanda. *Frequência e intensidade de fenómenos meteorológicos extremos associados a precipitação*. Tese de Mestrado em Ciências e Engenharia da Terra. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2003.

PYNE, S., ANDREW, P., LAVEN, R. *Introduction to Wildland Fire*. New York: John Wiley & Sons Inc., 1996.

ROWELL, A., MOORE, P. Global Review of Forest Fires. WWF/IUCN.

SOLOMON, A., LEEMANS, R. Boreal forest carbon stocks and wood supply: Past, present and future responses to changing climate, agriculture and species availability. *Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, 1997, 84, p. 137-151.

VENTURA, J., VASCONCELOS, M. Alterações climáticas: Futuro dos acontecimentos extremos e do risco de incêndios. In PEREIRA *et al.* *Incêndios Florestais em Portugal, Caracterização, Impactes e Prevenção*. Lisboa: ISA Press, 2006, p. 93-114.

WRIGHT, H, BAILEY, A. *Fire Ecology: United States and southern Canada*. John Wiley and Sons: New York, 1982.