

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA MORTALIDADE POR DOENÇAS DO APARELHO CIRCULATÓRIO NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL, 2003-2012

Evoneis Farias Natal<sup>1</sup>  
Ruth Elias de Paula Laranja<sup>2</sup>  
Elton Kleiton Albuquerque de Almeida<sup>3</sup>

## RESUMO

Esta pesquisa é uma colaboração aos estudos de clima e saúde humana, dando ênfase às doenças de origem circulatória. Nesta perspectiva, objetivou-se investigar a correlação entre variáveis climáticas e a mortalidade por doenças do aparelho circulatório na população humana do Distrito Federal, no período de 2003 a 2012. Foi utilizado a correlação estatística entre os objetos propostos através do cálculo do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson. Foi constatado que nas oscilações das variáveis do clima houve aumento nos registros de óbitos por agravos circulatórios. 62% desses casos de óbito tiveram correlação com os baixos valores da temperatura mínima, 53% com a pressão atmosférica e 45 % com a precipitação pluviométrica.

**Palavras-chave:** Efeitos do clima. Atenção à saúde. Mortalidade.

## 1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares são responsáveis por 29,4% de todas as mortes registradas no País em um ano, ou seja, mais de 308 mil pessoas falecem anualmente, principalmente de infarto e acidente vascular cerebral (AVC), “a alta frequência do problema coloca o Brasil entre os 10 países com maior índice de mortes cardiovasculares” (BRASIL, 2011, p. 7).

As doenças crônicas representam a principal causa de mortalidade e incapacidade no mundo inteiro sendo, principalmente, as doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, câncer e as doenças respiratórias em destaques apontadas pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2003, p. 7).

Conforme a World Health Organization (WHO, 2008, p. 22), a morbidade e a mortalidade por doenças do aparelho circulatório atingem pessoas dos países desenvolvidos, quanto de países emergentes, e que até 2030 morrerão 23,6 milhões de indivíduos ao ano

---

<sup>1</sup>Mestre em Geografia – Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde da Universidade de Brasília-LAGAS/UnB e Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal. E-mail: farias.df@outlook.com

<sup>2</sup>Doutora em Geografia – Docente do Departamento de Geografia da Universidade de Brasília/UnB. E-mail: laranja@unb.br

<sup>3</sup>Mestre em Geografia – Meteorologista do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos-CPTEC. E-mail: elton.almeida@cptec.inpe.br

devido a alguma forma de agravo das doenças do aparelho circulatório, superando, por exemplo, as mortes por malária, HIV/Aids e tuberculose.

De acordo com os dados da Secretaria de Estado de Saúde/DF, o quantitativo de mortes relacionadas às doenças do aparelho circulatório cresceu de forma significativa nos últimos anos, numa análise estatística de 2000 a 2010, com aumento de 10,3 % entre os períodos de análise, sendo a principal causa de morte na população humana (CODEPLAN, 2012).

No entanto, pesquisas vêm sendo desenvolvidas em vários países da Europa e na Ásia que correlacionam os fatores ambientais e as variações do clima com aumento dos óbitos na população humana resultantes de diversas enfermidades, sendo que a mortalidade por doenças do aparelho circulatório vêm ganhando destaque nesses continentes (DILAVÉRIS et al, 2006; GOERRE et al, 2007; LEE et al, 2010; Y. LI et al, 2011; VASCONCELOS et al, 2013).

Nestes estudos, destaca-se a importância de estudar a influência do tempo e do clima em diversas enfermidades, e que “é preciso romper essa barreira dominante do diagnóstico e avançar em estudos a respeito da influência dos elementos do clima sobre a manifestação de diversas doenças na população humana.” (NOSSA, 2008, p.36). “A ocorrência de infarto agudo do miocárdio foi associada com o estresse térmico, ou seja, temperaturas extremamente frias ou quentes.” (LEE et al, 2010, p. 17).

Desde a antiguidade os estudiosos já se preocupavam com a relação do homem – saúde - ambiente. Hipócrates, 480 a.C, em sua famosa obra “Dos ares, das águas e dos lugares” já registrava a preocupação humana com a relação aos fatores ambientais e o surgimento das doenças (LACAZ, 1972). Hoje; sabe-se que a atmosfera terrestre contém alguns gases circulantes que exercem uma pressão sobre a superfície terrestre. Essa pressão altera-se de acordo com a altitude do local e não tem um valor constante anual, pelo fato de sofrer alterações com as variáveis do clima de acordo com a época do ano, alterando a pressão exercida sobre o corpo ou objeto exposto. “Essas alterações atmosféricas implicam alterações fisiológicas para o corpo continuar a trabalhar de forma a suprir as necessidades do organismo.” (MAGALHAES et al, 2002, p. 83). A pressão atmosférica é um fator externo que exerce uma força sobre os corpos na Terra. A pressão atmosférica sofre variações constantes, de acordo com o local e as variações do tempo. “O aumento da pressão atmosférica pode provocar no ser humano a vasoconstrição, ou seja, uma pressão nos vasos sanguíneos.” (MAGALHAES et al, 2002, p. 84).

Para Frota e Schiffer (2001, p. 19), o ser humano é um ser homeotérmico, com temperatura corporal entre 36 e 37°C. As temperaturas abaixo desses valores fazem com que mecanismos de controle sejam acionados, como a vasoconstrição e aumento da taxa metabólica. Como repercussão hemodinâmica há a vasoconstrição dos vasos que diminuem o calibre arterial e, conseqüentemente, aumentam na resistência periférica contra a qual o coração necessita bombear, elevando assim a pressão arterial, ainda mais em indivíduos que tenham a predisposição em formar placas de ateroma que contribuem sobremaneira para obstrução da luz do vaso.

Portanto, esta pesquisa teve como objetivo analisar a influência das variáveis climáticas (precipitação pluviométrica; pressão atmosférica; umidade relativa do ar e temperaturas do ar: máxima, mínima e média) na mortalidade por doenças do aparelho circulatório na população humana do Distrito Federal, de 2003 a 2012.

## **2 MÉTODO**

Trata-se de um estudo retrospectivo, de caráter descritivo de série temporal em que se analisou a influência das variáveis do clima nas mortes por doenças do Aparelho Circulatório (CID-10-códigos I00 a I99), na população residente no Distrito Federal - DF, no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2012.

Tratou-se de uma busca nos bancos de dados de domínio público: os dados de saúde foram oriundos do Sistema de informações Hospitalares (SIH) geridos pela Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal e DATASUS, Secretaria Executiva do Ministério da Saúde e os do clima foram coletada da estação climatológica 83377 em Brasília, Distrito Federal, mantida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados serão apresentados a partir da estatística descritiva buscando identificar a classificação da relação entre as variáveis pesquisadas.

Esta pesquisa analisou a influência do clima nos óbitos por doenças do aparelho circulatório, um dos fatores que aumenta a mortalidade da população. A pesquisa partiu da hipótese que os elementos do clima (temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação e pressão atmosférica) sofrem alterações cíclicas e podem contribuir com o aumento dos óbitos por doenças do aparelho circulatório no Distrito Federal.

O processamento dos dados foi realizado mediante utilização do programa Tabwin (Tab para Windows), versão 3.6, software gratuito desenvolvido pelo DATASUS, que

permite tabular diferentes tipos de informação em um mesmo ambiente, facilitando a construção de indicadores.

O coeficiente de correlação estatística entre os objetos propostos do estudo, óbitos e clima, - foi realizado através do cálculo do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, de acordo com a fórmula:

$$r = \frac{[\sum XY - \sum X \sum Y]}{\sqrt{[\sum X^2 - \sum X]^2 [\sum Y^2 - \sum Y]^2}} \quad (1)$$

Onde,

**r** - representa o coeficiente de correlação linear;

**N** - representa o número de pares de dados presentes;

**Σ** - somatório;

**ΣX** – somatório de todos os valores X;

**ΣX<sup>2</sup>** - indica que se eleva ao quadrado cada valor de X e se soma os resultados;

**(ΣX)<sup>2</sup>** – indica que se somam os valores de X e eleva-se o total ao quadrado;

**ΣXY** - indica que se multiplica cada valor de X pelo correspondente valor de Y e somam-se todos esses produtos.

**X** – Variável independente - Dados das variáveis climáticas (precipitação, pressão Atmosférica, temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar).

**Y**- Variável dependente - Dado das doenças do aparelho circulatório (internação e óbitos).

Para determinar os valores de classificação da correlação linear r de X e Y, o grau de medida varia de 1,0 (correlação direta) a -1,0 (correlação inversa), sendo o valor zero correspondente a ausência de correlação linear. A tabela seguinte apresenta os valores de correlação de forma detalhada apresentada por Cavalcante (2003):

**Tabela 1:** Classificação dos valores das correlações do Método de Pearson

<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Classificação</b>
0	0	Nula
0,00 – 0,30	0,00 – 0,09	Fraca
0,30 – 0,60	0,09 – 0,36	Média
0,60 – 0,90	0,36 – 0,81	Forte
0,90 – 0,99	0,81 – 0,99	Fortíssima
1	1	Perfeita

Fonte: Cavalcante (2003)

### 3 RESULTADOS

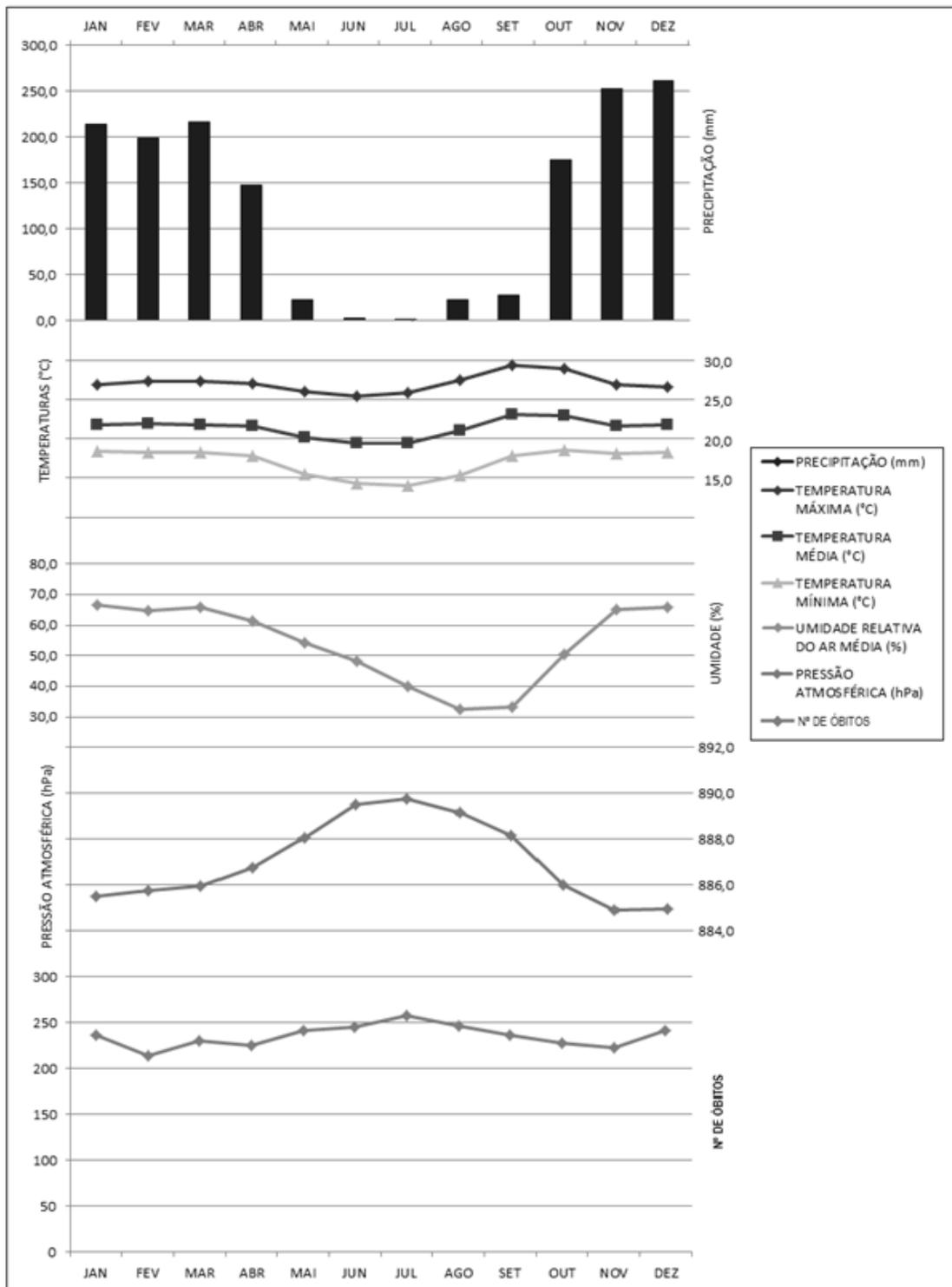
No Distrito Federal, entre 2003 e dezembro de 2012 foram registrados 101.663 óbitos resultantes de diversas enfermidades, 28.247 (27,8%) desses por doenças do aparelho circulatório. Em segundo estão as neoplasias/câncer (18,0% dos óbitos); em terceiro as causas externas (17,7 % dos óbitos); e em quarto as doenças do aparelho respiratório (8,2% dos óbitos), ver Tabela 2.

**Tabela 2:** Mortalidade na população humana por Capítulo do CID-10, Distrito Federal.

<b>CID-10</b>	Total	%
<b>Capítulo:</b>		
<b>I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias</b>	4.743	4,7%
<b>II. Neoplasias (tumores)</b>	18.345	18,0%
<b>III. Doenças sangue órgãos hematopoéticos e alguns transtornos imunitários</b>	432	0,4%
<b>IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas</b>	5.164	5,1%
<b>V. Transtornos mentais e comportamentais</b>	1.330	1,3%
<b>VI. Doenças do sistema nervoso</b>	2.368	2,3%
<b>VII. Doenças do olho e anexos</b>	9	0,0%
<b>VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide</b>	1	0,0%
<b>IX. Doenças do aparelho circulatório</b>	28.247	27,8%
<b>X. Doenças do aparelho respiratório</b>	8.286	8,2%
<b>XI. Doenças do aparelho digestivo</b>	5.295	5,2%
<b>XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo</b>	91	0,1%
<b>XIII. Doenças do sistema osteomuscular e tecido conjuntivo</b>	530	0,5%
<b>XIV. Doenças do aparelho geniturinário</b>	1.596	1,6%
<b>XV. Gravidez parto e puerpério</b>	194	0,2%
<b>XVI. Algumas afecções originadas no período perinatal</b>	3.090	3,0%
<b>XVII. Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas</b>	1.834	1,8%
<b>XVIII. Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte</b>	2.105	2,1%
<b>XX. Causas externas de morbidade e mortalidade</b>	18.003	17,7%
<b>Total</b>	101.663	100%

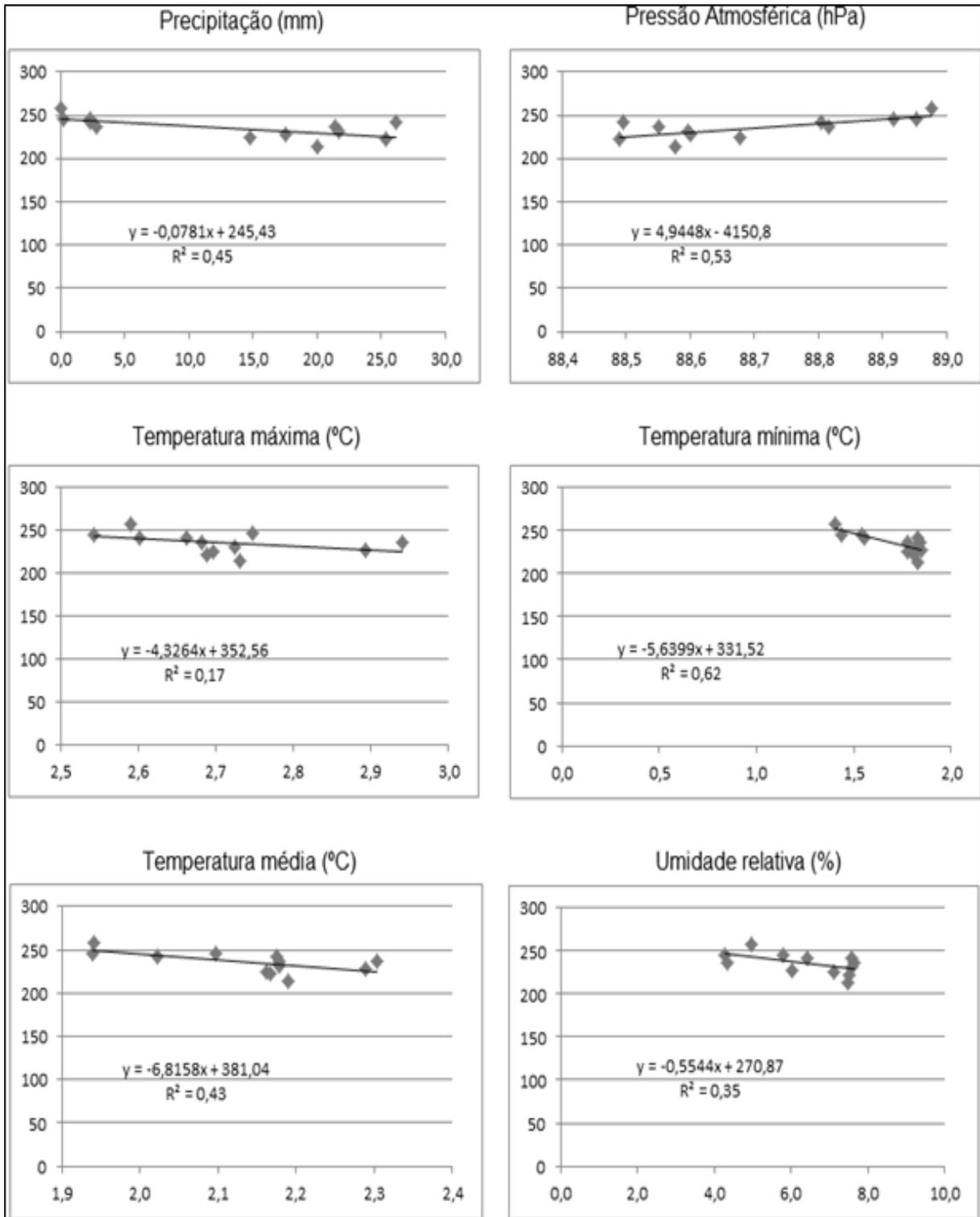
**Fonte:** Sistema de Informações sobre Mortalidade (2003-2012).

Na Figura 3 são apresentadas as correlações das médias mensais entre 2003 e 2012 no Distrito Federal entre as variáveis climáticas (precipitação pluviométrica; pressão atmosférica; umidade relativa do ar e temperaturas máxima, mínima e média) com os dados de registros de óbitos por doenças do aparelho circulatório.



**Figura 3:** Correlações entre as variáveis climatológicas e os óbitos por doenças do aparelho circulatório (médias mensais entre os anos de 2003 a 2012), no Distrito Federal.

**Fonte:** Dos autores (2015)



**Figura 4:** Regressão entre as variáveis climatológicas e os casos de óbitos por doenças do aparelho circulatório 2003-2012, no Distrito Federal.

**Fonte:** INMET, SES/DF, CODEPLAN, MS/SVS/CGIAE/SIM, IBGE (2015).

**Tabela 5:** Valores dos coeficientes de correlação (R), de determinação (R<sup>2</sup>) e classificação (C) encontrados entre as variáveis climatológicas e o número de óbitos mensais por doenças circulatórias ocorridas no Distrito Federal, 2003-2012.

Variáveis Climáticas	Óbitos em Geral		
	R	R <sup>2</sup>	C
Precipitação (mm)	-0,67	0,45	Forte
Pressão Atm (hPa)	0,73	0,53	Forte
Temp. Máxima (°C)	-0,41	0,17	Média
Temp. Mínima (°C)	-0,79	0,62	Forte
Temp. Média (°C)	-0,66	0,43	Forte
Umidade rel. do ar (%)	-0,59	0,35	Média

Fonte: Dos autores (2015)

#### 4 DISCUSSÃO

Para responder à hipótese da pesquisa, foi utilizada a “correlação de Person” para correlacionar as duas variáveis (clima e óbitos) durante os anos de 2003 a 2012 no Distrito Federal. Observou-se que as variáveis climatológicas (precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperaturas máxima, mínima e média) influenciaram na mortalidade por doenças do aparelho circulatório.

Os referidos gráficos e as linhas das variáveis climáticas demonstram particularidades entre os 10 (dez) anos analisados (2003 a 2012). Entre as particularidades, há variação nas taxas de óbitos mensais durante o ano, verificando que o aumento ocorre em conjunto com a sazonalidade climática. Evidenciando assim a sazonalidade dos casos de mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Distrito Federal (Figuras 3 e 4).

Os meses de maio a agosto, de 2003 a 2012, apresentaram queda do total pluviométrico e, conseqüentemente, diminuição da umidade relativa do ar, aumento da pressão atmosférica mensal, com registro das menores temperaturas mínimas. Os meses de junho a setembro destacaram-se com maior amplitude térmica (valor entre a temperatura máxima e mínima) e, conseqüentemente, um aumento nos registros de óbitos por doenças do aparelho circulatório, podendo ter relação direta com o clima já comprovado suas relações com as alterações bruscas da temperatura e o aumento da pressão atmosférica.

Nos meses que apresentaram aumento da pressão atmosférica e mudanças bruscas da temperatura (máxima e mínima) e aumento da amplitude térmica, as taxas dos óbitos

aumentaram, evidenciando a relação entre os óbitos e o estresse térmico. Essas mudanças bruscas representam risco nas complicações das doenças do aparelho circulatório, pois o indivíduo fica vulnerável às enfermidades fora da zona de conforto térmico (Figuras 3 e 4).

Na Tabela 5, os coeficientes de correlação e determinação estão demonstrados na classificação, destacando os óbitos por doenças do aparelho circulatório tiveram maior correlação, direta, com a pressão atmosférica, confirmada pelo valor positivo do coeficiente de correlação ( $R= 0,73$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2= 0,53$ ) indicou que 53% dos casos de óbitos por doenças do aparelho circulatório tiveram correlação com os altos valores da pressão atmosférica, classificada como uma correlação de classificação “Forte”. Já a umidade relativa do ar teve correlação inversa, confirmada pelo valor negativo do coeficiente de correlação ( $R= -0,59$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2= 0,35$ ) indicou que 35% dos casos de óbitos por doenças do aparelho circulatório tiveram correlação inversa com os valores baixos da umidade relativa do ar.

As temperaturas média e mínima indicaram uma correlação de classificação “Forte”, assim como com a precipitação pluviométrica. A temperatura máxima indicou uma correlação de classificação média (Figura 3 e Tabela 5).

A temperatura mínima foi a variável que teve uma maior relação inversa com os casos de óbitos por doenças do aparelho respiratório, confirmada pelo valor negativo do coeficiente de correlação ( $R= -0,79$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2= 0,62$ ) indicou que 62% desses casos de óbito tiveram correlação com os baixos valores da temperatura mínima.

Os referidos gráficos e as linhas das variáveis climáticas demonstram particularidades e similaridades entre os 10 (dez) anos analisados (2003 a 2012). Mostraram que há variação nas taxas de óbitos mensais durante o ano, verificando que o aumento ocorre em conjunto com a sazonalidade climática. Evidenciando assim a sazonalidade dos casos de mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Distrito Federal (Figura 3).

Os meses de maio a agosto destacaram-se com queda do total pluviométrico e, conseqüentemente, diminuição da umidade relativa do ar, aumento da pressão atmosférica mensal, com registro das menores temperaturas mínimas. Os meses de junho a setembro foram os que apresentaram maior amplitude térmica (valor entre a temperatura máxima e mínima) e conseqüentemente, um aumento nos registros de óbitos por doenças do aparelho circulatório, podendo ter relação direta com o clima já comprovado suas relações com as alterações bruscas da temperatura e o aumento da pressão atmosférica (Figura 3), semelhante aos resultados apresentado nas pesquisas de LEE et al (2010) em relação ao infarto agudo do

miocárdio foi associada com o estresse térmico, ou seja, temperaturas extremamente frias ou quentes aumenta o risco de óbitos para essa doença.

Nos meses que apresentaram aumento da pressão atmosférica e mudanças bruscas da temperatura (máxima e mínima) e aumento da amplitude térmica, as taxas dos óbitos aumentaram, evidenciando a relação entre os óbitos e o estresse térmico. Essas mudanças bruscas representam risco nas complicações das doenças do aparelho circulatório, pois o indivíduo fica vulnerável às enfermidades fora da zona de conforto térmico (Figura 3).

Os efeitos das oscilações térmicas ambientais podem ser sentidos em pessoas predispostas, tais como as idosas, as crianças e as portadoras de doenças crônicas. Já os indivíduos com boa saúde suportam com facilidade estas situações de estresse térmico, conforme apresenta Pitton e Domingos (2004).

## 5 CONCLUSÃO

Foi constatado que nas oscilações das variáveis do clima houve aumento nos registros de óbitos por agravos circulatórios, 62% desses casos de óbito tiveram correlação com os baixos valores da temperatura mínima, 53% com a pressão atmosférica e 45 % com a precipitação pluviométrica.

Nesta pesquisa, a temperatura mínima foi a variável que indicou uma maior relação inversa com os casos de óbitos por doenças do aparelho respiratório, influenciando em 62% desses casos de óbito.

As análises das correlações mensais dos óbitos com as variáveis climáticas mostraram que a medida que há uma alteração brusca nas variáveis climáticas, o número de registro de óbitos aumenta nesses meses.

Recomenda-se que outros estudos com as variáveis climatológicas e as internações/óbitos por doenças do aparelho circulatório sejam realizadas em nível diário, no Distrito Federal, tornando mais preciso quanto à influência do tempo, assim como outras variáveis: fisiológicas, comportamentais, ambientais e hereditárias sobre a saúde humana.

**ANALYSIS OF INFLUENCE OF CLIMATIC VARIABLES IN THE MORTALITY  
FOR CIRCULATORY SYSTEM DISEASES IN DISTRITO FEDERAL, BRAZIL,  
2003-2012**

**ABSTRACT**

This research constitutes a contribution to climate studies and human health, emphasizing the circulatory borne diseases. In this perspective, the objective was to investigate the correlation between climatic variables and mortality due to diseases of the circulatory system in the human population of the Federal District, from 2003 to 2012. The statistical correlation between the proposed objects was calculated using the Pearson Linear Correlation Coefficient. It was verified that in the oscillations of the climate variables there was an increase in the records of deaths due to circulatory disorders. 62% of these cases of death were correlated with low values of minimum temperature, 53% with atmospheric pressure and 45% with rainfall.

**Key words:** Climate effects. Health care. Mortality.

**REFERÊNCIAS**

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil 2011-2022**. Brasília, 2011. Disponível em: [http://www.suvisa.ba.gov.br/sites/default/files/vigilancia\\_epidemiologica/doencas\\_não\\_transmissiveis](http://www.suvisa.ba.gov.br/sites/default/files/vigilancia_epidemiologica/doencas_não_transmissiveis). Acesso em: maio 2014.

CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. Brasília: CODEPLAN, 1984.

\_\_\_\_\_. **A evolução da mortalidade no distrito federal na área metropolitana de Brasília entre 2000 e 2010**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/areas-tematicas/demografia.html>. Acesso em: maio 2014.

DILAVERIS, P. et al. CLimate impacts on myocardial infarction deaths in the athens territory: the climate study. **Cardiovascular Medicine**, v. 92, p. 1747–1751, 2006.

GOERRE, S. et. al. Impact of weather and climate on the incidence of acute coronary syndromes. **International Journal of Cardiology**, v. 118, p. 36–40, 2007.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 2001.

LACAZ, C. da S. Conceituação, atualidade e interesse do tema, súmula histórica. In: LACAZ, C. S.; BASRUZZI, R. G.; SIQUEIRA, W. **Introdução à geografia médica do Brasil**. São Paulo: E. Blücher; Edusp, 1972.

LEE, J. H. et al. Influence of weather on daily hospital admissions for acute myocardial infarction from the korea acute myocardial infarction registry. **International Journal of Cardiology**, v. 144, p. 16–21, 2010.

MAGALHÃES, J. et al. O desafio da altitude: uma perspectiva fisiológica. **Revista Portuguesa de Ciências do desporto**, Porto, v. 2, n. 4, p. 81-91, 2002.

NOSSA, P. N. **Linhas de investigação contemporâneas na geografia da saúde e a noção holística de saúde.a geografia e o contexto dos problemas de saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2008.

OPAS. **Doenças crônicas degenerativas e obesidade**: estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003.

PITTON, S. E.; DOMINGOS, A. E. Tempos e doenças: efeitos dos parâmetros climáticos nas crises hipertensivas nos moradores de Santa Gertrudes - SP. **Estudos Geográficos**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 75-86, 2004.

VASCONCELOS, J. et al. The impact of winter cold weather on acute myocardial infarctions in Portugal. **Environmental Pollution**, 2013.

WHO. **Prevention of cardiovascular disease pocket guidelines for assessment and management of cardiovascular risk predicting heart attack and stroke risk**. Genebra: World Health Organization, 2008.

Submetido em: 07/10/2016

Aceito para publicação em: 20/12/2016