

Avaliação da influência do frio no episódio de mortalidade verificado em Portugal no início de 2012

Jorge Marques

Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
jorge.marques@ipma.pt

Sílvia Antunes

Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
silvia.antunes@ipma.pt

Resumo:

Analisa-se a mortalidade registada em Portugal Continental durante os primeiros meses de 2012 e tenta avaliar-se a influência que a variabilidade da temperatura do ar teve no elevado número de óbitos que se registou. Para o efeito estudou-se, com mais detalhe, a temperatura mínima, por se tratar da variável com mais influência na mortalidade de Inverno e por ter estado nestes meses sempre abaixo dos valores médios. Estimaram-se as tendências não lineares pelo método de Análise Espectral Singular (SSA), procurando identificar intervalos temporais onde as diminuições da temperatura mínima pudessem explicar o acréscimo de mortalidade. São apresentados, para cada um destes períodos, o excesso de óbitos em relação aos valores médios nos mesmos períodos e a mortalidade registada que dificilmente poderá ser explicada pela variabilidade da temperatura mínima.

Palavras-chave: Temperatura do ar. Frio. Mortalidade. SSA. Portugal Continental.

Abstract:

Evaluation of the cold influence in the death episode at the beginning of 2012 in Portugal

The recorded mortality in Mainland Portugal during the first months of 2012 is analysed, just as the influence that air temperature variability had in the high occurred number of deaths. Being the variable that most influence the winter mortality and that occurred below average values in these months, the minimum temperature was detailed analysed. Non-linear trends were estimated by Spectral Singular Analysis methods (SSA), trying the identification of time intervals in which the minimum temperature decrease could be able to explain the mortality increase. For each of these periods the excess of deaths related to the average values are presented. Other period in which the recorded mortality hardly could be explained by the variability of the minimum temperature is also presented.

Keywords: Air temperature. Cold. Mortality. SSA. Mainland Portugal.

Introdução

Relações entre o clima e a saúde humana são conhecidas há séculos tendo sido abordadas, no mundo ocidental, por exemplo, por Hipócrates¹, na Grécia no século IV a.C.. Em Portugal, durante o século XIX, surgiram os primeiros estudos que relacionavam alguns efeitos do clima na saúde pública (ALCOFORADO *et al.*, 1999).

A temperatura do ar é uma das variáveis meteorológicas que mais influencia os processos biológicos e dos mais utilizados para descrever o clima (SACARRÃO, 1981; PEIXOTO, 1987). Exemplos de estudos que relacionam a temperatura do ar com a saúde da população portuguesa são: PINHEIRO, 1990; FALCÃO *et al.*, 1998; GARCIA *et al.*, 1999; ANDRADE, 2003; DESSAI, 2003; MARQUES, 2007; MARQUES *et al.*, 2009.

A implementação de planos para melhorar a eficácia das políticas de prevenção, controlo e redução de riscos para a saúde pública com origem em factores ambientais, nomeadamente com a temperatura do ar, tem sido uma preocupação do PNAAS (2008). Desde 1999 que está implementado em Portugal Continental, durante o período estival, um sistema de vigilância das ondas de calor com potencialidade de impacte na saúde humana (Índice ÍCARO²). No entanto, os efeitos causados pelas temperaturas baixas de inverno não tiveram até agora a mesma relevância, apesar da mortalidade em Portugal, tal como na grande maioria dos países das médias latitudes do hemisfério norte, ser mais elevada nesta estação do ano. Alguns estudos (PINHEIRO, 1990; FALCÃO *et al.*, 2004; MARQUES, 2007) mostram a existência de relações significativas entre o frio e a mortalidade. Estudos mais recentes (por ex. MARQUES *et al.* 2009) revelam correlações significativas, no Inverno, entre a temperatura mínima e a mortalidade em Portugal até 7 dias de desfasamento.

Metodologia e Dados Utilizados

Analisam-se as séries de mortalidade e da temperatura diária do ar (máxima e mínima) durante os primeiros meses de 2012 (janeiro a abril) em Portugal Continental.

Para o efeito utilizam-se os dados (ainda provisórios) da mortalidade diária em Portugal Continental disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE, I.P.) para este período de 2012, e também as séries diárias entre 2001 e 2011, nos mesmos meses, tendo como objetivo o cálculo de valores médios para um período independente deste em análise.

Os dados da temperatura diária do ar são provenientes da rede de estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, I.P.). Além das observações diárias registadas de janeiro a abril de 2012 são utilizados, como médias, os valores normais 1971-2000, tanto em relação às mínimas como às máximas. No cálculo destas médias referentes a todo o continente utilizaram-se 18 estações meteorológicas localizadas em capitais de distrito.

A aplicação do método de Análise Espectral Singular (SSA), baseado na construção de filtros que se vão adaptando à própria evolução das séries (VAUTARD *et al.*, 1992), permite decompor a

¹ No tratado “*Dos ares, águas e lugares*”, um dos objectivos era precisamente incentivar os médicos viajantes que pretendiam curar em terras estranhas a observarem os ventos, as águas, o clima e os hábitos desses lugares.

² ÍCARO - Importância do Calor: Repercussão sobre os Óbitos, o Índice ÍCARO é activado anualmente entre os meses de Maio e Setembro.

série original em várias componentes de características mais simples e com óbvias vantagens na eliminação do ruído da série original. O método permite, pela soma de várias componentes, reconstruir parte da série original e avaliar a percentagem da variância total explicada pelas mesmas. Possibilita ainda a aplicação de testes de significância para várias hipóteses nulas, podendo também ser usado na previsão da própria série (ANTUNES *et al.*, 2001).

Neste estudo, o método SSA constitui uma mais-valia na extração das componentes de tendência não lineares, mais realistas do que as usuais tendências lineares, por possibilitarem a existência de vários períodos da série em fases positiva e negativa.

Análise da temperatura

Nos primeiros meses de 2012 verificaram-se, em Portugal Continental, temperaturas do ar abaixo da média, em especial a temperatura mínima.

O relatório sazonal do clima de inverno (dezembro de 2011 a fevereiro de 2012) do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) caracterizou esta estação do ano como fria e com ausência de precipitação, devido à persistência de condições sinóticas anticiclónicas de bloqueio, que se instalaram durante o mês de dezembro de 2011 e permaneceram até final de fevereiro de 2012. O anticiclone que se centrava na região Atlântica, entre o Continente e os Açores e que se estendia em crista até à Rússia (Figura 1), embora tenha sofrido algumas flutuações na sua localização, foram pouco significativas para o território do Continente e o estado do tempo manteve-se praticamente inalterado. Esta situação sinótica originou, principalmente em Fevereiro, o transporte de massas de ar ártico continental, muito frio e seco, originando descidas acentuadas da temperatura no território do continente.

ECMWF Análise para 2ª-Feira 20 Fevereiro 2012 12H Pressão ao NMM
ECMWF Análise para 2ª-Feira 20 Fevereiro 2012 12H Humidade Relativa 700hPa
20109

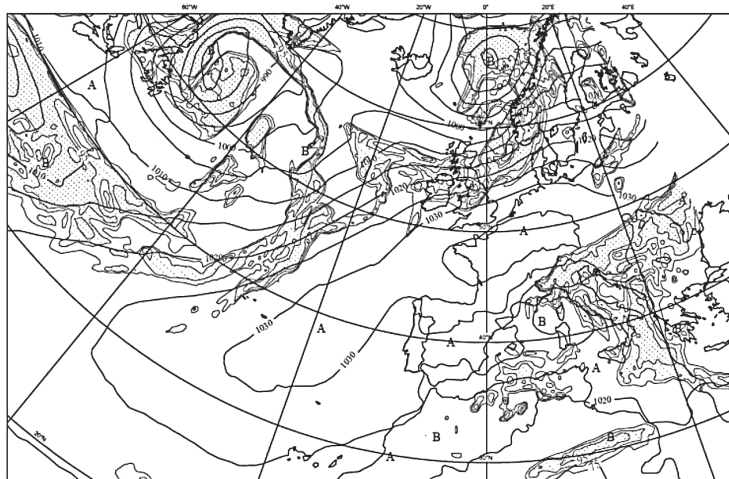


Figura 1
Carta de análise de 20 de fevereiro de 2012 (ECMWF).

A análise dos desvios mensais da temperatura do ar dos primeiros quatro meses de 2012, no território do continente, revela valores inferiores aos valores normais (1971-2000), com exceção da temperatura máxima durante janeiro e março, em que os desvios são positivos (Figura 2). As anomalias da temperatura mínima foram sempre negativas e o maior desvio ocorreu durante o mês de fevereiro (-4.7 °C).

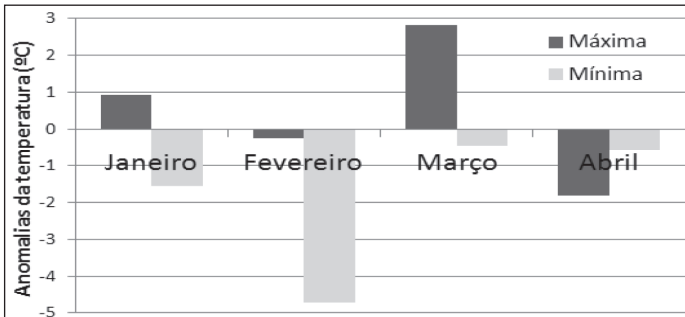


Figura 2
Desvios da temperatura mínima e máxima do ar dos primeiros quatro meses de 2012 em relação aos valores médios (1971-2000).

A análise de registos mostra que esta média mensal das temperaturas mínimas de fevereiro foi a segunda mais baixa desde 1931, em Portugal Continental. Verificou-se também que neste mês ocorreu uma onda de frio no território³ e também que, em algumas regiões do Norte e Centro, o número de dias com temperaturas negativas foi muito superior ao dos valores normais (IM, 2012).

A análise da evolução da temperatura mínima diária nos primeiros quatro meses de 2012 revela uma descida acentuada de 27 a 30 de janeiro; no dia 2 de fevereiro a temperatura mínima volta a diminuir, de forma bastante mais acentuada do que a anterior, verificando-se que no dia 3 de fevereiro ocorreu no território do continente o valor mais baixo destes quatro meses (-2,5°C); entre os dias 9 e 13 de fevereiro voltaram a ocorrer dias com temperatura mínima negativa e só a partir do dia 14 de fevereiro a temperatura mínima começou a aumentar. Na Figura 3 pode observar-se a evolução diária da temperatura mínima, bem como os valores médios mensais da temperatura mínima do período 1971-2000. Verifica-se que só nos últimos dias do mês as temperaturas mínimas voltam a estar próximas dos valores médios, salientando-se o facto de se manterem mais de 30 dias abaixo dessa média. Esta sequência de dias frios, apenas foi interrompida no dia 6 de fevereiro devido à passagem de um sistema frontal de fraca atividade, tendo-se registado nesse dia uma subida acentuada da temperatura.

³ Considera-se que ocorre uma onda de frio (do ponto de vista climatológico) quando num intervalo de pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura mínima do ar é inferior em 5 °C ao respetivo valor médio diário da temperatura mínima (no período de referência 1961-1990).

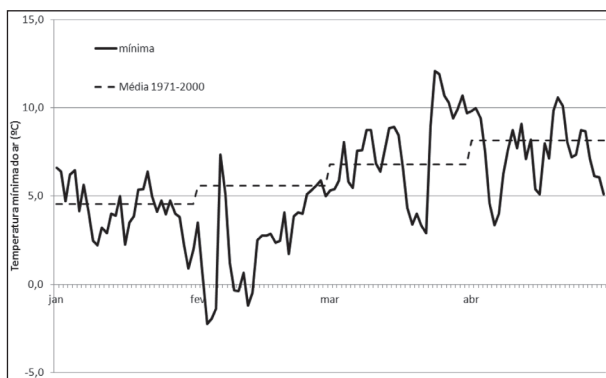


Figura 3
Temperatura mínima diária ocorrida em Portugal Continental e média das mínimas (1971-2000) nos primeiros quatro meses de 2012.

A representação da temperatura máxima diária do ar, em conjunto com os valores normais de 1971-2000 (Figura 4), permite verificar que os valores diários são, em geral, inferiores à média durante a primeira metade do mês de fevereiro e superiores na segunda quinzena. Verificou-se, aliás, que neste período ocorreu uma onda de calor⁴ no interior Norte e Centro o que, em conjunto com as temperaturas mínimas muito baixas, originou em alguns locais amplitudes térmicas diárias muito elevadas, superiores a 25°C (IM, 2012).

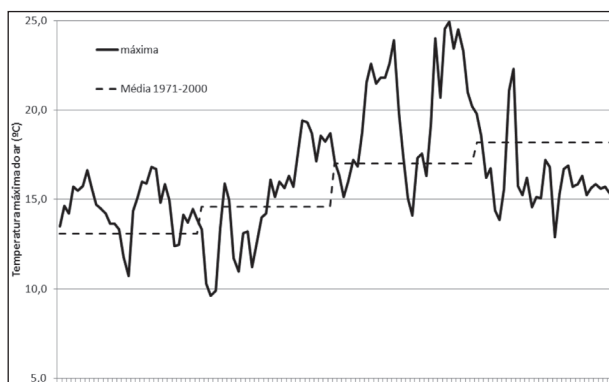


Figura 4
Temperatura máxima diária ocorrida em Portugal Continental e média das máximas (1971-2000) nos primeiros quatro meses de 2012.

O número de dias de fevereiro em que a temperatura máxima esteve abaixo da média é claramente inferior ao que se verificou para a temperatura mínima.

⁴ Considera-se que ocorre uma onda de calor (do ponto de vista climatológico) quando num intervalo de pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura máxima do ar é superior em 5°C ao respetivo valor médio diário da temperatura máxima (no período de referência 1961-1990).

Da análise das temperaturas máxima e mínima, parece ficar evidente que as temperaturas mínimas foram mais excecionais durante o período em análise que as temperaturas máximas. Os maiores desvios absolutos em relação aos valores normais de 1971/2000 são superiores para a temperatura mínima (-7.8 °C, no dia 3 de fevereiro) que para a temperatura máxima (-5.3 °C, no dia 18 de abril), tal como o número de dias com valores abaixo dos valores médios (1971-2000).

Análise da mortalidade

Durante o mês de fevereiro de 2012 surgiram diversas notícias sobre o número elevado de óbitos que estavam a ocorrer no território do continente. Segundo o Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, IP (INSA), em comunicado de 27 de fevereiro de 2012, registava-se em Portugal o aumento de incidência de gripe e de mortalidade, acrescentando que a análise preliminar aos dados da mortalidade que estava a ocorrer, evidenciava uma incidência elevada no grupo etário com mais de 75 anos.

A análise da variação mensal da mortalidade nos primeiros meses de 2012 (janeiro a abril) comparada com os valores médios mensais de 2001 a 2011, revela que no mês de janeiro o número de óbitos foi ligeiramente superior ao normal, durante os meses de fevereiro e março o número de óbitos foi consideravelmente mais elevado que os valores normais, e só em abril o número de óbitos se aproxima do valor normal para este mês (Figura 5).

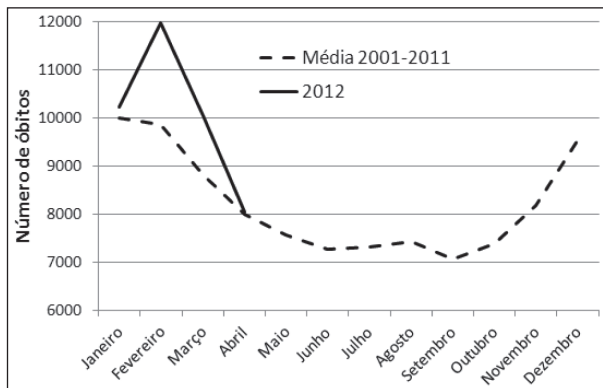


Figura 5
Variação da mortalidade mensal dos primeiros quatro meses de 2012 e média da mortalidade mensal no período 2001-2011.

Nesta análise comparativa calcula-se que durante os primeiros meses do ano de 2012 tenha ocorrido um excesso mortalidade em mais de 3500 óbitos (Figura 6), em relação aos valores médios. Os meses de fevereiro e março foram os que mais contribuíram para o excesso do número de óbitos.

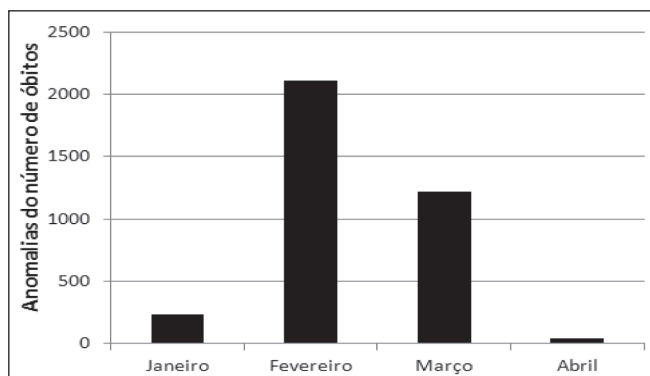


Figura 6
Desvios da mortalidade de 2012 em relação às médias mensais de 2001-2011.

A mortalidade excessiva que se registou em Portugal Continental, nos primeiros meses do ano de 2012, também se verificou em diversos países da Europa, em especial na população acima dos 65 anos (MAZICK *et al.*, 2012). Em comunicado, o *European Centre for Disease Prevention and Control* referiu alguns fatores para a mortalidade elevada que se registava nesta altura do ano um pouco por toda a Europa como o frio, o atraso sazonal da época da gripe 2011-2012, alguma ineficácia da vacina da gripe sazonal e as mutações genéticas associadas ao vírus. O estudo referia ainda que na análise da variação semanal da mortalidade registada não se verificava concordância temporal dos picos da mortalidade entre os diversos países europeus.

A análise diária da mortalidade em Portugal Continental, nos primeiros meses do ano de 2012 (janeiro a abril), mostra que o número de óbitos diário começou a aumentar no final do mês de janeiro (dia 30) e praticamente não parou de aumentar até à 3ª década do mês de fevereiro (dia 23), data em que foi atingido o máximo diário. A partir desta data os valores diários do número de óbitos começaram a diminuir mas só na 2ª metade do mês de março se aproximaram dos valores médios (Figura 7). Verifica-se, assim, que o número de óbitos diário esteve mais de 45 dias consecutivos (de 30 de janeiro e 21 de março) com mortalidade acima da média.

No dia 31 de janeiro registou-se o primeiro pico de mortalidade, com mais 46 óbitos/dia que o valor normal do mês; no dia 6 de fevereiro ocorreu novo pico, superior ao anterior, com mais 92 óbitos/dia em relação à média; nos dias 23 e 27 de fevereiro foram registados os picos mais altos de mortalidade, com mais de 126 e 119 óbitos/dia relativamente ao valor normal do mês. A partir de 28 de fevereiro o número de óbitos diário começou a diminuir, embora estivesse bastante elevado relativamente aos valores normais; é ainda possível identificar outro pico de mortalidade no dia 1 de março, com mais de 126 óbitos/dia, em relação ao valor normal para este mês. Só a partir de 21 de março o número de óbitos que ocorreu em 2012 se aproxima dos valores normais para o mês.

Na última década de março e no mês de abril, o número de óbitos diário esteve bastante próximos dos valores normais para cada um destes meses.

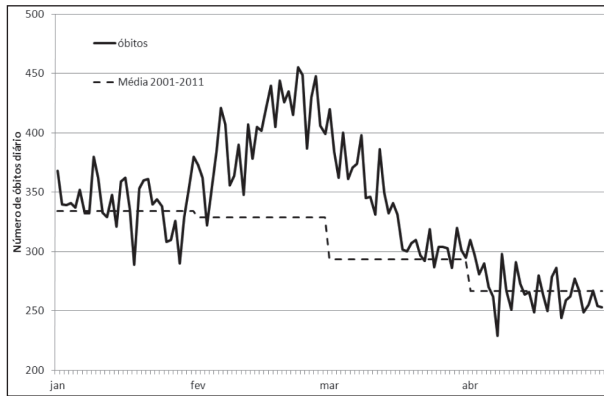


Figura 7
Mortalidade diária em Portugal Continental nos quatro primeiros meses de 2012 e médias mensais (2001-2011).

Análise das relações entre a temperatura e a mortalidade

Estudos que analisam a mortalidade e a temperatura no inverno, em Portugal e em outros países do Hemisfério Norte, mostram uma relação inversa das duas variáveis, ou seja, quando a temperatura do ar diminui a mortalidade tende a aumentar e vice-versa, ou seja, quando a temperatura do ar aumenta a mortalidade tende a diminuir (PINHEIRO, 1990; ALBERDI *et al.*, 1998; Díaz *et al.*, 2005, 2006; MARQUES *et al.*, 2009).

Tendo-se verificado, neste estudo, que a excecionalidade da temperatura mínima do ar durante os primeiros meses de 2012 foi muito superior à da temperatura máxima e considerando que, no inverno, as temperaturas mínimas baixas têm mais influência no número de óbitos do que as temperaturas máximas elevadas, procedeu-se à análise conjunta, mais detalhada, das séries de temperatura mínima e da mortalidade diárias (Fig. 8). Da representação gráfica da evolução diária da temperatura mínima observam-se, de forma clara, as grandes variações diárias e as variações correspondentes no número de óbitos em Portugal Continental. Salientam-se:

- a descida da temperatura mínima, que se inicia a 27 de janeiro até dia 30 e que antecede o primeiro pico de mortalidade que se registou no dia 31 desse mês,
- a descida da temperatura mínima que começa a 2 de fevereiro até dia 3 e que antecede o segundo pico de mortalidade registado no dia 6 desse mês,
- a descida da temperatura mínima observada de 9 a 13 de fevereiro, não se conseguindo identificar um pico de mortalidade subsequente tão evidente como os anteriores.

Verifica-se, nesta análise, que os picos de mortalidade não ocorrem em simultaneidade diária com os valores mais baixos de temperatura, mas com algum desfasamento diário, como se concluiu também em outros estudos (DÍAZ *et al.*, 2006; MARQUES, 2009). Este fato parece evidenciar alguma resiliência ao frio pelos humanos, mas também a debilitação tardia na saúde das populações, em especial de grupos de risco e idosos, de forma a não conseguirem recuperar e sucumbindo posteriormente.

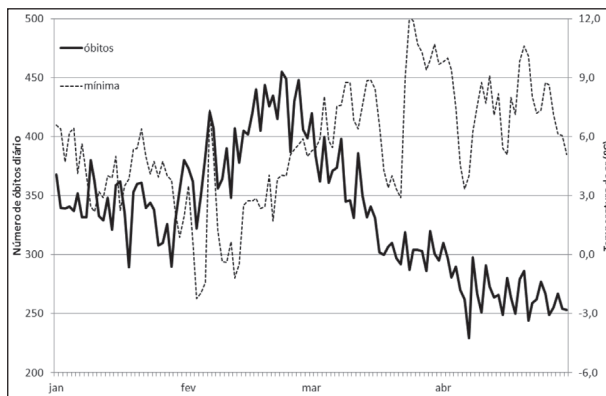


Figura 8
 Variação diária da temperatura mínima e da mortalidade diária em Portugal Continental, nos quatro primeiros meses de 2012.

De modo a identificar tendências nas séries diárias da temperatura mínima e do número de óbitos recorreu-se à aplicação do método SSA, conforme descrito anteriormente. Sendo o período de 1 de janeiro a 30 de abril de 2012 ($N=121$ dados), utilizou-se uma largura de janela $M=40$. Detetaram-se várias componentes identificadas como tendência em cada uma das séries.

A reconstrução da soma destas componentes de tendência, tanto da série da temperatura mínima como da série do número de óbitos, está representada na Figura 9.

A partir das tendências não lineares, já filtradas da variabilidade de pequena escala diária que nesta análise é considerada como ruído, é possível determinar os períodos de aumento e de diminuição das séries em análise. Verifica-se que a temperatura mínima decresce até 6 de fevereiro, aumentando a partir dessa data até 30 de março, voltando a decrescer a partir daí. A análise da série de tendência da mortalidade revela sinais de diminuição desde o início do registo até ao dia 23 de janeiro, data em que se inverte a tendência para aumento que se prolonga até ao dia 22 de fevereiro.

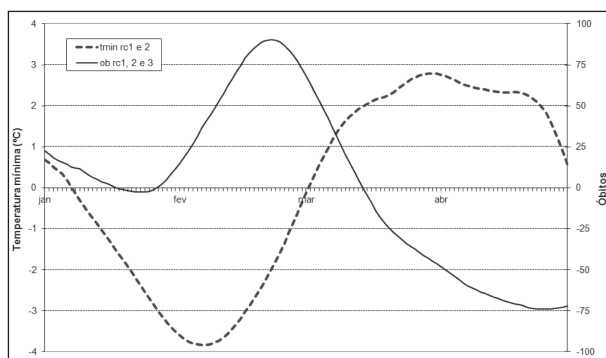


Figura 9
 Tendências não lineares da temperatura mínima e da mortalidade diária (janeiro a abril de 2012).

De modo a estimar a influência do frio na mortalidade estabeleceram-se dois critérios na determinação do período de interesse para análise. Estes critérios são baseados em resultados de trabalhos anteriores já referidos, que mostram que no Inverno a mortalidade se correlaciona de modo indireto com a temperatura mínima, e que a diminuição da temperatura mínima ainda tem influência na mortalidade até aos 7 dias seguintes. Assim definiram-se os seguintes períodos de análise: 1 de janeiro a 6 de fevereiro, período em que a temperatura mínima esteve sempre a diminuir, conforme os resultados das tendências não lineares; período de 1 de janeiro a 13 de fevereiro, correspondente ao período anterior acrescentado de 7 dias; período de 24 de janeiro a 6 de fevereiro, período comum em que se verificou simultaneamente descida da temperatura mínima e aumento de mortalidade por análise das tendências não lineares; período de 24 de janeiro a 13 de fevereiro, correspondente ao anterior e acrescido de 7 dias.

Apresentam-se na Tabela I os resultados obtidos sobre o excesso de mortalidade (anomalia do número de óbitos em relação aos valores médios) para os períodos referidos anteriormente, em valor e percentagem. As anomalias são calculadas a partir da diferença do número diário de óbitos observado e do respetivo valor médio mensal calculado para o período 2001/2011.

Tabela I
Anomalias do número de óbitos nos períodos em análise

| Período | Anomalia do nº de óbitos |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1 de janeiro a 6 de fevereiro | 347 (2.9%) |
| 1 de janeiro a 13 de fevereiro | 786 (5.4%) |
| 24 de janeiro a 6 de fevereiro | 203 (4.4%) |
| 24 de janeiro a 13 de fevereiro | 550 (7.9%) |

Pode verificar-se da análise que o período de 24 de janeiro a 6 de fevereiro, período comum em que se verificou simultaneamente descida da temperatura mínima e aumento de mortalidade, acrescido de mais 7 dias, foi aquele onde o número de óbitos registou o maior acréscimo em relação ao valor médio (mais 7.9%).

Verifica-se, no entanto, que para além destes períodos em que se considera que a temperatura mínima tenha tido grande influência na mortalidade e que se prolongam até 13 de fevereiro originando sempre um aumento, existe ainda um período em que a mortalidade continua a aumentar (de 14 até 22 de fevereiro, data do pico máximo de mortalidade avaliado por SSA) que não consegue explicar-se recorrendo à variabilidade da temperatura mínima. De facto, neste período, a temperatura mínima já se encontra em fase de aumento e já estão contabilizados os 7 dias seguintes de influência no aumento da mortalidade.

Os cálculos efectuados mostram que neste período de 14 a 22 de fevereiro ocorreu um excesso de 831 óbitos, ou seja, houve um aumento de 28.1% da mortalidade em relação aos valores médios para o mesmo período. Este é, assim, o período em que os valores observados da mortalidade mais aumentaram em relação aos valores esperados.

Por não se encontrar explicação para a mortalidade registada neste período através das relações conhecidas com a variabilidade da temperatura mínima, devem admitir-se outros fatores de influência, alguns ainda relacionados com a variabilidade da temperatura como por ex. a ocorrência de uma onda de calor no final de fevereiro com elevadas amplitudes térmicas diárias depois da ocorrência de uma onda de frio intensa, ou outros sugeridos por meios oficiais

da saúde, como por ex., o aumento de incidência de gripe, o atraso da época sazonal da gripe ou as mudanças genéticas do vírus da gripe.

Conclusões

Mostra-se, neste estudo, que a média da temperatura mínima em Portugal Continental esteve abaixo dos valores médios nos primeiros quatro meses de 2012, com o maior valor absoluto registado no mês de fevereiro, com 4.7°C abaixo da média. Este valor médio da temperatura mínima mensal observada em fevereiro foi o segundo mais baixo desde 1931 (IM, IP).

Mostra-se que parte do excesso de mortalidade que ocorreu em Portugal Continental nestes meses, em especial a que se registou de janeiro até meio de fevereiro, deverá estar diretamente relacionada com as temperaturas baixas que ocorreram.

O aumento do número de óbitos, posterior à data que se considera como influenciada diretamente pela diminuição da temperatura mínima (14 de fevereiro), ainda se verificou até 22 de fevereiro, pelo que se devem considerar outras explicações para a mortalidade excessiva que se verificou neste período (28%). Admitem-se fatores de influência, alguns ainda relacionados com a variabilidade da temperatura como por ex. a ocorrência de uma onda de calor no final de fevereiro com elevadas amplitudes térmicas diárias depois da ocorrência de uma onda de frio intensa, ou outros sugeridos por meios oficiais da saúde, como por ex., o aumento de incidência de gripe, o atraso da época sazonal da gripe ou as mudanças genéticas do vírus da gripe.

Bibliografia

- ALBERDI, J. C.; DÍAZ J.; MONTERO, J. C. e MIRÓN, I. (1998) - "Daily mortality in Madrid Community (Spain) 1986-1991: Relationship with atmospheric variables". *European Journal of Epidemiology*, 14, pp. 571-578.
- ALCOFORADO, M. J.; NUNES, M. F. e GARCIA, R. (1999) - "A percepção da relação clima-saúde pública em Lisboa, no século XIX, através da obra de Marino Miguel Franzini". *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 17 (2), pp. 31-40.
- ANTUNES, S.; PIRES, H. O. e ROCHA, A. (2001) - "Improvement of prediction using SSA methods in addition to MEM: Case of NAO study", *8th International Meeting on Statistical Climatology*, GKSS, Luneburg, Alemanha.
- ANDRADE, H. (2003) - *Bioclima Humano e Temperatura do Ar em Lisboa*. Tese de Doutoramento, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- DESSAI, S. (2003) - "Heat stress and mortality in Lisbon Part II. An Assessment of the potential impacts of climate change". *International Journal of Biometeorology*. 48, pp. 37-44.
- DÍAZ, J.; GARCÍA, R.; LÓPEZ, C.; LINARES, C.; TOBIAS, A. e PRIETO L. (2005) - "Mortality impact of extreme winter temperatures". *International Journal biometeorology*, 49, pp. 179-183.
- DÍAZ, J., LINARES, C. e TOBIAS, A. (2006) - "Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45-65 age-group". *International Journal Biometeorology*, 50, pp. 342-348.
- FALCÃO, J. M.; CASTRO, M. J. e FALCÃO, J. P. (1988) - "Efeitos de uma onda de calor na mortalidade da população do distrito de Lisboa". *Saúde em Números*, 3(2), pp. 9-12.

- FALCÃO, J. M.; PAIXÃO, P. J.; NOGUEIRA, J. M. e ELEANORA, J. P. (2004) - *Efeitos do frio nas famílias portuguesas*. Observatório Nacional de Saúde Estudo na amostra ECOS.
- MARQUES, J. (2007) - *Condições climáticas de Inverno e a mortalidade diária no distrito de Lisboa*. Tese de mestrado, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- MARQUES, J. e ANTUNES S. (2009) - “A perigosidade natural da temperatura do ar em Portugal Continental: A avaliação do risco na mortalidade”. *Territorium*, 16, pp. 49-62
- MAZICK, A.; GERGONNE, B.; NIELSEN, J.; WUILLAUME, F.; VIRTANEN, M. J.; FOUILLET, A.; UPHOFF, H.; SIDEROGLOU, T.; PALDY, A.; OZA, A.; NUNES, B.; FLORES-SEGOVIA, V. M.; JUNKER, C.; McDONALD, S. A.; GREEN, H. K.; PEBODY R. e MOLBAK, K. (2012) - “Excess mortality among the elderly in 12 European countries, February and March 2012. Euro Surveill”. <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20138>
- PEIXOTO, J. P. (1987) - *O sistema climático e as bases físicas do clima*. Secretaria de Estado do Ambiente e dos Recursos Naturais.
- PINHEIRO, C. (1990) - “Um frio de morrer ou a variação da mortalidade e clima nos distritos de Viana do Castelo e de Faro”. *Arquivos do Instituto Nacional de Saúde*, 15, pp. 61-112.
- PLAUT, G. e VAUTARD, R. (1994) - “Spells of low-frequency oscillations and weather regimes in the northern hemisphere”. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 51-2, pp. 210-236.
- PNAAS (2008) - Plano Nacional de Acção Ambiente e Saúde.
- SACARRÃO, G. F. (1981) - *A temperatura como factor ecológico*. Secretaria de Estado do Urbanismo e Ambiente. Comissão Nacional do Ambiente.
- VAUTARD, R.; YIOU, P. e GHIL M. (1992) - “Singular spectrum analysis: A toolkit for short, noisy chaotic signals”. *Physica D.*, 58, pp 95-126.

Sites:

http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/ComInf/Noticias/Documents/2012/Fevereiro/Comunicado_27022012.pdf (acesso 05/01/2013)