



Ciência & Saúde Coletiva

ISSN: 1413-8123

cecilia@claves.fiocruz.br

Associação Brasileira de Pós-Graduação em

Saúde Coletiva

Brasil

Vieira Soares, Fabiana; Greve, Patrícia; Alburquerque Sendín, Francisco; Benze, Benedito Galvão;  
Paiva de Castro, Alessandra; Rebelatto, José Rubens  
Relação entre alterações climáticas e fatores determinantes da mortalidade de idosos no município de  
São Carlos (SP) em um período de dez anos  
Ciência & Saúde Coletiva, vol. 17, núm. 1, enero, 2012, pp. 135-146  
Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva  
Rio de Janeiro, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63020622015>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **Relação entre alterações climáticas e fatores determinantes da mortalidade de idosos no município de São Carlos (SP) em um período de dez anos**

**Relationship between climate change and determinant factors of mortality among the elderly in the municipality of São Carlos (São Paulo, Brazil) over a period of ten years**

Fabiana Vieira Soares<sup>1</sup>

Patrícia Greve<sup>1</sup>

Francisco Alburquerque Sendín<sup>1</sup>

Benedito Galvão Benze<sup>1</sup>

Alessandra Paiva de Castro<sup>1</sup>

José Rubens Rebelatto<sup>1</sup>

**Abstract** The aim of this study was to identify the correlation between the number of deaths of elderly people and climate change in the district of São Carlos (SP) over a period of 10 years (1997-2006). Records of deaths were obtained from DATASUS for people aged over 60 who died between 1997 and 2006 in São Carlos. The average monthly maximum and minimum temperature data and relative air humidity in São Carlos were provided by the National Institute of Meteorology. The mortality coefficient of the district was calculated by gender and age and the resulting data were analyzed using t test, one-way ANOVA, the Bonferroni test and the Pearson correlation coefficient test. There were 8,304 deaths which predominantly occurred among males aged over 80, and diseases of the circulatory system were the main cause of death. There was a positive correlation between mortality by infectious disease and minimum humidity, and a negative correlation between mortality by infectious diseases and minimum temperatures, between mortality caused by respiratory disease and minimum humidity, between mortality caused by endocrine disease and minimum and maximum temperature. Thereby, it was possible to conclude that there was a correlation between climate change and mortality among elderly individuals in São Carlos.

**Key words** Climate change, Elderly, Mortality

**Resumo** O objetivo desse estudo foi identificar as correlações existentes entre o número de óbitos de indivíduos idosos e as alterações climáticas no município de São Carlos (SP) em um período de 10 anos (1997-2006). Foram colhidas informações do registro de óbitos por meio do DATASUS, de pessoas com 60 anos ou mais, falecidas entre 1997 e 2006 no município. Os dados mensais da média das Temperaturas Máxima, Média e Mínima e da Umidade Relativa do Ar no município de São Carlos foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Calcularam-se os coeficientes de mortalidade do município, por sexo e faixa etária e os dados foram analisados com teste t, ANOVA de fator único, teste de Bonferroni e teste de Pearson. Ocorreram 8.304 óbitos, com predominância de indivíduos na faixa dos 80 anos ou mais, do sexo masculino. As doenças do aparelho circulatório foram as principais causas de óbito. Houve correlação positiva entre mortalidade por doenças infeciosas e Umidade Mínima e correlação negativa entre mortalidade por doenças infeciosas e Temperatura Mínima Mínima, entre mortalidade por doenças respiratórias e Umidade Mínima, entre mortalidade por doenças endócrinas e Temperatura Mínima Mínima e Temperatura Máxima Máxima. Dessa forma, foi possível concluir que houve relação entre o clima e a mortalidade de idosos em São Carlos.

**Palavras-chave** Alterações climáticas, Idoso, Mortalidade

<sup>1</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos.

Rodovia Washington Luís km 235, 13565-905 São Carlos SP.

bianasaores@hotmail.com

## Introdução

Muitos meteorologistas e climatólogos afirmam que a ação humana está influenciando a ocorrência do aquecimento global. O Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC, em inglês), estabelecido pela Organização das Nações Unidas e pela Organização Meteorológica Mundial, em 1988, relata que o aquecimento observado durante os últimos 50 anos provavelmente se deve ao aumento do efeito estufa<sup>1</sup>. Há também evidências de que o aquecimento seja devido a atividades humanas que incluem maior uso de águas subterrâneas e uso do solo para a agricultura industrial, maior consumo energético e maior poluição<sup>2</sup>. A principal evidência do aquecimento global vem das medidas de temperatura de estações meteorológicas em todo o globo desde 1860. No século XXI, caso as emissões de poluentes continuem nos níveis atuais, a temperatura da Terra deverá subir cerca de três graus Celsius e para os próximos vinte anos, é projetado um aumento de 0,2 graus Celsius por década<sup>3</sup>.

As condições atmosféricas exercem forte influência sobre a sociedade e sobre as condições de saúde, sendo as doenças do ser humano uma das manifestações dessa interação<sup>4</sup>. O risco de acidente vascular encefálico é acentuado em temperaturas acima de 25°C e doenças respiratórias como ataques de asma e febre do feno são frequentes no verão<sup>5</sup>. Tumores, como o câncer de pele, podem surgir e se desenvolver porque a radiação ultravioleta induz à formação de células T-supressoras que, por sua vez, inibem o mecanismo de defesa contra tumores<sup>6</sup>.

Segundo Beltrando e Chemery<sup>7</sup>, a manutenção do equilíbrio térmico do corpo com seu ambiente (homeotermia) é uma das principais exigências para o conforto e para a saúde e é regulada quase inteiramente por mecanismos nervosos de retroalimentação, os quais operam através dos centros reguladores da temperatura, localizados no hipotálamo<sup>8</sup>. A vulnerabilidade ao calor ocorre em pessoas com idade avançada devido às mudanças intrínsecas no sistema de termorregulação, como a diminuição da água corporal, a redução da taxa de suor e a menor eficiência do sistema cardiovascular<sup>9-11</sup>, ou por causa da presença de drogas que interferem no sistema de homeostasia normal<sup>12,13</sup>.

Mortes, principalmente por doenças isquêmicas do coração, elevaram-se em sujeitos com idade igual ou superior a 65 anos durante as ondas de calor em 1972, 1973 e 1975 ocorridas na cidade de Nova Iorque<sup>14</sup>. Outros acometimen-

tos, inclusive altas taxas de mortalidade, envolvendo preferencialmente os idosos, foram relatados durante curtos períodos de tempo quente durante o verão da cidade de Londres no período de 1965 a 1972<sup>15</sup>, em Birmingham no Reino Unido<sup>16</sup>, em Portugal<sup>17</sup>, na Itália<sup>18</sup>, na República Checa<sup>19</sup> e na Califórnia<sup>20</sup>.

Estudando os óbitos ocorridos na onda de calor da França no ano de 2003, Stöllberger et al.<sup>21</sup> constataram que um quinto dos óbitos foi devido à combinação de desidratação, golpe de calor e hipertermia, e um décimo foi atribuído à desidratação. Levantou-se a hipótese de que a adaptação fisiológica ao calor não foi eficaz nas vítimas que estavam sob efeitos colaterais de certas drogas que prejudicariam a termorregulação e reprimiam a sede. Isto poderia explicar por que muitos morreram vítimas de desidratação, apesar da disponibilidade de água. Brooke e Bell<sup>22</sup> estudaram 107 comunidades urbanas nos Estados Unidos da América e constataram que no período de 1987 a 2000 houve maior vulnerabilidade em idosos para mortes relacionadas ao clima, no entanto, outras faixas etárias mais jovens também foram atingidas.

Dessa forma, considerando as mudanças climáticas, seu possível impacto sobre a saúde dos idosos e a existência de uma estação meteorológica na cidade de São Carlos (São Paulo, Brasil), o objetivo do presente estudo foi identificar as correlações existentes entre o número de óbitos de indivíduos idosos, os fatores que os determinaram e as alterações climáticas no município de São Carlos em um período de 10 anos (1997-2006).

## Método

### Fontes de informação

Foram utilizadas informações constantes no registro de óbito de pessoas acima de 60 anos, de ambos os sexos e que faleceram entre 1997 e 2006 no município de São Carlos (São Paulo, Brasil). Também foram utilizadas informações sobre os aspectos climáticos nesse período na cidade de São Carlos. Foram fontes de informação: a) O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que forneceu dados meteorológicos (Temperatura Máxima, Média e Mínima e Umidade Relativa do Ar mensais), b) O Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) que disponibiliza informações dos registros de óbitos (número de óbitos e causa da morte de acordo com o Código Internacional de

Doenças (CID-10), idade, sexo, estado civil, raça e ano de falecimento, e dados demográficos (população residente no município de São Carlos nos anos estudados).

### Procedimento

Os valores mensais da Temperatura Média, da Temperatura Máxima, da Temperatura Mínima e da Umidade Relativa do Ar, referentes ao período de 1997 a 2006, foram utilizados para o cálculo das médias anuais. Também foram utilizadas as variáveis “Temperatura Máxima Máxima”, que se refere ao maior valor de temperatura máxima media mensal de cada ano; “Temperatura Mínima Mínima” (menor valor da temperatura mínima media mensal de cada ano); “Umidade Máxima” (maior valor da umidade media mensal de cada ano); e “Umidade Mínima” (menor valor da umidade media mensal de cada ano).

Foram obtidas informações sobre idade, sexo, ano de falecimento, número de óbitos, estado civil, raça e causa da morte de acordo com o CID-10 dos indivíduos que faleceram, no período de 1997 a 2006, na cidade de São Carlos. Após a obtenção dessas informações na página na web do DATASUS ([www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)), elas foram correlacionadas entre si e com as alterações climáticas ocorridas no período proposto para o estudo.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos e seguiu as deliberações referentes à Resolução CNS 196/96.

### Análise dos Dados

Com o número de óbitos e o número de residentes no município de São Carlos, foi possível calcular os coeficientes de mortalidade do município, por sexo, faixa etária (60 a 69 anos, 70 a 79 anos, 80 anos ou mais de idade) e causas de óbitos (número de óbitos no ano dividido pelo número de indivíduos da mesma faixa etária e de mesmo sexo residentes no município no ano, multiplicado por 1.000). Sobre os coeficientes de mortalidade obtidos, foi aplicado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, que confirmou a distribuição normal de todo o conjunto de dados ( $p>0,05$ ).

O teste t foi aplicado para verificar se havia diferenças entre os coeficientes de mortalidade dos homens e das mulheres e a ANOVA de fator único e o teste *post hoc* de Bonferroni foram utilizados para verificar diferenças entre os grupos etários.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado também aos dados de temperatura e umidade, e revelou que há distribuição normal ( $p>0,05$ ). Dessa forma, pôde ser usado o teste de Pearson para verificar a presença de correlação entre essas variáveis meteorológicas e os coeficientes de mortalidade total e por causas de acordo com o CID-10.

O nível de significância adotado para todos os testes foi de 0,05.

### Resultados

#### Características dos óbitos

A Tabela 1 mostra o número total de óbitos no município de São Carlos ocorridos entre os anos de 1997 e 2006, em três faixas etárias (60 a 69 anos, 70 a 79 anos e 80 anos e mais de idade), e nos sexos masculino e feminino. A Tabela 2 mostra o número total de óbitos no período por raça e faixa etária.

A Tabela 3 mostra o número total de óbitos de indivíduos idosos ocorridos no município entre os anos de 1997 e 2006, por causas específicas do CID-10. É possível notar que as doenças do aparelho circulatório foram a causa mais frequente de óbitos em todos os anos estudados, mas o coeficiente de mortalidade por esta causa tem sofrido uma diminuição ao longo dos últimos anos. As neoplasias e os achados anormais em exames vêm se revezando na segunda posição entre as causas mais frequentes de mortalidade, seguidas pelas doenças do aparelho respiratório.

É possível observar na Tabela 4 as médias dos coeficientes de mortalidade total e por causas específicas do CID-10 dos anos de 1997 a 2006. Os homens apresentaram maiores coeficientes de mortalidade total, por doenças infecciosas e parasitárias, por neoplasias, por doenças dos aparelhos circulatório, respiratório, digestivo e geniturinário e por causas externas; enquanto as mulheres apresentaram maior coeficiente de mortalidade por doenças do sistema nervoso do que os homens.

Foi revelado que existe diferença significativa ( $p<0,002$ ) entre três faixas etárias quanto à mortalidade total e por cada uma das causas de óbitos. A Tabela 5 evidenciou que para todas as causas de óbitos, havia diferenças significativas entre o grupo etário mais velho (80 anos e mais) e os outros dois mais novos. Para algumas causas de óbitos não houve diferença significativa entre o grupo etário de 60 a 69 anos e o grupo de 70 a 79 anos.

**Tabela 1.** Número de óbitos no município de São Carlos entre os anos de 1997 a 2006, por sexo e faixa etária.

<b>Óbitos em São Carlos</b>			
	<b>Masculino</b>	<b>Feminino</b>	<b>Total</b>
<b>1997</b>			
Total	429	392	821
60 a 69 anos	145	92	237
70 a 79 anos	168	122	290
80 anos e mais	116	178	294
<b>1998</b>			
Total	399	356	755
60 a 69 anos	141	62	203
70 a 79 anos	143	125	268
80 anos e mais	115	169	284
<b>1999</b>			
Total	412	417	829
60 a 69 anos	123	97	220
70 a 79 anos	153	137	290
80 anos e mais	136	183	319
<b>2000</b>			
Total	419	408	827
60 a 69 anos	140	84	224
70 a 79 anos	142	127	269
80 anos e mais	137	197	334
<b>2001</b>			
Total	422	379	801
60 a 69 anos	151	65	216
70 a 79 anos	151	132	283
80 anos e mais	120	182	302
<b>2002</b>			
Total	452	389	841
60 a 69 anos	125	82	207
70 a 79 anos	164	115	279
80 anos e mais	163	192	355
<b>2003</b>			
Total	396	446	842
60 a 69 anos	114	84	198
70 a 79 anos	155	146	301
80 anos e mais	127	216	343
<b>2004</b>			
Total	432	410	842
60 a 69 anos	124	78	202
70 a 79 anos	177	125	302
80 anos e mais	131	207	338
<b>2005</b>			
Total	424	399	823
60 a 69 anos	116	71	187
70 a 79 anos	169	137	306
80 anos e mais	139	191	330
<b>2006</b>			
Total	485	438	923
60 a 69 anos	136	74	210
70 a 79 anos	200	139	339
80 anos e mais	149	225	374

A Tabela 6 mostra a média da umidade relativa do ar, e das temperaturas máxima, média e mínima de cada ano. Está exposto também o menor valor de umidade relativa mensal registrado em cada ano (Umidade relativa mínima), o maior valor de umidade relativa mensal registrado em cada ano (Umidade relativa máxima), o menor valor mensal de Temperatura mínima média de cada ano (Temperatura mínima mínima) e o maior valor mensal de temperatura máxima média de cada ano (Temperatura máxima máxima). As médias foram obtidas de acordo com os dados mensais disponíveis, sendo que não houve registro das médias da temperatura média e da média da temperatura máxima nos meses de março de 1999 e nos meses de setembro a novembro de 2000. Também não houve registro da média da temperatura mínima no mês de março de 1999. Quanto à umidade relativa média do ar, não houve dados nos meses de março de 1999, de maio até agosto de 2003, e de março de 2004.

Verificou-se a presença de correlação entre as variáveis meteorológicas e os coeficientes de mortalidade total e por causas de acordo com o CID-10. A mortalidade total não apresentou correlação com as variáveis climáticas. As doenças infecciosas e parasitárias apresentaram correlação positiva significativa com a Umidade Mínima ( $r = 0,642$ ) e correlação negativa com a Temperatura Mínima Mínima ( $r = 0,731$ ). As doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas apresentaram correlação negativa significativa com a Temperatura Mínima Mínima ( $r = 0,690$ ) e a Temperatura Máxima Máxima ( $r = 0,676$ ). As doenças do aparelho respiratório apresentaram correlação negativa significativa com a Umidade Mínima ( $r = 0,669$ ).

## Discussão

Quanto à distribuição de óbitos por raça e estando civil, chama a atenção o grande número de registros das categorias “Ignorado”, como é observado na Tabela 2. Essa categoria “Ignorado” foi elaborada pelo DATASUS e engloba indivíduos classificáveis em uma das outras categorias. Portanto, as outras categorias apresentam na verdade um número maior de indivíduos, que não nos é possível inferir. Assim, uma análise estatística inferencial dessas variáveis poderia não se aproximar da realidade e optamos por não realizá-la. No entanto, estudos conduzidos em outros países trazem informações sobre a influência dessas variáveis na mortalidade populaci-

**Tabela 2.** Número de óbitos no município de São Carlos entre os anos de 1997 a 2006, por raça e estado civil.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
<b>Raça</b>											
Branca	66	322	484	567	671	701	753	761	749	546	5620
Preta	6	12	17	19	19	15	34	27	34	22	205
Parda	3	9	15	20	26	24	12	19	31	28	187
Amarela	35	2	26	65	1	10	12	10	5	3	169
Indígena	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	8
Ignorada	711	410	285	150	84	91	31	25	4	324	2115
<b>Estado Civil</b>											
Solteiro	88	74	70	68	86	112	227	246	152	70	1193
Casado	365	344	334	379	342	304	195	235	312	315	3125
Viúvo	337	317	308	327	301	283	199	187	277	289	2825
Separado judicialmente	5	2	8	4	9	16	15	16	19	18	112
Outro	8	15	9	15	3	2	0	1	0	3	56
Ignorado	18	3	100	34	60	124	206	157	63	228	993

**Tabela 3.** Número de óbitos em São Carlos, de acordo com o CID-10, por ano.

CID-10	Anos										
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Doenças do aparelho circulatório	361	290	294	301	305	276	287	234	271	271	
Sintomas, sinais e achados anormais em exames laboratoriais	123	102	121	106	102	117	123	153	89	164	
Neoplasias	89	114	142	121	122	171	128	136	155	142	
Doenças do aparelho respiratório	80	83	108	100	109	129	132	142	102	128	
Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	45	41	44	55	32	33	43	46	43	65	
Doenças do aparelho digestivo	40	33	44	40	39	44	41	39	50	44	
Doenças do aparelho geniturinário	27	28	23	19	29	26	21	17	20	16	
Doenças infecciosas e parasitárias	19	22	14	30	18	15	18	18	16	28	
Causas externas	16	8	19	22	14	15	20	20	20	19	
Doenças do sistema nervoso	13	13	8	19	10	6	11	15	31	35	
Outras causas*	5	7	3	3	3	5	8	7	7	4	
Doenças do sangue e alguns transtornos imunitários	2	6	5	6	9	2	2	7	5	4	
Transtornos mentais e comportamentais	1	8	4	5	9	2	8	8	14	3	

\*Doenças do olho e anexos, doenças do ouvido e da apófise mastóide, doenças da pele e do tecido subcutâneo, doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo, malformação congênita e deformidades e anomalias cromossômicas, ou outras doenças fora do CID-10.

onal. Na onda de calor ocorrida no ano de 2003 na França, a mortalidade de indivíduos viúvos, solteiros e divorciados foi superior a mortalidade de indivíduos casados<sup>23</sup> e, dos óbitos ocorridos numa onda de calor em Chicago no ano de 1995, estimou-se que houve 692 mortes e o risco de morte relacionada ao calor foi significativamente maior entre indivíduos negros<sup>24</sup>.

Em relação à causa da morte, é possível perceber que o envelhecimento populacional, que vem ocorrendo nas últimas décadas, está associado às alterações no perfil epidemiológico. Em 1930, cerca de 46% dos óbitos de idosos (60 anos ou mais) nas capitais brasileiras deviam-se a doenças infecto-parasitárias e 12% eram devido a doenças do sistema circulatório<sup>25</sup>. Já em 1995,

**Tabela 4.** Coeficientes de mortalidade médios (1997 a 2006) nos grupos masculino e feminino e valor de *p* para o teste t na comparação entre gêneros.

	Mortalidade	Média	Desvio-padrão	Valor de <i>p</i>
Total				<0,001
Homens	47,37	3,52		
Mulheres	35,09	2,92		
Doenças infecciosas e parasitárias				0,038
Homens	1,13	0,40		
Mulheres	0,84	0,25		
Neoplasias				<0,001
Homens	8,42	1,22		
Mulheres	4,80	0,83		
Doenças do sangue e alguns transtornos imunitários				0,987
Homens	0,23	0,16		
Mulheres	0,23	0,10		
Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas				0,111
Homens	1,90	0,50		
Mulheres	2,39	0,70		
Transtornos mentais e comportamentais				0,532
Homens	0,32	0,25		
Mulheres	0,28	0,17		
Doenças do sistema nervoso				0,001
Homens	0,59	0,38		
Mulheres	0,83	0,48		
Doenças do aparelho circulatório				<0,001
Homens	15,87	3,00		
Mulheres	12,92	2,68		
Doenças do aparelho respiratório				<0,001
Homens	6,81	1,04		
Mulheres	4,26	1,06		
Doenças do aparelho digestivo				<0,001
Homens	2,52	0,36		
Mulheres	1,62	0,28		
Doenças do aparelho genitourinário				0,029
Homens	1,31	0,44		
Mulheres	0,97	0,30		
Sintomas, sinais e achados anormais				0,004
Homens	6,75	1,32		
Mulheres	5,12	1,15		
Causas externas				<0,001
Homens	1,21	0,30		
Mulheres	0,54	0,22		
Outras causas				0,218
Homens	0,21	0,07		
Mulheres	0,28	0,15		

essa porcentagem foi invertida: 7% dos óbitos ocorriam por doenças infecto-parasitárias e 33% por doenças do sistema circulatório. Paes<sup>26</sup> analisou a mortalidade de indivíduos acima dos 65 anos de idade no Brasil no período de 1980 a 1995 e verificou que as doenças do aparelho circulatório e as neoplasias foram as causas de mortes mais frequentes. Já Vasconcelos<sup>27</sup> analisou a mortalidade da população idosa no período

de 1990 a 2001 e verificou aumento da longevidade com predomínio de morte por doenças do aparelho circulatório, seguido pelas doenças do aparelho respiratório e neoplasmas. Em nosso estudo, as doenças do aparelho circulatório também foram a principal causa de óbito, porém, no segundo lugar, alternaram-se as causas “sinais, sintomas e achados anormais em exames laboratoriais” e “neoplasias”. As doenças do

**Tabela 5.** Média e desvios-padrão dos coeficientes de mortalidade anuais (1997 a 2006), por faixas etárias e valores de *p* para ANOVA de fator único (com *post hoc* de Bonferroni).

	Faixa etária	Média	Desvio-padrão	Intervalo de confiança para a média a 95%		Valor de <i>p</i>
				Limite inferior	Limite superior	
Todas as doenças	60 a 69	18,53	2,29	16,89	20,17	<0,001
	70 a 79	45,07	4,53	41,83	48,31	
	80 e mais	125,38	9,44	118,62	132,13	
Doenças infecciosas e parasitárias	60 a 69*	0,49	0,17	0,36	0,61	<0,001
	70 a 79*	1,20	0,51	0,83	1,57	
	80 e mais	2,49	1,30	1,56	3,42	
Neoplasias	60 a 69	4,05	0,62	3,60	4,49	<0,001
	70 a 79	7,94	1,39	6,94	8,93	
	80 e mais	12,80	3,83	10,06	15,53	
Doenças do sangue e alguns transtornos imunitários	60 a 69*	0,10	0,10	0,03	0,17	<0,001
	70 a 79*	0,22	0,19	0,08	0,35	
	80 e mais	0,85	0,47	0,51	1,18	
Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	60 a 69*	1,06	0,39	0,78	1,34	<0,001
	70 a 79*	2,23	0,59	1,81	2,65	
	80 e mais	6,93	2,88	4,88	8,99	
Transtornos mentais e comportamentais	60 a 69*	0,09	0,12	0,01	0,18	<0,001
	70 a 79*	0,19	0,17	0,06	0,31	
	80 e mais	1,45	1,01	0,73	2,18	
Doenças do sistema nervoso	60 a 69*	0,23	0,12	0,15	0,31	<0,001
	70 a 79*	0,85	0,58	0,43	1,26	
	80 e mais	2,88	1,84	1,56	4,19	
Doenças do aparelho circulatório	60 a 69	5,78	1,56	4,66	6,90	<0,001
	70 a 79	16,71	3,90	13,92	19,49	
	80 e mais	45,21	8,42	39,19	51,24	
Doenças do aparelho respiratório	60 a 69	1,68	0,31	1,45	1,90	<0,001
	70 a 79	5,81	0,63	5,36	6,26	
	80 e mais	20,44	4,25	17,40	23,47	
Doenças do aparelho digestivo	60 a 69	1,33	0,35	1,08	1,58	<0,001
	70 a 79	2,15	0,52	1,78	2,53	
	80 e mais	4,67	0,74	4,14	5,20	
Doenças do aparelho geniturinário	60 a 69*	0,45	0,26	0,26	0,63	<0,001
	70 a 79*	1,19	0,52	0,82	1,57	
	80 e mais	3,88	1,35	2,91	4,84	
Sintomas, sinais e achados anormais	60 a 69	2,60	0,60	2,17	3,04	<0,001
	70 a 79	5,51	1,53	4,41	6,60	
	80 e mais	20,86	3,78	18,16	23,57	
Causas externas	60 a 69*	0,54	0,26	0,35	0,73	<0,001
	70 a 79*	0,83	0,41	0,54	1,13	
	80 e mais	2,13	0,80	1,55	2,70	
Outras causas	60 a 69*	0,13	0,10	0,06	0,20	0,001
	70 a 79*	0,26	0,23	0,09	0,42	
	80 e mais	0,79	0,55	0,40	1,18	

(\*) Grupos com símbolos iguais não apresentaram diferença significativa entre si, de acordo com o teste *post hoc* de Bonferroni.

aparelho respiratório ocuparam o quarto lugar entre as principais causas de óbitos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde<sup>28</sup>, as doenças cardiovasculares são a principal cau-

sa de morte e de incapacidade em países desenvolvidos e em alguns países em desenvolvimento. Em países desenvolvidos, 49% dos óbitos são devido a essa causa. Nos países em desenvolvi-

**Tabela 6.** Médias das variáveis climáticas no município de São Carlos (SP) no período de 1997 a 2006.

Ano	Umidade relativa média	Umidade mínima	Umidade máxima	Temperatura média da mínima	Temperatura média da máxima	Temperatura média compensada	Temperatura mínima mínima	Temperatura máxima máxima
1997	73,7	58	86	15,8	27,3	20,4	11,5	29,6
1998	75,3	67	85	16,1	27,4	20,6	11,3	30,3
1999	71,5	56	82	15,3	27,3	20,2	11,6	29,1
2000	73,2	65	84	15,8	27,0	20,0	10,1	28,6
2001	72,3	59	79	16,1	27,6	20,7	12,6	30,1
2002	69,4	55	81	16,7	28,3	21,4	12,1	30,3
2003	71,6	56	84	15,9	27,6	20,8	12,0	30,6
2004	73,1	48	84	15,3	26,7	20,0	11,3	31,3
2005	72,8	55	87	16,6	27,2	20,7	12,1	29,7
2006	70,5	54	81	16,1	27,5	20,8	11,8	29,5

mento, estima-se que, em 2020, um terço de todos os óbitos será devido às doenças cardiovasculares. A redução das taxas de mortalidade por doenças do aparelho circulatório tem sido observada em vários países do mundo desenvolvido, como consequência de mudanças no estilo de vida e melhoria da tecnologia para prevenção e tratamento dessas doenças. Com base nos dados deste estudo, é possível perceber que em São Carlos essa tendência também tem sido observada: passou de 361 óbitos em 1997 para 271 em 2006, uma redução de 25%.

Gadelha e Martins<sup>29</sup> relataram que os óbitos devido à neoplasia cresceram nos últimos anos, já que o envelhecimento relaciona-se diretamente com o desenvolvimento das neoplasias e que, com o passar do tempo, diferentes agressões externas geram danos ao DNA das células, possibilitando o desenvolvimento das primeiras células geradoras dos tumores malignos. Boing et al.<sup>30</sup> descreveram a morbidade hospitalar e a mortalidade por neoplasias no Brasil e observaram que, entre 2002 e 2004, ocorreram 405.415 óbitos por neoplasias no país. As maiores taxas de mortalidade foram identificadas nas regiões Sul (20,96%) e Sudeste (52,13%), concluindo-se que a taxa de neoplasias no Brasil é elevada, o que está em concordância com os achados do presente estudo em São Carlos.

Em relação ao gênero, o presente estudo observou maior número de óbitos em indivíduos do sexo masculino em todas as causas específicas do CID-10, exceto na mortalidade por doenças do sistema nervoso, na qual as mulheres apresentaram maior coeficiente de mortalidade. Laurenti et al.<sup>31</sup> também relataram que, exceto para as doenças próprias ou específicas do gênero, os

coeficientes masculinos são maiores em praticamente todas as causas, sendo tal fato observado em todas as idades. A diminuição da mortalidade por causas maternas, a procura maior por serviços de saúde por parte das mulheres facilitando o diagnóstico e o tratamento precoce das doenças e as diferenças biológicas consideradas como protetoras contribuem para que as mulheres vivam mais do que os homens. Os riscos ambientais e ocupacionais, como acidentes de trabalho, de trânsito, homicídios e o estresse associado às mudanças socioeconômicas contribuem para a maior mortalidade entre os homens idosos<sup>32</sup>. Benyamin et al.<sup>33</sup> e Deeg e Bath<sup>34</sup> relataram que o hábito de fumar e o consumo de álcool foi maior entre os homens que entre as mulheres da população idosa estudada, mas essa relação pode se igualar ou se inverter futuramente devido às mudanças nos hábitos e comportamentos femininos.

Lima-Costa et al.<sup>35</sup> constataram que as taxas de mortalidade por doenças do aparelho circulatório, neoplasias, doenças do aparelho respiratório, causas externas, doenças infecciosas e parasitárias e sintomas, sinais e afecções mal-definidos aumentaram gradualmente com a idade. Como era esperado, o presente estudo constatou que, para todas as causas de óbitos, houve diferenças significativas entre o grupo etário mais velho (80 anos e mais) e os outros dois mais novos, sendo que quanto maior a faixa etária, maior a mortalidade.

O presente estudo verificou algumas relações entre as variáveis climáticas e a mortalidade no município de São Carlos que refletiram, em diferente grau, algumas tendências observadas em outros estudos de origens geográficas diversas.

Bell et al.<sup>36</sup> investigaram a mortalidade relacionada ao calor em três cidades latino-americanas: Cidade do México (México), São Paulo (Brasil) e Santiago, Chile) using a case-crossover approach for 754 291 Santiago (Chile). We considered lagged exposures, confoundingOs autores concluíram que as temperaturas elevadas estão associadas com o risco de mortalidade risk in these Latin American cities, with the strongest associationsnessas cidades, sendo a associação mais forte em São Paulo (a mais quente das três cidades estudadas).

Parece que os idosos são mais sensíveis aos efeitos da alta temperatura do que indivíduos em outras faixas etárias. Em estudo realizado entre os anos de 1986 a 1997, por Linares e Diaz<sup>37</sup>, no qual se analisou os óbitos ocorridos em Madri (Espanha), foi revelado que existe associação entre calor e mortalidade. No grupo etário de 18 a 64 anos o aumento da mortalidade permanece praticamente constante a cada aumento de grau da temperatura máxima diária, enquanto há aumento significativo da mortalidade no grupo das pessoas com mais de 65 anos. No Condado de Maricopa (Arizona, EUA), de junho a setembro de 2000 a 2005, foram notificadas 136 mortes (idade média de 56 anos) relacionadas com o calor. Semelhantemente, as taxas de mortalidade ajustada para idade foram maiores entre os indivíduos com 75 anos ou mais de idade<sup>38</sup>.

Paixão e Nogueira<sup>39</sup> publicaram os resultados da pesquisa realizada por eles a fim de estimar as consequências das ondas de calor em Portugal entre 1990 e 1992. Os autores observaram que, dentre as causas de morte associadas a esse fenômeno, destacaram-se as doenças do aparelho circulatório, as neoplasias malignas, as doenças do aparelho respiratório e o grupo dos sintomas, sinais e afecções mal definidas. Já em nosso estudo, a mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias e por doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas apresentou correlações negativas com variáveis de temperatura, indicando que ocorrem mais mortes por essas doenças em anos com temperaturas mais baixas.

O impacto da temperatura ambiente sobre a mortalidade no período de 1991 a 1994, em São Paulo, foi analisado por Gouveia et al.<sup>40</sup>, que observaram a influência tanto de altas quanto de baixas temperaturas sobre a mortalidade. Os autores constataram que, entre os idosos, ocorreu um aumento de 2,6% em todas as causas de mortalidade por grau de aumento na temperatura acima de 20°C e 5,5% de aumento da mortalidade por grau quando a temperatura cai abaixo de 20°C.

Em países desenvolvidos, a mortalidade é maior no inverno. Muitas causas têm sido sugeridas, como o ciclo luz/escuridão, temperatura/clima, e agentes infecciosos. Reichert et al.<sup>41</sup> analisaram a mortalidade mensal nos EUA entre 1959 e 1999 e concluíram que o maior determinante do aumento da mortalidade no inverno é o vírus influenza. Nakaji et al.<sup>42</sup> também investigaram a influência da variação sazonal sobre a mortalidade causada por algumas doenças no Japão e perceberam que no inverno, há maiores índice de óbitos para doenças infecciosas e parasitárias (incluindo tuberculose, doenças respiratórias, pneumonia e influenza), diabetes e doenças digestivas. Já as neoplasias não foram influenciadas pela sazonalidade.

Na Inglaterra e no País de Gales há aproximadamente 20 mil mortes em excesso por doenças cardiovasculares a cada inverno. Woodhouse et al.<sup>43</sup> sugerem que a variação sazonal no fibrinogênio pode ser induzido pelas infecções respiratórias via ativação da fase aguda da resposta inflamatória. As variações sazonais nos fatores de risco cardiovasculares do fibrinogênio e fator de coagulação VII causados pela influenza podem prover uma possível explicação para a marcante variação sazonal nas mortes por isquemia cardíaca e por acidente vascular encefálico entre idosos.

No presente estudo não houve correlação entre temperatura e mortalidade por doenças respiratórias, havendo apenas correlação negativa entre umidade mínima e mortalidade por doenças respiratórias. Entretanto, alguns estudos observaram correlação entre mortes por causas respiratórias e altas temperaturas<sup>44-46</sup>. Oztuna et al.<sup>47</sup> estudaram a variação sazonal, em termos de pressão atmosférica, umidade e temperatura na incidência de tromboembolismo pulmonar em 206 pacientes com diagnóstico de embolia pulmonar, entre junho de 2001 e maio de 2006. Foi encontrada uma correlação positiva entre pressão atmosférica e umidade e incidência de casos.

A maior parte dos estudos feitos sobre a relação entre clima e mortalidade se refere àquela causada por problemas cardiovasculares. Vários autores encontraram associação entre baixas temperaturas e mortes por acidentes vasculares<sup>48-52</sup>; enquanto alguns outros encontraram associação com altas temperaturas<sup>53,54</sup>. Porém em São Carlos, não foi observada relação entre mortalidade por doenças cardiovasculares e fatores climáticos.

Dentre as limitações do estudo estão os seguintes fatores: especificidade geográfica do local

estudado (São Carlos) e ausência de identificação de dados meteorológicos máximos e mínimos, uma vez que só foram fornecidos dados máximos médios e mínimos médios.

Foi possível notar que há predominância de mortes de indivíduos na faixa dos 80 anos ou mais, do sexo masculino e que doenças do aparelho circulatório foram as principais causas de óbito. Foi possível concluir que houve relação entre o clima e a mortalidade de idosos em São Carlos no período de 1997 a 2006. Esta associação foi observada na correlação positiva entre mortalidade por doenças infecciosas e Umidade Mínima, e correlação negativa entre mortalidade por doenças infecciosas e Temperatura Mínima Mínima, entre mortalidade por doenças respiratórias e Umidade Mínima, e entre mortalidade por doenças endócrinas e Temperatura Mínima Mínima e Temperatura Máxima Máxima.

### Colaboradores

FV Soares, JR Rebelatto e P Greve trabalharam na concepção do projeto e na redação do texto. FA Sendín, BG Benze e AP Castro trabalharam na análise dos dados e na redação final.

### Agradecimento

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

## Referências

1. Pearce F. *O Aquecimento Global Causas e Efeitos de um Mundo mais Quente*. Série Mais Ciência. São Paulo: Publifolha; 2002.
2. IPCC Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge: Cambridge University Press; 2001.
3. IPCC Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers*. Cambridge: Cambridge University Press; 2007.
4. Mendonça F. *Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental*. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná; 2000.
5. Haines A. Implicações para a saúde. In: Legget J, organizador. *Aquecimento global – o relatório do Greenpeace*. Rio de Janeiro: Fund. Getúlio Vargas; 1992.
6. Roberts LK, Samlowski WE, Daynes RA. The immunological consequences of ultraviolet radiation exposure. *Photo Dermat* 1986; 3(5):284-298.
7. Beltrando G, Chémery L. *Dictionnaire du climat*. Paris: Larousse; 1995.
8. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
9. Kenney WL, Munce TA. Invited Review: Aging and human temperature regulation. *J Appl Physiol* 2003; 95(6):2598–2603.
10. Inoue Y, Kuwabara T, Araki T. Maturation and aging-related changes in heat loss effector function. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2004; 23(6):289–294.
11. Spirduso WW. *Dimensões físicas do envelhecimento*. São Paulo: Manole; 2005.
12. Havenith G. Temperature regulation and technology. *Gerontechnology* 2001; 1(1):41-49.
13. Basu R, Samet JM. An exposure assessment study of ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev* 2002; 24(2):190-202.
14. Ellis FP, Nelson F. Mortality in the elderly in a heat wave in New York City, august 1975. *Environ Res* 1978; 15(3):504-512.
15. Macfarlane A. Daily mortality and environment in English conurbations. II. Deaths during summer hot spells in Greater London. *Environ Res* 1978; 15(3):332-334.
16. Ellis FP, Prince HP, Lovatt G, Whittington RM. Mortality and Morbidity in Birmingham during the 1976 heat wave. *Q J Med* 1980; 49(193):1-8.
17. Calado R, Nogueira PJ, Catarino J, Paixão EJ, Botelho J, Carreira M, Falcão JM. A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. *Rev Portug Saúde Pública* 2004; 22(2):7-20.
18. Conti S, Meli P, Minelli G, Solimini R, Tocacceli V, Vichi M, Beltrano C, Perini L. Epidemiologic study of mortality during the summer 2003 heat wave in Italy. *Environ Res* 2005; 98(3):390-399.
19. Kyselý J, Kríz B. Decreased impacts of the 2003 heat waves on mortality in the Czech Republic: an improved response? *Int J Biometeorol* 2008; 52(8):733-745.
20. Knowlton K, Rotkin-Ellman M, King G, Margolis HG, Smith D, Solomon G, Trent R, English P. The 2006 California Heat Wave: Impacts on Hospitalizations and Emergency Department Visits. *Environ Health Perspect* 2009; 117(1):61-67.
21. Stöllberger C, Lutz W, Finsterer J. Heat-related side-effects of neurological and non-neurological medication may increase heatwave fatalities. *Europ J Neurol* 2009; 16(7):879-882.
22. Brooke AG, Bell ML. Weather-Related Mortality: How Heat, Cold, and Heat Waves Affect Mortality in the United States. *Epidem* 2009; 20(2):205-213.
23. Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C, Clavel J, Jouglé E, Hémon D. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Intern Arch Environ Occup Health* 2006; 80(1):16-24.
24. Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selanikio JD, Flanders DW, Howe HL, Wilhelm JL. Heat related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996; 335(2):84-90.
25. Prata PR. A Transição Epidemiológica no Brasil. *Cad Saude Pública* 1992; 8(2):168-175.
26. Paes NA. *A Geografia da mortalidade por causas dos idosos no Brasil*; 2000. [acessado 2008 out 27]. Disponível em: [www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/saut18\\_3.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/saut18_3.pdf)
27. Vasconcelos AMN. *Causas de morte em idosos no Brasil*. XIV Encontro Nacional de Estudos Popacionais, ABEP, 2004 [acessado 2008 out 27]. Disponível em: [www.abep.nepo.unicamp.br/site\\_eventos\\_abep/PDF/ABEP2004\\_664.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/PDF/ABEP2004_664.pdf)
28. Organização Mundial de Saúde (OMS). *Ageing and Life Course*. Department of Noncommunicable Diseases Prevention and Health Promotion. Non-communicable Diseases and Mental Health Cluster. Life course perspectives on coronary heart disease, stroke and diabetes. Geneva: Organização Mundial de Saúde (OMS); 2001.
29. Gadelha MIP, Martins RG. Neoplasias no idoso. In: Freitas EV, Py L, Néri AL, Cançado FAX, Gorzoni ML, Rocha SM, organizadores. *Tratado de geriatria e gerontologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
30. Boing AF, Vargas SAL, Boing AC. A carga das neoplasias no Brasil: mortalidade e morbidade hospitalar entre 2002-2004. *Rev Assoc Med Bras* 2007; 53(4):317-322.
31. Laurenti R, Jorge MHPM, Gotlieb SLD. Perfil epidemiológico da morbi-mortalidade masculina. *Cien Saude Colet* 2005; 10(1):35-46.
32. Rede Interagencial de Informações para a Saúde (RIPSA). *Indicadores e Dados Básicos – 2003*. Brasília: Rede Interagencial de Informações para a Saúde (RIPSA) (folder); 2004.

33. Benyamin Y, Blumstein T, Lusky A, Modan B. Gender differences in the self-rated health-mortality association: is it poor self-rated health that predicts mortality or excellent self-rated health that predicts survival? *Gerontologist* 2003; 43(3):396-405.
34. Deeg DJH, Bath PA. Self-rated health, gender, and mortality in older persons: introduction to a special section. *Gerontologist* 2003; 43(3):369-371.
35. Lima-Costa MF, Peixoto SV, Giatti L. Tendências da mortalidade entre idosos brasileiros (1980-2000). *Epidemiol Serv Saúde* 2004; 13(4):217-228.
36. Bell M, O'Neill MS, Ranjit N, Borja-Aburto VH, Cifuentes LA, Gouveia NC. Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in São Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *Intern J Epidemiol* 2008; 37(4): 796-804.
37. Linares C, Diaz J. Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). *Europ J Pub Health* 2008; 18(3):317-322.
38. Yip FY, Flanders WD, Wolkin A, Engelthaler D, Humble W, Neri A, Lewis L, Backer L, Rubin C. The impact of excess heat events in Maricopa County, Arizona: 2000-2005. *Int J Biometeorol* 2008; 52(8): 765-772.
39. Paixão EJ, Nogueira PJ. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. *Rev Portug Saúde Pública* 2003; 21(1):41-54.
40. Gouveia N, Hajat S, Armstrong B. Socioeconomic differentials in the temperature-mortality relationship in São Paulo, Brazil. *Internat J Epidemiol* 2003; 32(3):390-397.
41. Reichert TA, Simonsen L, Sharma A, Pardo SA, Fedson DS, Miller MA. Influenza and the winter increase in mortality in the United States, 1959-1999. *Am J Epidemiol* 2004; 160(5):492-502.
42. Nakaji S, Parodi S, Fontana V, Umeda T, Suzuki K, Sakamoto J, Fukuda S, Wada S, Sugawara K. Seasonal changes in mortality rates from main causes of death in Japan (1970-1999). *Eur J Epidemiol* 2004; 10(19):905-913.
43. Woodhouse PR, Khaw KT, Plummer M, Foley A, Meade TW. Seasonal variations of plasma fibrinogen and factor VII activity in the elderly: winter infections and death from cardiovascular disease. *Lancet* 1994; 343(8895):435-439.
44. Hajat S, Armstrong BG, Gouveia N, Wilkinson P. Mortality displacement of heat-related deaths: a comparison of Delhi, São Paulo, and London. *Epidemiol* 2005; 16(5):613-620.
45. Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, Anderson HR, Bisanti L, D'Ippoliti D, Danova J, Forsberg B, Medina S, Paldy A, Rabchenko D, Schindler C, Michelozzi P. Heat Effects on Mortality in 15 European Cities. *Epidemiol* 2008; 19(5):711-719.
46. Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, D'Ippoliti D, Marino C, Baccini M, Biggeri A, Anderson HR, Katsouyanni K, Ballester F, Bisanti L, Cadum E, Forsberg B, Forastiere F, Goodman PG, Hojs A, Kirchmayer U, Medina S, Paldy A, Schindler C, Sunyer J, Perucci CA; PHEWE Collaborative Group. High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities. *Amer J Respir Crit Care Med* 2009; 179(5):383-389.
47. Oztuna F, Ozsu S, Topbaº M, Bulbul Y, Koºucu P, Ozlu T. Meteorological parameters and seasonal variations in pulmonary thromboembolism. *Amer J Emerg Med* 2008; 26(9):1035-1041.
48. Medina-Ramon M, Zanobetti A, Cavanagh DP, Schwartz J. Extreme temperatures and mortality: Assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a Multi-City case-only analysis. *Environ Health Perspec* 2006; 114(9):1331-1336.
49. Gonçalves FLT, Braun S, Dias PLS, Sharovsky R. Influences of the weather and air pollutants on cardiovascular disease in the metropolitan area of São Paulo. *Environ Res* 2007; 104(2):275-281.
50. Rufca GF, Zaffani E, Zerbini R, Gaia FFP, Oliveira FN, Tognolla WA. Influência das variações circadianas e de temperatura no AVEi. *Rev Assoc Med Bras* 2009; 55(1):60-63.
51. Kysely J, Pokorná L, Kyncl J, Kriz B. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic. *BMC Public Health* 2009; 9:19.
52. Ha J, Yoona J, Kimb H. Relationship between winter temperature and mortality in Seoul, South Korea, from 1994 to 2006. *Sci Total Environ* 2009; 407(7):158-216.
53. Barnett AG. Temperature and cardiovascular deaths in the US elderly changes over time. *Epidem* 2007; 18(3):369-372.
54. Bi P, Parton KA, Wang J, Donald K. Temperature and direct effects on population health in Brisbane, 1986-1995. *J Environ Health* 2008; 70(8):48-53.