

_Será que os planos de contingência para ondas de calor reduzem a mortalidade associada ao calor? Um estudo da diferença-das-diferenças em Portugal

Do heat contingency plans reduce heat related deaths? A difference-in-difference study in Portugal

Catarina Leitão^{1,2}, Susana Pereira da Silva³, Rita Roquette³, Mafalda Sousa Uva³, Baltazar Nunes³

catleitao64@gmail.com

(1) Unidade de Saúde Pública. Unidade Local de Saúde Litoral Alentejano, Santiago do Cacém, Portugal

(2) Exército Português, Portugal

(3) Departamento de Epidemiologia, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

_Resumo

Com a implementação em Portugal Continental, a partir de 2004, dos planos de contingência para ondas de calor (PCOC) espera-se que tenha havido uma redução do impacto do calor na mortalidade. Através da comparação da mortalidade diária por todas as causas em períodos de calor adverso (períodos em que a temperatura tem impacto na mortalidade) antes (2000-2003) e após (2005-2008) a implementação dos PCOC, pretendemos estimar o seu impacto na mortalidade ocorrida nesses períodos. Aplicou-se o método da diferença-das-diferenças (DID) às séries temporais dos óbitos diários por todas as causas, total e por estratos (sexo, grupo etário, região de saúde e tercils da distribuição da versão portuguesa do *European Deprivation Index*) cedidos pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Os períodos de calor adverso foram classificados em excesso de calor e calor extremo com base nas temperaturas diárias, máximas e mínimas, cedidas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Para estimar o impacto dos PCOC na mortalidade, foi ajustado um modelo de regressão ao número de óbitos diários. Os resultados preliminares para Portugal Continental e para a maioria das regiões de saúde evidenciaram uma redução na mortalidade diária por todas as causas nos dias de calor extremo, após a implementação dos PCOC.

_Abstract

With the implementation in Portugal, since 2004, of specific heat contingency plans (HCP) or contingency plans for heat (CPH), a reduction of heat-related mortality is expected. Through the comparison of mortality in periods of adverse heat before (2000-2003) and after (2005-2008) the implementation of HCP, in Portugal (mainland), we aimed to estimate its impact in heat related mortality. A difference-in-differences (DID) approach was undertaken using time series analysis of daily deaths from all causes, total and population subgroups (sex, age group, health region and the tertile of the European Deprivation Index distribution) obtained from Statistics Portugal (INE). The adverse heat periods were classified as heat excess or extreme heat, accordingly the daily maximum and minimum temperatures obtained from Portuguese Meteorological Institute (IPMA). To estimate the impact of the HCP, we fitted a regression model to the daily number of deaths. We found evidence that the HCP contributed to reducing mortality on extreme hot days in Portugal (mainland) and most of the portuguese health regions.

_Introdução

O efeito do calor extremo na mortalidade encontra-se bem documentado (1-4). Em Portugal, desde 1980, têm sido descritos vários períodos de calor extremo com impacto significativo na mortalidade diária (5-11), quando são ultrapassados determinados limiares de temperatura (12-18). Pela sua localização geográfica, Portugal é considerado um dos países europeus mais vulneráveis ao aumento das temperaturas e à alteração do padrão climático (1,2).

Nas últimas décadas, há evidência que aponta para a diminuição do risco de mortalidade associada ao calor, o que poderá indiciar uma mudança/redução do impacto do calor na saúde das populações (1-3,18-20). Pode pressupor-se que, para níveis semelhantes de exposição, essa diminuição seja parcialmente atribuída à implementação de programas de intervenção em saúde pública (1).

A implementação de planos de contingência específicos para períodos de calor extremo, associados a sistemas de vigilância e alerta, demonstrara estar relacionado a uma diminuição no número de mortes associadas ao calor (1-3,15,16,21,22). Em Portugal, apesar de continuar a ser observado um excesso de mortalidade associada ao calor (8-11,13), espera-se que tenha havido uma redução do seu impacto após a implementação dos planos de contingência para ondas de calor (PCOC), em 2004, integrando o Índice-ÍCARO (17,23-25).

_Objetivo

Através da comparação da mortalidade diária por todas as causas em períodos de calor adverso (períodos em que a temperatura tem impacto na mortalidade), antes (2000-2003) e após (2005-2008) a implementação dos PCOC, em Portugal Continental, pretendemos estimar o impacto dos PCOC na mortalidade ocorrida nesses períodos.



_Material e métodos

Aplicou-se o método da diferença-das-diferenças (DID) (27,28) às séries temporais dos óbitos diários por todas as causas registados nos meses estivais (maio a setembro) entre 2000 e 2008, em Portugal Continental, total e por estratos (sexo, grupo etário, região de saúde e tercís da distribuição da versão portuguesa do *European Deprivation Index*) cedidos pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Os períodos de calor adverso foram classificados em excesso de calor e calor extremo com base nas temperaturas diárias, máximas e mínimas, cedidas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA).

Foi calculada a redução bruta do número médio de óbitos diários nos períodos de excesso de calor e calor extremo através do cálculo da DID, para a população geral de Portugal Continental e para cada estrato das variáveis a estudar. A DIDbruta foi calculada pela diferença entre duas diferenças: a) a diferença entre o número médio de óbitos diários em períodos de excesso de calor ou calor extremo antes e após a implementação dos PCOC e b) a diferença entre o número médio de óbitos diários em períodos sem calor antes e após a implementação dos PCOC.

Para estimar o impacto da implementação dos PCOC na redução da mortalidade diária nos períodos de calor adverso, na população geral de Portugal Continental e para cada estrato das variáveis a estudar, foi usado um modelo de regressão de Poisson com função de ligação *identity*, separadamente para os períodos de excesso de calor e de calor extremo. Os modelos foram ajustados para as variáveis mês (sazonalidade), dia da semana (variação intrassemanal), para a proporção (%) de agregados privados com acesso a ar condicionado e estimativa anual da população residente como variável *offset*. O grupo referência/contrafactual foi definido pela extrapolação da tendência de longo curso subjacente à mortalidade diária observada nos períodos sem calor, antes e após a implementação dos PCOC.

A DID foi obtida através do parâmetro de interação calor*PCOC. Serão apresentados os resultados preliminares para o total de Portugal Continental e regiões de saúde.

_Resultados

A implementação dos PCOC teve um impacto estatisticamente significativo na redução da mortalidade diária média por todas as causas, em períodos de calor extremo, na população geral de Portugal Continental (tabela 1). Estimamos que tenham sido prevenidos, no total, uma média de 1059 (IC95%=458 a 1661) óbitos por todas as causas, em períodos de calor extremo, entre 2005 e 2008, período de vigência do PCOC. Ou seja, foram prevenidos, em média, cerca de 35% (IC95%=9 a 54) dos óbitos por todas as causas que se verificariam em períodos de calor extremo, caso os PCOC não tivessem sido implementados (tabela 2). Nos períodos de excesso de calor verifica-se também uma redução na média da mortalidade total de cerca de 3 óbitos diários em média (IC95%=-3 a 9). Contudo com os dados analisados não se obteve uma associação estatisticamente significativa com a implementação dos PCOC.

A nível das regiões de saúde, verifica-se uma redução na média da mortalidade diária por todas as causas após a implementação dos PCOC, em períodos de excesso de calor, estatisticamente significativa para as regiões do Norte, Alentejo e Algarve (tabela 1). Nos períodos de calor extremo a região Centro é a única onde não se observa uma redução estatisticamente significativa. Apesar do número total de óbitos diários prevenidos, em média, nestas regiões ser indicativo de um impacto efetivo dos PCOC na mortalidade diária em períodos de calor adverso (gráfico 1 e gráfico 2), o facto de estarmos a lidar com números pequenos faz com que estes resultados devam ser interpretados com cautela. Isto aplica-se principalmente na região do Algarve, em que os períodos de calor adverso são definidos tendo em conta a temperatura medida numa estação meteorológica única para toda a região.



Tabela 1: Impacto da implementação dos planos de contingência para ondas de calor (PCOC) na redução da mortalidade diária por todas as causas, em períodos de excesso de calor e calor extremo ao nível de Portugal Continental e Região de Saúde (organização do Serviço Nacional de Saúde anterior a 2007).

	Excesso de calor			Calor extremo		
	DIDbruta (M0)	DIDajustada (IC95%)	Valor <i>p</i>	DIDbruta (M0)	DIDajustada (IC95%)	Valor <i>p</i>
Portugal Continental	5	3 (-3 a 9)	0,305	16	13 (5 a 20)	<0,001
Região Norte	3	3 (0 a 5)	0,023	5	4 (1 a 8)	0.007
Região Centro	1	1 (-1 a 4)	0,244	1	1 (-2 a 4)	0,424
Região Lisboa e Vale do Tejo	1	1 (-2 a 4)	0,483	4	4 (1 a 7)	0.007
Região Alentejo	2	2 (1 a 3)	0,002	2	2 (1 a 3)	<0,001
Região Algarve	2	2 (0 a 3)	0,026	6	6 (3 a 9)	<0,001

DIDbruta: estimada pelo modelo M0 – Modelo Quasi-Poisson não ajustado para fatores de confundimento; inclui a variável dependente número de óbitos diários por todas as causas e as variáveis independentes implementação dos PCOC (0, 1), os períodos de excesso de calor (0, 1) e calor extremo (0, 2) e a interação entre os dois [excesso de calor e plano (M0_1); calor extremo e plano (M0_2)].

DIDajustada: ao nível de Portugal Continental, foi estimada pelo modelo M2 - Modelo Quasi-Poisson M0 ajustado para a sazonalidade e proporção (%) de agregados privados com acesso a ar condicionado, e com a população como *offset*; IC95% e valores de *p* obtidos para o parâmetro de interação; ao nível da Região de Saúde, foi estimado pelo modelo M1 - Modelo Quasi-Poisson M0 ajustado para a sazonalidade com a população como *offset*.

IC95% e valores de *p* obtidos para o parâmetro de interação.

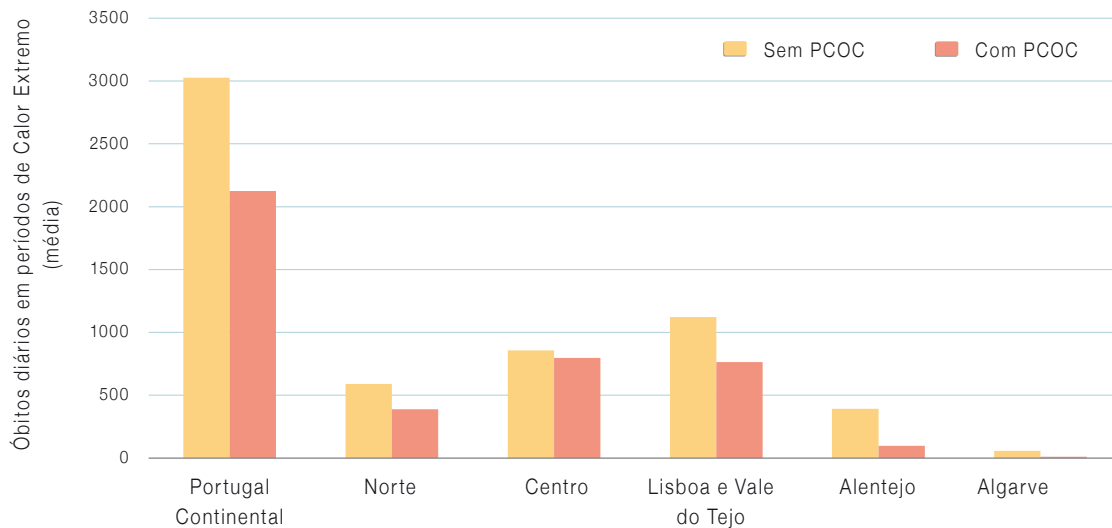
Tabela 2: Impacto da implementação dos planos de contingência para ondas de calor (PCOC) na mortalidade diária por todas as causas, em períodos de excesso de calor e calor extremo ao nível de Portugal Continental e de Região de Saúde (organização do Serviço Nacional de Saúde anterior a 2007).

	Excesso de calor		Calor extremo	
	Número total de óbitos prevenidos (média) (IC95%)	Fração total do número de óbitos prevenidos em % (média) (IC95%)	Número total de óbitos prevenidos (média) (IC95%)	Fração total do número de óbitos prevenidos em % (média) (IC95%)
Portugal Continental	558 (-510 a 1625)	14 (-14 a 36)	1059 (458 a 1661)	35 (9 a 54)
Região Norte	390 (53 a 728)	39 (0 a 64)	230 (62 a 398)	39 (-4 a 68)
Região Centro	291 (-199 a 782)	24 (-19 a 55)	120 (-174 a 414)	14 (-33 a 45)
Região Lisboa e Vale do Tejo	170 (-305 a 646)	17 (-50 a 52)	415 (113 a 716)	37 (2 a 59)
Região Alentejo	429 (156 a 701)	66 (32 a 95)	302 (139 a 464)	77 (44 a 108)
Região Algarve	71 (9 a 134)	44 (5 a 74)	47 (25 a 70)	82 (53 a 109)

Utilizando o valor da DIDajustada (M2 ao nível de Portugal Continental e M1 ao nível das Regiões de Saúde) foram determinados: a) O número médio diário de óbitos associados ao calor prevenidos pelos PCOC (beta3); b) o número total de óbitos associados ao calor prevenidos durante os períodos de calor adverso após a implementação do PCOC (beta3* número de dias de calor adverso no período após PCOC); e c) a fração do número médio diário de óbitos associados ao calor prevenidos pelos PCOC beta3 (redução mortes calor com PCOC)/ beta1 (mortalidade associada ao calor sem PCOC), com respetivo IC(95%) obtido pelo método de *bootstrapping* (1000 amostras).



Gráfico 1: Impacto da implementação dos planos de contingência para ondas de calor (PCOC) na mortalidade diária por todas as causas, em períodos de calor extremo, ao nível de Portugal Continental e de Região de Saúde (organização do Serviço Nacional de Saúde anterior a 2007).



Discussão e conclusões

Os resultados preliminares do nosso estudo sugerem que a implementação dos PCOC, como um todo, podem ter contribuído para a redução da mortalidade diária por todas as causas, principalmente em períodos de calor extremo, sendo essa redução aproximadamente 35% dos óbitos associados ao calor caso não estivessem implementados os PCOC, em Portugal Continental. Sugere, também, que há uma percentagem importante de mortes associadas ao calor, cerca de 65%, que poderão ainda ser evitadas.

São, pois, necessários estudos complementares de avaliação do grau da implementação dos PCOC ao longo de todo o sistema de saúde, assim como estudos de efetividade das medidas neles contempladas, comparando com boas práticas internacionais com comprovada efetividade na proteção da saúde da população em períodos de calor extremo.

Recomendamos vivamente o uso de métodos quase-experimentais, como o DID, para avaliar o impacto dos planos de contingência e ajustar a sua implementação, visando o desenvolvimento de melhores medidas e políticas de saúde pública que sejam efetivas na redução do impacto do calor na saúde das populações.

Referências bibliográficas:

- (1) McGregor G, Bessemoulin P, Ebi K, et al. (eds). Heatwaves and health: guidance on warning-system development. Geneva: World Meteorological Organization, World Health Organization, 2015. https://www.who.int/globalchange/publications/WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015.pdf?ua=1
- (2) World Health Organization Regional Office for Europe. Protecting health in Europe from climate change: 2017 update. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2017. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/355792/ProtectingHealthEuropeFromClimateChange.pdf?ua=1
- (3) Matthies F, Bickler G, Marin N, et al. (eds). Heat-health action plans : guidance. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2008. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107888>
- (4) Bustinza R, Lebel G, Gosselin P, et al. Health impacts of the July 2010 heat wave in Québec, Canada. BMC Public Health. 2013;13:56. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-56>
- (5) Rodrigues AP, Batista I, Silva S. Médicos-Sentinela: o que se fez em 2017. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde, 2019. <http://hdl.handle.net/10400.18/6422>
- (6) Paixão EJ, Nogueira PJ. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. Rev Port Saude Pública. 2003;21(1):41-54.
- (7) Calado R, Nogueira PJ, Catarino J, et al. A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. Rev Port Saude Pública. 2004;22(2):7-20.
- (8) Paixão EJ, Nogueira PJ, Nunes AR, et al. Onda de calor de Julho de 2006: efeitos na mortalidade: estimativas preliminares para Portugal Continental. Lisboa: Observatório Nacional de Saúde. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, 2006.
- (9) Silva S, Roquette R, Nunes B, et al. A onda de calor de junho e julho de 2013: análise dos seus impactes na mortalidade por distrito de Portugal Continental. Boletim Epidemiológico Observações. 2016 janeiro-abril;5(15):27-9. <http://hdl.handle.net/10400.18/3700>
- (10) Pereira da Silva S, Batista I, Antunes L, et al. Estimativas do excesso de mortalidade associado a períodos de calor extremo ocorridos em Portugal em 2014: relatório: Projecto Ícaro. Lisboa: Departamento de Epidemiologia. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2014.



- (11) Pereira da Silva S, Batista I, Nunes B, et al. Estimativas de excesso de mortalidade associado a calor extremo entre maio e setembro de 2015, em Portugal Continental: relatório: Projecto Ícaro. Lisboa: Departamento de Epidemiologia. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2015.
- (12) Nogueira P, Paixão E. Models for mortality associated with heatwaves: update of the Portuguese heat health warning system. *Int J Climatol*. 2008;28:545-62. <https://doi.org/10.1002/joc.1546>
- (13) Nogueira PJ, Paixão EJ, Morais L. Temperaturas do ar de Lisboa e Portugal (por distritos). Distribuições semanais e geográficas: modelos para previsão e monitorização dos impactos das ondas de calor na mortalidade humana. *Portugal Saúde em Números*. 2013;1:8-18. <http://hdl.handle.net/10400.26/10508>
- (14) Paixão EJ, Nogueira PJ. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. *Port Saude Pública*. 2003;21(1):41-54.
- (15) Almeida SP, Casimiro E, Calheiros J. Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal. *Environ Heal*. 2010;9:12. <https://doi.org/10.1186/1476-069x-9-12>
- (16) García-Herrera R, Díaz J, Trigo RM, et al. Extreme summer temperatures in Iberia: Health impacts and associated synoptic conditions. *Ann Geophys*. 2005;23:239-51. <https://doi.org/10.5194/angeo-23-239-2005>
- (17) Nogueira PJ, Paixão EJ, Nunes B, et al. Excesso de calor em Agosto de 2005: efeitos na mortalidade: estimativas para Portugal Continental. Lisboa: Observatório Nacional de Saúde. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, 2005.
- (18) Pereira da Silva S, Batista I, Antunes L, et al. Estimativas do excesso de mortalidade associado a períodos de calor extremo ocorridos em Portugal em 2014: relatório: Projecto Ícaro. Lisboa: Departamento de Epidemiologia. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2014. <http://hdl.handle.net/10400.18/2455>
- (19) Vicedo-Cabrera AM, Sera F, Guo Y, et al. A multi-country analysis on potential adaptive mechanisms to cold and heat in a changing climate. *Environ Int*. 2018;111:239-46. Epub 2017 Dec 20. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.006>
- (20) Gasparri A, Guo Y, Hashizume M, et al. Temporal variation in heat-mortality associations: a multicountry study. *Environ Health Perspect*. 2015;123(11):1200-7. <https://doi.org/10.1289/ehp.1409070>
- (21) Boeckmann M, Rohn I. Is planned adaptation to heat reducing heat-related mortality and illness?: a systematic review. *BMC Public Health*. 2014;14:1112. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1112>
- (22) Toloo G, Fitzgerald G, Aitken P, et al. Are heat warning systems effective?. *Environ Health*. 2013;12:27. <https://doi.org/10.1186/1476-069x-12-27>
- (23) Nunes B, Paixão E, Dias CM, Nogueira P, Falcão JM. Air conditioning and intrahospital mortality during the 2003 heatwave in Portugal: evidence of a protective effect. *Occup Environ Med*. 2011;68:218-23.
- (24) Portugal.Ministério da Saúde.Direção-Geral da Saúde. Plano de contingência para ondas de calor 2005: avaliação do plano de contingência para as ondas de calor: relatório. Lisboa: Direção-Geral da Saúde; 2005.
- (25) Nogueira PJ, Machado A, Rodrigues E, Nunes B, Sousa L, Jacinto M, et al. The new automated daily mortality surveillance system in Portugal. *Surveill Outbreak Reports*. 2010.
- (26) Nogueira PJ. Examples of heat health warning systems: Lisbon's ÍCARO's Surveillance System: Summer of 2003. In: Kirch W, Bertolini R, Menne B, editors. *Extreme weather events and public health responses*. Berlin: Springer; 2005. p. 141-59.
- (27) Benmarhnia T, Bailey Z, Kaiser D, Auger N, King N, Kaufman J. A difference-in-differences approach to assess the effect of a heat action plan on heat-related mortality, and differences in effectiveness according to sex, age, and socioeconomic status: Montreal, Quebec. *Environ Health Perspect*. 2016;124(11):1694-9.
- (28) Saeed S, Moodie EEM, Strumpf EC, Klein MB. Evaluating the impact of health policies: using a difference-in-differences approach. *Int J Public Health [Internet]*. 2019; Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00038-018-1195-2>