



**RISCOS**

**ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE RISCOS, PREVENÇÃO E SEGURANÇA**

**MULTIDIMENSÃO  
E  
TERRITÓRIOS DE RISCO**

**III Congresso Internacional  
I Simpósio Ibero-Americano  
VIII Encontro Nacional de Riscos**

**Guimarães  
2014**

# DETERMINAÇÃO DOS ÓTIMOS TÉRMICOS EM RELAÇÃO À MORTALIDADE ANUAL: ANÁLISE DE PORTO, COIMBRA E LISBOA

**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

**Baltazar Nunes**

Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge  
baltazar.nunes@insa.min-saude.pt

**Susana das Neves Pereira da Silva**

Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge  
susana.pereira@insa.min-saude.pt

**Liliana Antunes**

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

**Carlos Dias**

Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge  
carlos.dias@insa.min-saude.pt

## RESUMO

A análise da variação da mortalidade com as temperaturas máxima e mínima revela um número de óbitos mais elevado para a ocorrência de valores extremos em ambas as temperaturas. O resultado verifica-se tanto para temperaturas mínimas muito baixas como muito elevadas, bem como para temperaturas máximas muito baixas e muito elevadas, em todos os distritos.

A análise conjunta (2003 a 2012) entre a variabilidade da temperatura do ar e do número de óbitos evidencia um intervalo de temperaturas ótimas ou de conforto para a saúde pública definido pelos valores do número de óbitos mais baixos. No caso do Porto, para a temperatura mínima o intervalo de temperatura com valores mais baixos do número de óbitos é ligeiramente inferior (15 a 16 °C) ao de Coimbra (15 a 17 °C) e Lisboa (16 a 19 °C). No caso da temperatura máxima, Coimbra mostra um intervalo com valores mais elevados (25 a 31 °C), do que o Porto (21 a 27 °C) e Lisboa (24 a 28 °C).

**Palavras-chave:** Temperatura do ar, mortalidade, ótimos térmicos.

## Introdução

Portugal, tal como a maioria dos serviços meteorológicos internacionais, possui meios de monitorização da perigosidade do estado do tempo, facultando desta forma o lançamento de avisos em situações de condições meteorológicas adversas. Na grande maioria, os avisos meteorológicos centram-se na divulgação oportuna de informações sobre eventos climáticos extremos e específicos como, por exemplo, ondas de calor e de frio, tempestades de vento e neve, precipitação intensa, etc. Os níveis dos avisos são na sua maioria definidos tendo em conta determinados limites fixos, critérios ou definições climáticas, não considerando a vulnerabilidade. Devido a esse facto os níveis dos avisos meteorológicos podem, por vezes, estar desajustados à realidade do meio ambiente para os quais foram emitidos.

Há, por isso, necessidade de aprofundar o conhecimento das relações entre diferentes elementos climáticos e os seus efeitos diretos na população, principalmente com a temperatura do ar que é uma das variáveis meteorológicas com maior influência nos processos biológicos e das mais

utilizadas para descrever o clima (Sacarrão, 1981; Peixoto, 1987). Já são inúmeros os estudos em Portugal que relacionam a temperatura do ar com a saúde da população portuguesa, nomeadamente com a mortalidade (e.g. Falcão *et al.*, 1988; Pinheiro, 1990; Garcia *et al.*, 1999; Dessai, 2003; Marques, 2007; Marques *et al.*, 2009; Guerreiro, 2011; Marques *et al.*, 2012). O desenvolvimento de modelos de previsão em que a temperatura é o factor de influência na saúde pública, mais especificamente na mortalidade, tendo em consideração o local para onde é elaborada a previsão, é fundamental. Para isso é importante a determinação de limites térmicos que permitam identificar as temperaturas do ar com menor influência na mortalidade e, em consequência, as temperaturas acima ou abaixo das quais a mortalidade tende a aumentar. Este estudo tem como objetivo a determinação dos valores das temperaturas do ar (mínima e máxima) que apresentam menor influência na mortalidade, e que se denominaram 'ótimos térmicos'. A análise é anual e realizada para os distritos de Porto, Coimbra e Lisboa.

### Dados

Os dados de base utilizados são diários e relativos aos distritos de Porto, Coimbra e Lisboa, desde 2003 a 2012.

Os dados relativos à mortalidade são provenientes do Instituto Nacional de Estatística. O número de óbitos utilizado no estudo refere-se a todas as causas o que pode ser considerado um limitador dos resultados obtidos; no entanto, o número de óbitos desagregado por causas é ainda considerado de acesso restrito.

No caso da temperatura do ar utilizou-se uma estação meteorológica do Instituto Português do Mar e da Atmosfera de cada distrito, Aeroporto de Pedras Rubras (Porto), Bencanta (Coimbra) e Gago Coutinho (Lisboa). A utilização de dados da temperatura do ar de apenas uma estação meteorológica para cada um dos distritos poderia ser considerado à partida redutor. No entanto, sendo a escala de trabalho o distrito e não se pretendendo maior resolução, considera-se adequado para o estudo a utilização de uma estação meteorológica por distrito.

### Metodologia

Para a análise da variação da mortalidade com a temperatura do ar (mínima e máxima) dos três distritos (Porto, Coimbra e Lisboa) determinaram-se os valores médios da mortalidade por intervalos de classe da temperatura. O facto de se agruparem os dados por intervalos de classe de largura constante apresenta vantagens na análise; no entanto, em séries curtas como é o caso (10 anos) devem ter-se alguns cuidados, pois podem surgir casos de temperaturas do ar extremas (mínima e máxima) pouco frequentes que, devido à sua excecionalidade, se podem afastar significativamente da distribuição média.

O critério utilizado para determinar os ótimos térmicos associados a cada um dos distritos foi o percentil 45 da mortalidade.

### Resultados

A análise da variação da mortalidade diária com a temperatura diária do ar (mínima e máxima) para o mesmo período (2003 a 2012) é bastante semelhante nos distritos de Porto, Coimbra e Lisboa, verificando-se que o número de óbitos mais elevado está mais associado aos valores mais altos e mais baixos da temperatura do ar. Este resultado observa-se tanto para temperaturas mínimas muito baixas como muito altas, bem como para temperaturas máximas muito baixas e muito altas (Figura I).

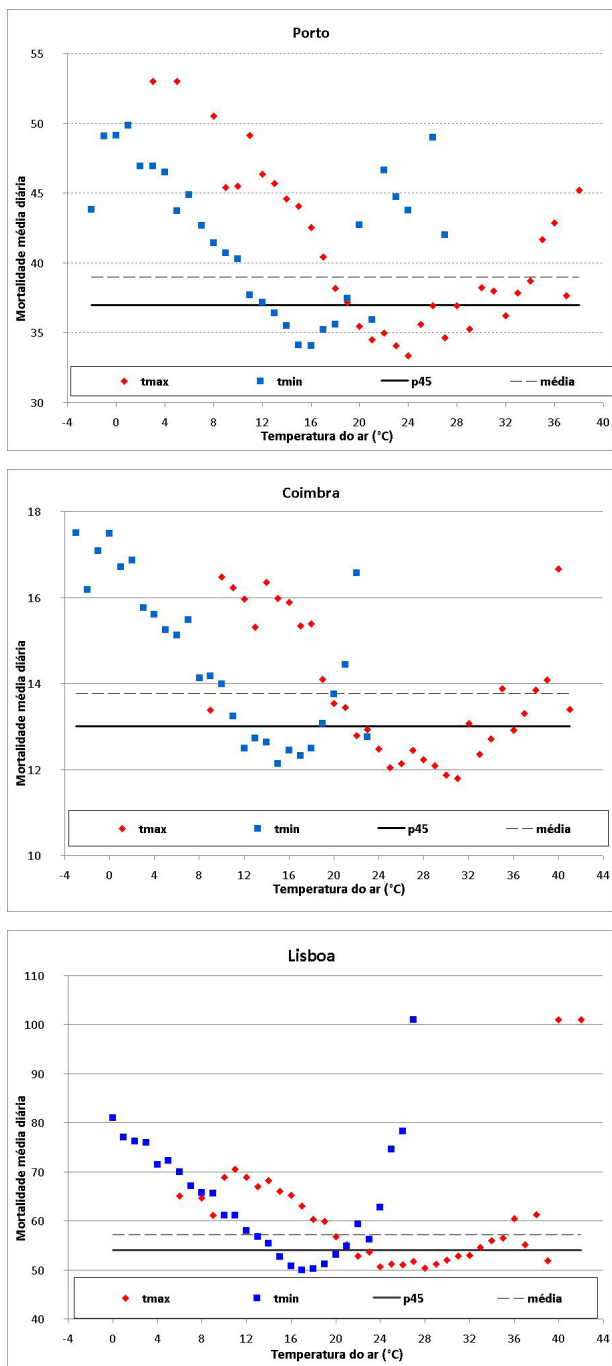


Figura 1 - Variação da mortalidade média diária e da temperatura mínima e máxima do ar nos distritos do Porto, Coimbra e Lisboa, valores médios e percentis 45 (2003-2012).

Nesta variabilidade número de óbitos/temperatura do ar identificam-se intervalos de valores da temperatura do ar (mínima e máxima) para o qual o número de óbitos é menor. No entanto, os valores mais baixos da mortalidade ocorrem para intervalos de temperatura diferentes consoante o distrito em análise. Pode também concluir-se que fora destes limiares se verificam correlações negativas entre a mortalidade e a diminuição da temperatura e correlações positivas entre a mortalidade e o aumento da temperatura, ou seja, o número de óbitos aumenta tanto com a descida como com a subida tanto das temperaturas mínimas como máximas.

Verifica-se que, no distrito do Porto, os valores mais elevados da mortalidade estão mais associados às temperaturas mais baixas (mínima e máxima) do que às mais altas; em Coimbra não se identifica diferença assinalável da mortalidade em relação aos valores mais baixos e mais altos da temperatura do ar; em Lisboa os valores mais elevados da mortalidade estão mais associados às temperaturas do ar mais altas (mínima e máxima) do que às mais baixas. Salienta-se que os valores mais elevados do número de óbitos em Lisboa se deveram a uma situação extrema de calor que ocorreu nos dias 1 e 2 de agosto de 2003, tendo-se registado as temperaturas máximas de 41.8 e 39.5 °C respetivamente, e uma temperatura mínima do ar de 27.1 °C no dia 2. Estes valores extremos fazem parte da variação como ocorrências únicas e não como valores médios.

Na figura I apresentam-se também os valores médios da mortalidade para todo o período. Com o objetivo de determinar intervalos de temperatura em que a ocorrência de mortalidade seja baixa testaram-se vários percentis, tendo-se optado pelo de 45, que se apresenta para cada distrito. Os ótimos térmicos assim estimados são mais baixos no Porto e em Coimbra relativamente à temperatura mínima, e mais elevados em Lisboa relativamente à temperatura máxima (Tabela I). A descida ou subida da temperatura mínima ou máxima para além destes intervalos origina um aumento da mortalidade.

**Tabela I - Ótimos térmicos determinados para os distritos de Porto, Coimbra e Lisboa**

Distrito	Temperatura mínima do ar (° C)	Temperatura máxima do ar (° C)
Porto	13 a 18	20 a 29
Coimbra	12 a 18	22 a 31
Lisboa	15 a 20	22 a 32

### Conclusão

Neste estudo identificou-se que nos distritos de Porto, Coimbra e Lisboa a variação média diária da mortalidade tem um comportamento semelhante com as temperaturas mínima e máxima do ar, com os valores mais elevados de mortalidade associados tanto às temperaturas mais baixas e mais altas, tanto da mínima como da máxima.

Existem valores de temperatura do ar para os quais a mortalidade apresenta valores baixos, que são designados por ótimos térmicos, e que são diferentes para os distritos em análise. A descida ou subida da temperatura mínima ou máxima para além destes intervalos origina aumento da mortalidade. Pode assim concluir-se que a população destes distritos apresenta valências distintas quanto às temperaturas. Em relação à temperatura mínima verifica-se que o limite inferior do ótimo é superior em Lisboa, o que revela que a população do Porto e Coimbra apresenta menor vulnerabilidade às temperaturas mínimas mais baixas. Em relação à temperatura máxima verifica-se que o limite superior do ótimo é superior em

Lisboa, seguida de Coimbra, o que revela que a população do Porto apresenta maior vulnerabilidade às temperaturas máximas mais elevadas do que as populações de Coimbra e Lisboa.

#### Agradecimentos

Este estudo é financiado pela FCT no âmbito do Projeto FRIESA - “Modelação e previsão do efeito do frio extremo na saúde da população: a base para o desenvolvimento de um sistema de alerta em tempo real” (EXPL/DTP-SAP/1373/2013).

#### Bibliografia

- 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(1), p.37-44.
- Falcão, J.M.; Castro M.J.; Falcão, J.P. (1988) - Efeitos de uma onda de calor na mortalidade da população do distrito de Lisboa. *Saúde em Números*, 3(2), p.9-12.
- Garcia, A.C.; Nogueira, P.J.; Falcão, J.M. (1999). “Onda de Calor de 1981 em Portugal: efeitos na mortalidade”, *Rev. Nacional de Saúde Pública*, Vol. 1, p.67-77.
- Guerreiro, V. (2011) - *Mortalidade e conforto bioclimático em Coimbra: estudo da vulnerabilidade das populações ao frio*. Tese de mestrado, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 183 p.
- 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, 101 p.
- Marques J., Antunes S. (2009) - A perigosidade natural da temperatura do ar em Portugal Continental: A avaliação do risco na mortalidade, *Territorium*, 16, p.49-62.
- Marques J., Antunes S. (2012) - Avaliação da influência do frio no episódio de mortalidade verificado em Portugal no início de 2012, p.313-324.
- Peixoto, J.P. (1987) - *O sistema climático e as bases físicas do clima*. Secretaria de Estado do Ambiente e dos Recursos Naturais, 187 p.
- 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*, vol. (n.º15), Lisboa, p.61-112.
- Sacarrão, G.F. (1981) - *A temperatura como factor ecológico*. Secretaria de Estado do Urbanismo e Ambiente, Comissão Nacional do Ambiente, 184 p.