

RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA E MORTALIDADE NAS PRINCIPAIS CIDADES GALEGAS

M. Taracido Trunk^{1,2}, A. Figueiras Guzmán^{1,2} e M. Piñeiro Lamas²

¹ Área de Medicina Preventiva e Saúde Pública
Facultade de Medicina
San Francisco s/n, 15786 Santiago de Compostela.

² CIBER de Epidemioloxía e Saúde Pública
Hospital Clínico Universitario
Travesía da Choupana s/n, 15706 Santiago de Compostela.
Correo_e: margarita.taracido@usc.es

SUMMARY

The effect of high temperatures on mortality is a health problem of great magnitude. In Europe alone there were 22,000 to 45,000 heat-related deaths during the summer of 2003.

OBJECTIVES: To study the relationship between temperature and mortality in the main cities of Galicia (Spain).

RESULTS: Generalised additive models with negative binomial response were used to analyze the relationship between mean daily temperature and mortality due to all, cardiocirculatory, cerebrovascular and respiratory causes among subjects aged over 70 years, from 1976 to 2004 in the 7 largest cities in Galicia. We studied the association with heat waves, as well as lags 1, 2 and 3 for mean temperature and heat wave. The relative risk of mortality, with respect to comfort temperature, ranged from 12% to 37% for heat, and 7% to 13% for cold. Heat waves were associated with an increase in mortality due to respiratory causes, and also with all-cause mortality among persons aged over 70 years.

CONCLUSIONS: 1. Comfort temperatures vary across cities 2. The relationship between temperature and mortality is U-shaped, with different slopes for each city. 3. Heat waves pose a considerable risk to persons over the age of 70 years.

INTRODUCCIÓN

O efecto das elevadas temperaturas na mortalidade é un problema de saúde pública de gran magnitude. Cada ano hai un maior número de hospitalizacións e mortes relacionadas coa exposición a elevadas temperaturas ambientais, e as taxas de morte máis elevadas obsérvanse en persoas de 65 anos ou máis. As interaccións entre o cambio climático e a saúde humana son múltiples e complexas, ocasionando cambios na morbimortalidade en relación coa temperatura, efectos relacionados con eventos meteorolóxicos extremos (precipitacións extremas e inundacións), contaminación atmosférica e aumento dos seus efectos sobre a saúde, enfermidades transmitidas polos alimentos e a auga e enfermidades transmitidas por vectores infecciosos.

A contaminación atmosférica representa un risco ambiental con consecuencias prexudiciais para a saúde, dado que parte das emisións á atmosfera relacionadas co cambio climático deterioran a calidade do aire e agravan os efectos da contaminación atmosférica sobre a saúde dos cidadáns, non só polo impacto nos fenómenos meteorolóxicos, senón, de maneira inmediata, polos efectos directos dos contaminantes para a saúde.

Por outra parte, en España poderíanse potenciar as enfermidades ligadas a vectores de transmisión pola súa proximidade con África e polas condicións climáticas, próximas ás zonas onde hai este tipo de enfermidades. O posible risco viría por extensión xeográfica de vectores xa establecidos ou pola importación e instalación de vectores subtropicais adaptados a sobrevivir en climas menos cálidos e máis secos.

Non obstante, posiblemente o maior impacto para a saúde sexa a importante incidencia na morbilidad e mortalidade que terán os cambios previstos nas temperaturas e nos eventos térmicos extremos, especialmente a intensificación das vagas de calor (WHO, 2003; Marto, 2005; Abanades, 2007).

Debido ás consecuencias proxectadas do quentamento global e ao incremento na frecuencia e intensidade das vagas de calor, a mortalidade relacionada coa calor podería alcanzar maior relevancia na saúde pública durante as próximas décadas. Ademais, no futuro prevese un incremento da mortalidade relacionada coa calor debida ao envellecemento poboacional e ao aumento da poboación urbana, así como ao aumento do número e intensidade das vagas de calor determinadas polo quentamento global.

Un aspecto importante é que a mortalidade asociada coa calor se pode prever coa adopción de medidas comportamentais individuais, como utilización de aire acondicionado e aumento de inxestión de líquidos. O desenvolvemento de sistemas de alerta e plans de intervención e redución da tensión térmica no ambiente son outras medidas adaptativas (Marto, 2005; Abanades, 2007).

Segundo recolle o IV Panel Intergubernamental do Cambio Climático (IPCC), a temperatura da terra aumentou 0,74 °C no período 1906-2005 (intervalo de incerteza do 90%: 0,56-0,92). Ademais, tense constancia de que este aumento non foi lineal: nos últimos 50 anos o incremento foi o dobre que na primeira metade do século XX. Once dos últimos doce anos (1995-2006) encóntranse entre os 12 máis calorosos desde que se rexistra a temperatura da superficie da Terra (1850). É dicir, obsérvase unha aceleración no incremento de temperatura, que será maior ou menor segundo o escenario de emisións futuras en que nos situemos.

En España, un numeroso grupo de investigadores elaborou un informe sobre os impactos previsibles do cambio climático a instancias do Ministerio de Medio Ambiente. Nel recóllese como previsión para a península Ibérica un incremento térmico uniforme ao longo do século XXI, cunha tendencia media de aumento de 0,4 °C por década no inverno e de 0,7 °C por década no verán para o escenario menos favorable, e de 0,4 °C e 0,6 °C por década, respectivamente, para o escenario máis favorable. Este incremento de temperatura por termo medio pódese asociar, ademais, cunha maior variabilidade nos fenómenos meteorolóxicos, polo que se espera que as vagas de calor sexan máis frecuentes, máis intensas e de maior duración (Ballester, 2008).

En Galicia xa se observa unha tendencia ao quentamento: a temperatura anual aumentou 0,18 °C/década no período 1961-2006, co maior incremento na primavera e no verán. No inverno aumentou a temperatura máxima e descendeu o número de días fríos. Obsérvase tamén un incremento na frecuencia de días e noites cálidos na primavera e no verán e unha diminución de días e noites fríos no outono (Cruz, 2008).

Relación entre a temperatura e a mortalidade

As exposicións ás temperaturas extremas de calor e de frío asócianse a aumentos de mortalidade e morbilidad, en comparación cunha temperatura de confort intermedia. A mortalidade relacionada coa calor segue unha función en U, cun ascenso máis pronunciado en temperaturas máis altas. ○



rango de temperatura de confort ou de seguridade está intimamente relacionado coa temperatura media, cun extremo superior tan baixo como 16,5 °C en Holanda e 19 °C en Londres a outro tan alto como 29 °C en Taiwan. Os días quentes de principios do verán teñen maior efecto que os que se rexistran máis tarde (Patz, 2005).

Os estudos realizados en Europa indican que nas rexións máis cálidas a mortalidade atribuíble á calor ocorre con temperaturas máis elevadas que nas rexións de clima máis frío, debido á aclimatación das persoas á temperatura da zona en que viven (Marto, 2005; Kim, 2006).

As persoas que viven en ambientes urbanos poderían estar sometidas a maior risco de mortalidade, xa que as áreas urbanas presentan, polo xeral, maiores índices de calor (combinación de temperatura e humidade) que as áreas suburbanas ou rurais, fenómeno coñecido como “efecto illa de calor urbana”. Ademais, as áreas urbanas reteñen a calor durante a noite de forma máis eficiente, o que pode ocasionar unha tensión térmica crítica, responsable da sobremortalidade relacionada coa calor verificada nos centros urbanos (Patz, 2005).

A magnitude actual das mortes relacionadas coa calor podería ser notablemente maior que a que se documentou, xa que non hai un criterio único para determinar tales mortes, e a calor podería non estar recollida como causa ou contribuínte á morte nos certificados de defunción (Patz, 2005).

Os estudos suxiren que as persoas con enfermidades cardiovasculares e respiratorias preexistentes teñen un risco aumentado de morte asociado con exposición á calor ambiental e que o risco é maior para varios grupos de poboación, incluíndo anciáns, nenos e persoas de baixo nivel socioeconómico (Basu, 2002).

Tamén hai un impacto do frío sobre a mortalidade, superior nos lugares con invernos máis mornos que naqueles con invernos máis crus. A maioría dos países sofre entre un 5% e un 30% de exceso de mortalidade invernal (Kendrovski, 2006). En Madrid, por cada grao en que a temperatura máxima diaria non chegue á temperatura limiar (6 °C), obsérvase un aumento do 5,1% na mortalidade por todas as causas, 6,1% en enfermidades circulatorias e 9,1% en respiratorias en persoas entre 65 e 74 anos de idade (Comunidade, 2006). Hajat observa un 1,06% de aumento do risco de morte por cada grao en que a temperatura máxima diaria non chegue ao limiar de frío (percentil 5), maior para as enfermidades respiratorias e causas externas, así como en persoas maiores (Hataji, 2007).

Efectos das vagas de calor

Hai unha clara relación entre as vagas de calor e a mortalidade. As vagas de calor que suceden na primavera ou a principios do verán poderían ocasionar máis mortes que as que se producen máis tarde, xa que as persoas máis vulnerables serían afectadas polas vagas de calor temperás, quedando menos susceptibles vivos para as vagas tardías. Alternativamente, as persoas vulnerables que sobreviviron ás vagas de calor tardías dos últimos meses do verán poderían ter adquirido mecanismos fisiolóxicos de adaptación ou realizado cambios ambientais logo da súa exposición inicial a elevadas temperaturas. Con todo, non son probables as adaptacións a temperaturas extremas bruscas (Basu, 2002).

Observouse que os retardos de temperaturas de 0-3 días producen o máximo efecto sobre a mortalidade logo dunha vaga de calor, o que demostra que a mortalidade asociada coa temperatura é un evento agudo que require intervención urxente (WHO, 2003).

O verán de 2003 foi, probablemente, o máis caloroso en Europa en máis de 500 anos, con temperaturas medias 3,5 °C superiores ao normal. As aproximadamente entre 22.000 e 45.000

mortes relacionadas coa calor que ocorreron en toda Europa ao longo de dúas semanas en agosto de 2003 é o exemplo recente máis notable de riscos para a saúde directamente relacionados con cambios na temperatura. En España, cos datos de mortalidade do INE dos veráns de 2002 e 2003, obsérvase un 15,31% máis de mortalidade durante a vaga de calor de 2003, que chega a un 27,39% no mes de agosto, aumento dificilmente explicable por variación interanual (táboa 1).

Meses	Ano 2002	Ano 2003	Diferenza	Variación %
Xuño	28.771	31.766	2.995	+ 10,41
Xullo	28.690	31.211	2.521	+ 8,79
Agosto	27.185	34.632	7.447	+ 27,39
Total	84.646	97.609	12.963	+ 15,31

Táboa 1. Falecementos en España (todas as causas, todas as idades, ambos os dous sexos) nos veráns de 2002 e 2003 (Comunidade, 2006).

O comportamento do índice de intensidade da vaga de calor fronte á mortalidade nas provincias españolas de máis de 750.000 habitantes mostra un carácter logarítmico, o que vén indicar que pequenos incrementos do índice teñen un grande impacto sobre a mortalidade e que, debido en parte ao efecto colleita, existe un limiar a partir do cal se estabiliza. Por regra xeral, foi nos lugares en que a calor é menos frecuente onde se alcanzaron os valores máis altos deste índice durante o verán (Díaz, 2005). A vaga de calor do verán de 2003 en España ocasionou un 8% de exceso de mortalidade, respecto ao mesmo período de anos anteriores, que afectou exclusivamente ás persoas maiores de 65 anos, incremento que se observou tamén no medio rural (Martínez, 2004).

En España, despois do verán de 2003, o Ministerio de Medio Ambiente define “vaga de calor” da seguinte maneira: tras a zonificación do noso territorio e actualizar as series de datos cos valores do ano 2004, determinouse para as estacións de clima suave con baixa oscilación térmica diaria (zonas marítimas principalmente) o percentil 95 da serie histórica de temperaturas máximas absolutas estivais, mentres que para o resto das estacións se sinalou como valor limiar o percentil 95 das series de temperaturas máximas diarias. Coas series de temperaturas mínimas absolutas dos meses de verán determinouse o percentil 95, co que o limiar de alerta de calor que se propón está determinado pola simultaneidade dos valores de máxima e mínima que superen estes limiares (Ministerio de Medio Ambiente, 2005). De todos os xeitos, non hai un criterio uniforme para definir “vaga de calor”.

OBXECTIVOS

Estudar a relación entre a temperatura e a mortalidade nas principais cidades de Galicia:

- Por todas as causas, excepto externas
- En maiores de 70 anos
- Por enfermidades cardiocirculatorias, cerebrovasculares e respiratorias



MÉTODOS

1. Deseño

Realizamos un estudo ecolóxico de series temporais, con análise independente para cada unha das cidades estudadas: A Coruña, Lugo, Ourense, Pontevedra, Santiago de Compostela e Vigo.

A unidade de estudo dentro de cada cidade foi o día.

2. Fontes de datos

Obtivemos os datos de mortalidade do rexistro de mortalidade da Dirección Xeral de Saúde Pública da Xunta de Galicia. Estudamos a mortalidade desde o 1 de xaneiro de 1976 ao 31 de decembro de 2004 para cada unha das cidades e polas seguintes causas de morte:

- Todas as causas, excepto externas
- Mortalidade cardiovascular
- Mortalidade cerebrovascular
- Mortalidade respiratoria

Os datos de temperatura obtivémolos de MeteoGalicia. Facilitáronnos temperatura máxima e mínima diarias das mesmas datas e cidades que a mortalidade.

Utilizamos as seguintes estacións meteorolóxicas:

- A Coruña
- Lugo, colexio Fingoi
- Ourense
- Pontevedra, Lourizán
- Santiago de Compostela, Lavacolla
- Vigo

3. Definición de variables

- Temperatura media: calculada como a media das temperaturas máxima e mínima diarias.
- Temperatura de confort: calculada como aquel valor cuxo OR é o mínimo de todos os axustados. O rango de temperaturas de confort é aquel valor cuxo \log_{OR} non supera o mínimo do \log_{OR} en máis dun 0,01, é dicir, non supera o mínimo do \log_{OR} en máis dun 10%.
- Vaga de calor: toma valores 1 para os días con temperatura mínima maior que o percentil 95 e temperatura máxima maior que o percentil 95, e 0 para os restantes días. Está calculada para o total da serie.
- Calculáronse os retardos 1, 2 e 3 para a temperatura media diaria e as vagas de calor.

4. Análise estatística

A relación entre temperatura e mortalidade diaria durante o período estudado foi analizada a través de modelos aditivos xeneralizados (GAM) aplicados a series de tempo (Hastie, 1990). Dado que a variable resposta era unha variable de conteo (número de falecementos diarios por todas as causas, maiores de 70 anos, enfermidades cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratorias), parecería lóxico empregar modelos con resposta de Poisson; porén, a varianza da variable era maior que

a media (sobredispersión). Por esta razón, substituímos os modelos con resposta de Poisson por modelos con resposta binomial negativa para obter erros estándar corrixidos por parámetros de sobredispersión. Ademais, para que as medidas de efecto epidemiolóxicas sexan interpretables, a función link utilizada foi a función logaritmo. Como variables independentes, utilizáronse funcións suaves da temperatura media con catro graos de liberdade e función suaves da variable tempo (que toma valor 1 para o primeiro día da serie, 2 para o segundo e así sucesivamente), estas últimas co fin de controlar a tendencia e estacionalidade da serie. Establecéronse sete graos de liberdade por cada ano que tiña a serie. Á hora de analizar a relación entre a mortalidade e as vagas de calor, empregamos modelos similares, incorporando a vaga de calor como variable independente. Todos os modelos foron estimados co paquete mgcv versión 1.3-29, no contorno R, versión 2.6.2.

Os resultados foron expresados como riscos relativos (RR) con intervalos de confianza ao 95% (IC95%). Este indica un aumento ou diminución na probabilidade de obter unha resposta para un aumento dunha unidade na variable resposta. En concreto, os riscos que se presentan son os que se corresponden co percentil 2 e 98 das temperaturas medias de cada cidade para o frío e a calor, respectivamente. Tamén se elaboraron figuras para identificar a forma funcional entre a temperatura e a mortalidade.

RESULTADOS

Cada unha das cidades estudadas ten unha temperatura media diferente; tamén varían as temperaturas máximas e mínimas, o que fai que as vagas de calor sexan diferentes.

A mortalidade relacionada coa calor segue unha función en V , coas taxas de mortalidade máis baixas nos días en que as temperaturas medias se sitúan ao redor dun determinado punto ou temperatura de confort. A medida que a temperatura ascende ou descende desde o devandito punto, a mortalidade increméntase, primeiro moi suavemente e, a partir dun determinado limiar, de forma acentuada. Os incrementos nas taxas de mortalidade son maiores coa calor que co frío.

O rango de temperatura de confort ou de seguridade está intimamente relacionado coa temperatura media e varía en cada unha das cidades. Así, vemos que en Pontevedra esta temperatura de confort se sitúa entre 8 e 10 °C, mentres que en Ourense está entre 14 e 19 °C (táboa 2).

Cidade	Temperatura
A Coruña	8 - 13 °C
Lugo	6 - 15 °C
Ourense	14 - 19 °C
Pontevedra	8 - 10 °C
Santiago de Compostela	9 - 15 °C
Vigo	5 - 11 °C

Táboa 2. Rango de temperatura de confort en cada cidade.

As temperaturas de “vaga de calor” son diferentes en cada unha das cidades estudadas, desde unha temperatura máxima de só 24 °C na Coruña a 33,6 °C en Ourense, e dunha temperatura mínima de 14,8 °C en Santiago de Compostela a 17 °C na Coruña. Así, vemos que en todo o



período estudado a cidade que sufriu menos vagas de calor foi Ourense, con 143 (un 1,3% dos días), e a que tivo máis foi Lugo, con 321 (3% dos días), seguida moi de preto pola Coruña, con 309 (2,9% dos días) (táboa 3).

Cidade	Tª máxima	Tª mínima	Nº vagas	Nº días (%)
A Coruña	24 °C	17 °C	191	309 (2,9)
Lugo	29 °C	15 °C	180	321 (3,0)
Ourense	33,6 °C	16,9	87	143 (1,3)
Pontevedra	29,5 °C	16,2	83	152 (1,4)
Santiago de Compostela	28,5 °C	14,8	118	206 (1,9)
Vigo	28,6 °C	16,4	131	264 (2,5)

Táboa 3. Definición de vaga de calor para cada unha das cidades en función do percentil 95 das temperaturas máxima (Tª máxima) e mínima (Tª mínima) dun mesmo día. Número de vagas de calor en cada cidade, así como número e porcentaxe de días de duración destas.

1. Ao estudar a **mortalidade por todas as causas**, observamos resultados que difiren entre as cidades, encontrando o maior risco en Vigo e o menor en Santiago de Compostela, mentres que a relación entre a mortalidade e o frío é menor.

Na Coruña, obsérvase un aumento do 13% de risco de morte cando a temperatura media é de 22 °C e parece que non hai relación significativa co frío (figura 1).

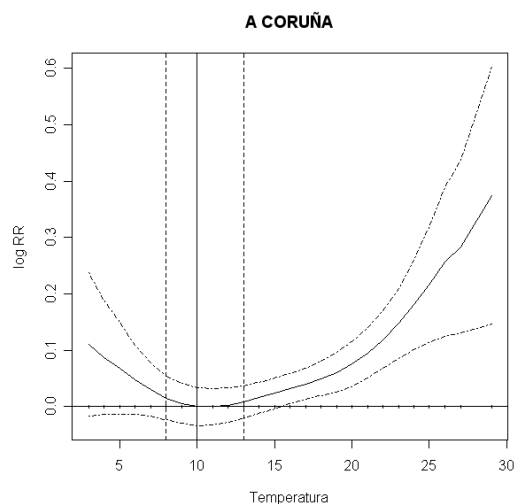


Figura 1. Efecto da temperatura media diaria sobre o risco de morte por todas as causas (curva continua) e o seu intervalo de confianza ao 95% (curvas descontinuas), tomando como referencia o valor de temperatura de confort (liña vertical continua) na cidade da Coruña. As liñas verticais descontinuas representan o rango de temperaturas de confort.

En Lugo observamos un aumento do risco de morte dun 12% con temperaturas medias de 24 °C, pero parece que o frío non inflúe moito na mortalidade (figura 2).

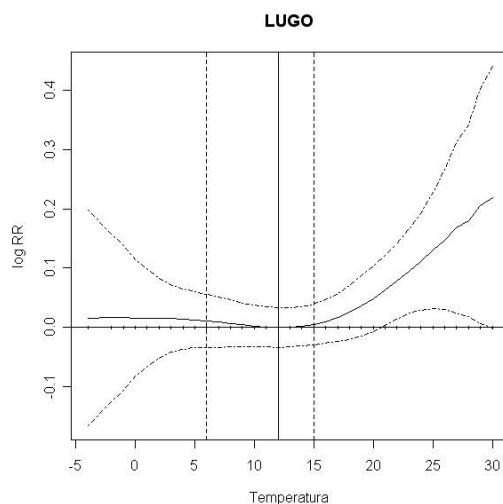


Figura 2. Efecto da temperatura media diaria sobre o risco de morte por todas as causas (curva continua) e o seu intervalo de confianza ao 95% (curvas descontinuas) tomando como referencia o valor de temperatura de confort (liña vertical continua) na cidade de Lugo. As liñas verticais descontinuas representan o rango de temperaturas de confort.

En Ourense obsérvase un aumento do risco de morte do 23% a 26 °C e dun 7% a 4 °C en relación coa temperatura de confort (figura 3).

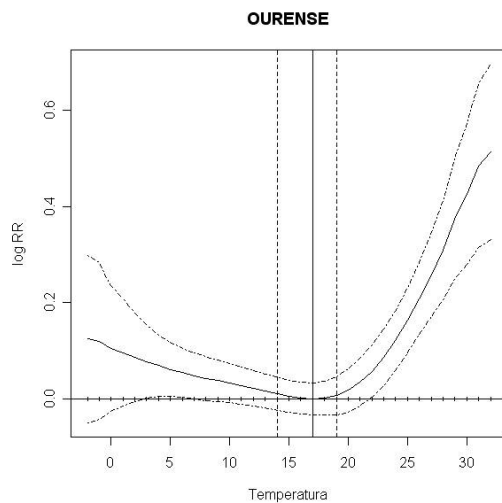


Figura 3. Efecto da temperatura media diaria sobre o risco de morte por todas as causas (curva continua) e o seu intervalo de confianza ao 95% (curvas descontinuas) tomando como referencia o valor de temperatura de confort (liña vertical continua) na cidade de Ourense. As liñas verticais descontinuas representan o rango de temperaturas de confort.

En Pontevedra é moi clara a forma de U da curva, observando riscos relativos dun 37% a 24 °C e dun 13% a 5 °C (figura 4).

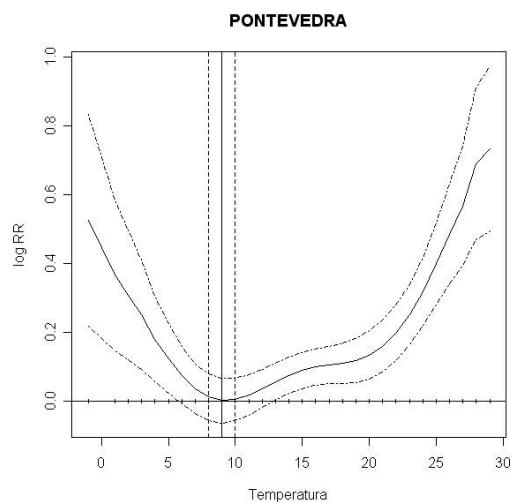


Figura 4. Efecto da temperatura media diaria sobre o risco de morte por todas as causas (curva continua) e o seu intervalo de confianza ao 95% (curvas descontinuas) tomando como referencia o valor de temperatura de confort (liña vertical continua) na cidade de Pontevedra. As liñas verticais descontinuas representan o rango de temperaturas de confort.

En Santiago de Compostela o aumento do risco de morte a 23 °C é dun 9% e non observamos relación significativa co frío (figura 5).

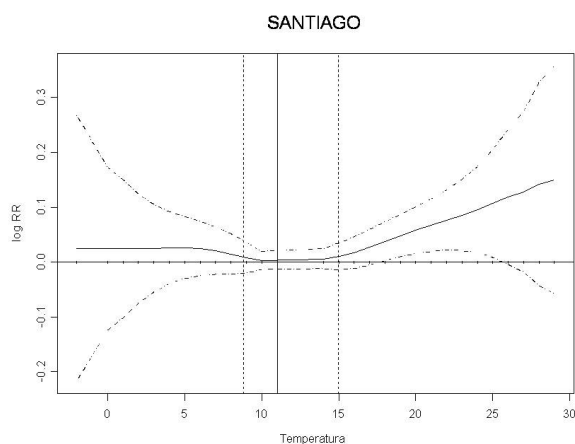


Figura 5. Efecto da temperatura media diaria sobre o risco de morte por todas as causas (curva continua) e o seu intervalo de confianza ao 95% (curvas descontinuas) tomando como referencia o valor de temperatura de confort (liña vertical continua) na cidade de Santiago de Compostela. As liñas verticais descontinuas representan o rango de temperaturas de confort.

Para rematar, en Vigo observamos un aumento do risco dun 28% a temperaturas medias de 24 °C, con respecto á temperatura de confort e non aparece relación co frío (figura 6).

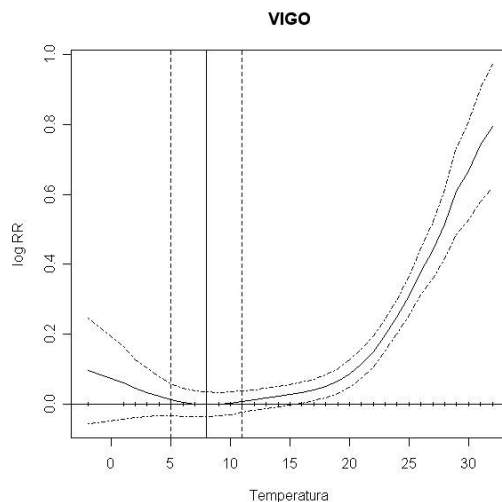


Figura 6. Efecto da temperatura media diaria sobre o risco de morte por todas as causas (curva continua) e o seu intervalo de confianza ao 95% (curvas descontinuas) tomando como referencia o valor de temperatura de confort (liña vertical continua) na cidade de Vigo. As liñas verticais descontinuas representan o rango de temperaturas de confort.

2. Mortalidade en maiores de 70 anos

En xeral, obsérvase pouca relación co frío.

A temperaturas medias de 24 °C, o risco de morte aumenta un 51% en Pontevedra, en torno ao 36% en Ourense, un 31% en Vigo, 21% en Lugo, 20% en Santiago de Compostela e 14% na Coruña (táboa 4).

Na Coruña obsérvase un 11% de aumento de risco de morte a temperaturas de 5 °C (táboa 5).

3. Mortalidade por enfermidades cardiocirculatorias

Están relacionadas coa calor e, nalgunha das cidades, tamén co frío.

Na Coruña o risco maior obsérvase co frío, un 20% a temperaturas de 5 °C.

En Ourense observamos un risco do 37% a 24 °C e do 18% a 5 °C.

En Pontevedra hai un 53% de aumento do risco de morte a 24 °C.

Lugo, Santiago de Compostela e Vigo non presentan relación significativa co frío nin coa calor (táboas 4 e 5).



4. Mortalidade por enfermidades cerebrovasculares

En xeral, non se observan relacións significativas co frío.

A temperaturas medias ao redor de 24 °C, observamos un aumento do risco de mortalidade que vai desde un 28% en Santiago de Compostela e un 31% na Coruña e Pontevedra ata un 35% en Ourense, mentres que en Lugo e Vigo non hai ningunha relación (táboa 4).

5. Mortalidade por enfermidades respiratorias

En xeral, non se observa relación co frío, pero si unha importante relación coa calor, dun 40% a 24 °C en Pontevedra, un 35% en Ourense e dun 28% na Coruña, mentres que en Lugo, Santiago de Compostela e Vigo parece que non hai ningunha relación (táboa 4).

Cidade	Maiores de 70 (RR %)	Cardiocirculatorias (RR %)	Cerebrovasculares (RR %)	Respiratorias (RR %)
A Coruña	14,2 (7,3, 21,5)		31,1 (13,7, 51,1)	27,6 (9,2, 49,0)
Lugo	21,1 (9,6, 33,9)			
Ourense	35,5 (23,9, 48,1)	37,2 (14,5, 64,6)	35,2 (10,8, 65,0)	34,5 (0,5, 79,9)
Pontevedra	51,4 (34,0, 71,0)	53,0 (21,7, 92,3)	30,7 (3,2, 65,5)	39,8 (1,7, 92,1)
Santiago de Compostela	20,2 (8,2, 33,5)		27,6 (1,8, 59,9)	
Vigo	30,8 (23,0, 39,2)			

Táboa 4. Incremento do risco de morte, expresado como risco relativo (RR) e o seu intervalo de confianza nas persoas maiores de 70 anos, morte por enfermidades cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratorias, cando a temperatura media rolda os 24 °C.

Cidade	Maiores de 70 (RR %)	Cardiocirculatorias (RR %)	Cerebrovasculares (RR %)	Respiratorias (RR %)
A Coruña	11,3 (0,5, 23,4)	20,0 (11,8, 28,8)		
Lugo				
Ourense		17,9 (0,8, 37,9)		
Pontevedra				
Santiago de Compostela				
Vigo				

Táboa 5. Incremento do risco de morte, expresado como risco relativo (RR) e o seu intervalo de confianza nas persoas maiores de 70 anos, morte por enfermidades cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratorias, cando a temperatura media rolda a 5 °C.

6. Vagas de calor

Non atopamos ningunha relación entre a mortalidade e as temperaturas máximas. Tampouco observamos relación coa vaga de calor do mesmo día. En cambio, atopamos riscos importantes cos retardos: en Ourense un 13% no segundo retardo e, sobre todo, as vagas de calor inflúen en Vigo, con riscos do 14% no primeiro retardo e 12% e 7% no segundo e terceiro retardos respectivamente (táboa 6).

Cidade	Risco relativo (%)	Extremo inferior IC95%	Extremo superior IC95%
Ourense R 1	6	-6	21
Ourense R 2	13	0.1	28
Ourense R 3	7	-5	21
Vigo R 1	14	7	22
Vigo R 2	12	5	19
Vigo R 3	7	1	14

Táboa 6. Risco relativo de morte por todas as causas, cos seus intervalos de confianza, relacionado coas vagas de calor. En negra, os riscos significativos.

En Pontevedra hai unha gran influencia das vagas de calor nos **maiores de 70 anos**, cun 22% de risco no terceiro retardo. En Ourense obsérvase un 17% no segundo retardo.

En Vigo vemos, outra vez, riscos importantes, do 16% no primeiro e segundo retardos e do 10% no terceiro (táboa 7).

Cidade	Risco relativo (%)	Extremo inferior IC95%	Extremo superior IC95%
Ourense R 1	11	-4	29
Ourense R 2	17	2	35
Ourense R 3	13	-2	31
Pontevedra R 1	13	-6	37
Pontevedra R 2	14	-7	33
Pontevedra R 3	22	3	45
Vigo R 1	16	7	26
Vigo R 2	16	8	25
Vigo R 3	10	2	19

Táboa 7. Risco relativo de morte por todas as causas en persoas maiores de 70 anos, cos seus intervalos de confianza, relacionado coas vagas de calor. En negra, os riscos significativos.



DISCUSIÓN

Os resultados do noso estudo indican que existe relación entre vagas de calor e mortalidade. Da mesma maneira, os resultados do estudo indican que a relación dose-resposta entre temperatura e risco de mortalidade segue unha forma de U, cunha temperatura de confort (temperatura de menor risco de mortalidade) que varía dunhas cidades a outras. Debido a que a relación dose-resposta é en forma de U e non en forma de V, non se poden comparar os resultados do noso estudo cos doutros traballos, xa que a maioría asume unha relación lineal, polo que dan riscos para un incremento de 1 °C, algo que nós non podemos facer porque consideramos que as curvas teñen máis ou menos forma de U, e isto dificulta a comparación dos nosos resultados. Parece que a forma da relación tería que ver coa temperatura media da cidade segundo un estudo realizado en España; así, as cidades máis frías mostran menos relación co frío, as intermedias unha forma moi suavizada, case en U, e nas máis cálidas a forma é de V (Iñiguez, 2002).

Observamos claramente que hai unha relación entre a temperatura media diaria e a mortalidade en Galicia, maior coa calor que co frío, e tamén máis importante nas cidades con temperaturas medias máis suaves, como refire a bibliografía (Díaz, 2005; Iñiguez, 2002; Marto, 2005).

O noso estudo pon de manifesto que cada unha das cidades estudadas ten unha temperatura de confort diferente, así como que o aumento de temperatura media causa efectos distintos na mortalidade en cada cidade; por iso, a análise do impacto da calor debe ter en conta as diferenzas rexionais, tal como indican outros estudos (Kim, 2006).

Hai moitas metodoloxías diferentes para medir a relación entre vagas de calor e mortalidade. A maioría dos estudos emprega temperatura máxima, pero parece que hai mellor relación cos días en que, tanto a temperatura máxima como a mínima, exceden o percentil 95. Nós decidimos utilizar a temperatura media diaria porque é mellor predictor da mortalidade que as temperaturas máxima ou mínima. Suxeriuse que as altas temperaturas nocturnas poderían contribuír á mortalidade relacionada coa calor ao non permitir ningún período de descanso. Non obstante, as altas temperaturas do día son tamén de importancia obvia, e así a temperatura media podería reflectir mellor a exposición completa fronte ás temperaturas máxima ou mínima por separado (Díaz 2006a, Hajat 2006). Nós non atopamos relación coa temperatura máxima diaria e si coa que excede o p95.

En xeral, observamos maior relación da mortalidade coas temperaturas elevadas que coas baixas. Algún estudo indica que a relación co frío sucede a máis longo prazo, entre 4-5 días e 11 días despois do frío extremo (Díaz, 2005). Analizaremos esta relación nun próximo estudo.

Respecto ás enfermidades cardiocirculatorias, atopamos relación tanto coas temperaturas altas como coas baixas, aínda que maior coa calor que co frío, tal como recollen Ishigami en tres cidades europeas (Ishigami, 2008) e Díaz en Madrid (Díaz, 2006b), ben que este autor só atopa esta relación nos homes, mentres que observa relación co frío nas mulleres. No estudo MONICA observan un descenso lineal na mortalidade por esta causa ao aumentar a temperatura (Danet, 1999). Neste mesmo estudo atopan relación co frío, sobre todo nas mulleres (Barnett, 2005).

Observamos unha importante relación entre as temperaturas elevadas e a mortalidade por enfermidades cerebrovasculares, con aumentos do risco de morte que roldan o 30% en case todas as cidades estudadas, mentres que non encontramos relación co frío. Hai poucos estudos que analicen esta causa de morte, pero os que o fan encontran unha relación similar á nosa (Basu, 2002; Revich, 2008).

Tamén observamos esta relación entre as temperaturas elevadas e a mortalidade por enfermidades respiratorias, tal como recollen diversos estudos (Ishigami, 2008), pero en ningunha cidade galega atopamos relación destas enfermidades coas baixas temperaturas, ao contrario do que se observa

en varios estudos, aínda que a metodoloxía que empregan non é directamente comparable coa nosa (Kan, 2007).

O máximo efecto sobre a mortalidade logo dunha vaga de calor obsérvase nos tres días posteriores á vaga (Martínez, 2004; WHO, 2003). Nós encontramos relación en Ourense e Vigo.

En Vigo obsérvase este efecto en todos os retardos, tanto na mortalidade total como en maiores de 70, con riscos relativos que chegan ao 16%, probablemente porque é unha cidade con temperaturas suaves, polo que as persoas están menos afeitas á calor, mentres que en Pontevedra, en maiores de 70 anos, o terceiro día despois da vaga de calor aumenta un 22% o risco de mortalidade.

Varios estudos recollen a importancia das vagas de calor nas persoas maiores (Rey, 2007). En concreto, nun estudo realizado en 50 capitais de provincias españolas durante o verán de 2003, observan aumento de mortalidade só nos maiores de 75 anos, 15% entre 75 e 84 anos e 29% en maiores de 84 (Simón, 2005).

Unha posible limitación do noso estudo podería ser que non se dispoñía de datos de contaminación para axustar por eles o efecto da temperatura. Esta relación non está clara e precísanse máis estudos para comprobar que papel representa, aínda que hai varios estudos que observaron que a relación entre temperatura e mortalidade é independente da contaminación atmosférica (Basu, 2002; Basu, 2008; Kim, 2006; O'Neill, 2005).

De todos os xeitos, en Galicia non se pode realizar esta análise porque carecemos de datos de contaminación atmosférica. Ata o ano 2003, había datos de estacións semiautomáticas de Vigo, pero no resto das cidades estes datos non reunían a calidade suficiente, xa que a maior parte dos días estaban en branco. A partir do ano 2003, por imperativo da Unión Europea, substituíron as estacións semiautomáticas por automáticas, que miden máis contaminantes e de forma máis fiable. O problema é que, por exemplo en Vigo, substituíron sete estacións semiautomáticas por unha soa automática, que non é representativa do estado da contaminación atmosférica na cidade, e o mesmo ocorreu no resto das cidades galegas.

Outras variables climáticas, non recollidas no noso estudo, tamén poderían influír: humidade relativa, presión atmosférica, ventos, choiva, etc. Pero estudos previos non obtiveron, en xeral, resultados significativamente diferentes ao ter en conta nos modelos outras variables meteorolóxicas por separado (Ballester, 1996; Barnett, 2005). De todas as maneiras, propoñeremos un estudo futuro que inclúa estas variables.

CONCLUSIÓNS E IMPLICACIÓNS

Neste estudo atopamos unha relación importante entre as temperaturas elevadas e a mortalidade e observamos que pequenos incrementos na temperatura media diaria supoñen aumentos importantes na mortalidade, o que indica a magnitude deste problema para a saúde pública.

Un aspecto importante é que a temperatura de confort e a temperatura a partir da cal se considera vaga de calor son diferentes en cada unha das cidades estudadas, polo que habería que deseñar plans específicos para cada cidade e poñer en marcha os servizos de alerta a partir da temperatura de risco específica de cada unha delas para poder protexer eficazmente toda a poboación.

A relación que observamos entre a mortalidade nas persoas maiores de 70 anos e a temperatura media, así como coas vagas de calor, indica que son un importante grupo de risco ao que lle haberá que prestar especial atención cando se prevexan este tipo de fenómenos.



Os resultados deste estudo poñen de manifesto que nos atopamos ante un importante problema de saúde pública para o cal o Goberno ten que adoptar medidas preventivas urxentes, tales como implantar sistemas de alerta e plans de intervención, así como medidas educativas.

AGRADECEMENTOS

Á Dirección Xeral de Saúde Pública da Xunta de Galicia e a MeteoGalicia por facilitarnos os datos necesarios para realizar o estudo.

A lago Martínez Casal pola súa axuda na análise dos datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abanades García J. C., Cuadrat Prats J. M., De Castro Muñoz de Lucas M., Fernández García F., Gallastegui Zulaica C., Garrote de Marcos L., Jiménez Herrero L. M., Juliá Brugués R., Losada Rodríguez I. J., Monzón de Cáceres A. y Moreno Rodríguez J. M. (2007). El cambio climático en España. Estado de situación. Documento resumen noviembre de 2007. http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/pdf/ad_hoc_resumen.pdf.
- Ballester Díez F. (1996). Meteorología y salud. La relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad. *Rev. Esp. Salud Pública*, **70**, 251-259.
- Ballester F. (2008). El impacto del calor extremo en la salud: nuevos retos para la epidemiología y la salud pública. *Rev. Esp. Salud Pública*, **82**, 147-151.
- Barnett A. R., Dobson A. J., McElduff P., Salomaa V., Kuulasmaa K. and Snas S. for the MONICA project. (2005). Cold periods and coronary events: an analysis of populations worldwide. *J. Epidemiol. and Community Health*, **59**, 551-557.
- Basu R. and Samet J. M. (2002). Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews*, **24**, 190-202.
- Basu R, Feng W-Y. and Ostro B.D. (2008). Characterizing temperature and mortality in nine California counties. *Epidemiology*, **19**, 138-145.
- Comunidad de Madrid. (2006). Variables meteorológicas y salud. *Documentos de Sanidad Ambiental*. Madrid.
- Cruz R., Lago A., Lage A. and Salsón S. (2008). Evolución recente do clima en Galicia. Tendencias observadas en variables meteorolóxicas. MeteoGalicia. Xunta de Galicia. Relatorio en: *Evidencias do cambio climático en Galicia*. CLIGAL. 11 de febreiro de 2008.
- Danet S., Richard F., Montaye M., Beauchant S., Lemaire B., Graux C., Cottel D., Marécaux N. and Amouyel P. (1999). Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. A 10-year survey: the Lille-World.
- Health Organization MONICA project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease). *Circulation*, **100**(1), 1-7.
- Díaz J., García R., López C., Linares C., Tobías A. and Prieto L. (2005). Mortality impact f extreme temperature. *Int. J. Biometeorol.*, **49**(3), 179-183.

- Díaz J., García-Herrera R., Trigo R. M., Linares C., Valente M. A., De Miguel J. M. and Hernández E. (2006). The impact of the summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?. *Int J Biometeorol*, **50**(3), 159-166.
- Díaz J., Linares C. and Tobías A. (2006). Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among 45-64 age-group. *Int. J. Biometeorol.*, **50**(6), 342-348.
- Hajat S., Armstrong B., Baccini M., Biggeri A., Bisanti L., Russo A., Paldy A., Menne B. and Kosatsky T. (2006). Impact of high temperature on mortality. Is there an added heat wave effect?. *Epidemiology*, **17**, 632-638.
- Hajat S., Kovats R. S. and Lachowycz K. (2007). Heat-related and cold-related deaths in England and Wales: Who is at risk?. *Occup and Environ Medicine*, **64**, 93-100.
- Hastie T. J. and Tibshirani R. J. (1990). *Generalized additive models*. Chapman and Hall Ltd, London, United Kingdom.
- Iñiguez C., Ballester F., Pérez-Hoyos S. y Sáez M. Grupo TEMPRO-EMECAM (2002). Estudio de la forma de la relación entre mortalidad y temperatura en 13 ciudades españolas. *Gac. Sanit.*, **16**(sup. 1), 75.
- Ishigami A., Hajat S., Kovats R. S., Bisanti L., Rognoni M., Russo A. and Paldy A. (2008). An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities. *Environ. Health.*, **7**(1), 5.
- Kan H., London S. J., Chen H., Song G., Chen G., Jiang L., Zhao N., Zhang Y. and Chen B. (2007). Diurnal temperature range and daily mortality in Shanghai, China. *Environ. Res.*, **103**(3), 424-431.
- Kendrovski V. T. (2006). The impact of ambient temperature on mortality among the urban population in Skopje, Macedonia during the period 1996-2000. *BMC Public. Health.*, **5**, 44. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/6/44>
- Kim H., Ha J. S. and Park J. (2006). High temperature, heat index, and mortality in 6 major cities in South Korea. *Arch. Environ. Occup. Health*, **61**(6), 265-270.
- Martínez Navarro F., Simón-Soria F. y López-Abente G. (2004). Valoración del impacto de la ola de calor del verano 2003. *Gac. Sanit.*, **18**(1), 250-258.
- Marto N. (2005). Ondas de calor. Impacto sobre a saúde. *Acta Med. Port.*, **18**, 467-474.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2005). Aspectos climatológicos en relación con el exceso de temperatura. Verano 2005. <http://www.diariomedico.com/midm/documentosps/informeoladecalor310505.pdf>.
- O'Neill M. S., Hajat S., Zanobetti A., Ramírez-Aguilar M. and Schwartz J. (2005). Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated association of temperature and daily mortality. *Int. J. Biometeorol.*, **50**(2), 121-129.
- Patz J. A., Campbell-Lendrum D., Holloway T. and Foley J. A. (2005). Impacts of regional climate change on human health. *Nature*, **438**(17), 310-317.
- Rey G., Jouglé E., Fouillet A., Pavillon G., Bessemoulin P., Frayssinet P., Clavel J. and Hémon D. (2007). The impact of major heat waves on all-cause and cause-specific mortality in France from 1971 to 2003. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **80**(7), 615-626.



Simon F., López-Abente G., Ballester E. and Martínez F. (2005). Mortality in Spain during the heat wave of summer 2003. *Euro. Survel.*, **10**(7), 156-161.

World Health Organization (2003). *Climate change and human health. Risks and responses*. Pp. 14-17. A. McMichael et al. (eds.), Geneva.

