

CASOS DE INTERNAÇÃO HOSPITALAR POR DOENÇAS DO APARELHO RESPIRATÓRIO E SUA RELAÇÃO COM VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO DISTRITO FEDERAL, ENTRE 2003 E 2012¹

Elton Kleiton Albuquerque de ALMEIDA²

Ercília Torres STEINKE³

Resumo

O presente artigo teve como objetivo principal analisar as correlações entre variáveis meteorológicas e casos de internações por doenças do aparelho respiratório como asma, pneumonia, bronquite aguda, bronquiolite aguda, bronquite crônica, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas, na população urbana do Distrito Federal, entre os anos de 2003 a 2012. A sazonalidade dos casos de internação por doenças respiratórias no Distrito Federal ficou evidente, mostrando que as patologias desse grupo possuem relação inversa com a precipitação pluviométrica, temperaturas máxima, média e mínima e umidade relativa do ar, e relação direta com a pressão atmosférica entre os meses de março a setembro.

Palavras-chave: Variáveis meteorológicas. Correlação. Doenças respiratórias.

Abstract

Hospitalizations caused by respiratory diseases and their relation with climate variables occurred in Distrito Federal from 2003 to 2012

This article aimed to analyze the correlations between meteorological variables and cases of hospitalization for respiratory diseases such as asthma, pneumonia, acute bronchitis, acute bronchiolitis, chronic bronchitis, emphysema and other chronic obstructive pulmonary diseases in the urban population of the Federal District between the years 2003-2012. Seasonality of cases of hospitalization for respiratory diseases in the Federal District was evident, showing that the pathologies have an inverse relationship with rainfall, maximum, mean and minimum temperatures and relative humidity, and a direct relationship with atmospheric pressure between March to September.

Key words: Meteorological variables. Correlation. Respiratory diseases.

¹ Trabalho apresentado no XI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica.

² Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD, meteorologista, Setor Policial Sul, Área 5, Brasília, DF. E-mail: eltonkleiton@gmail.com

³ Departamento de Geografia da Universidade de Brasília - UnB, coordenadora do Laboratório de Climatologia Geográfica - LCGea, Campos Universitário Darcy Ribeiro, ICC Norte, mod 23, Asa Norte, Brasília, DF. E-mail: erciliaunb@gmail.com

INTRODUÇÃO

No Brasil, as doenças crônicas não transmissíveis configuram-se como um problema de saúde de grande magnitude, correspondendo a 72% das causas de morte, especialmente as doenças respiratórias, cardiovasculares, câncer e diabetes, afetando indivíduos de todos os níveis socioeconômicos e, mais especificamente, aqueles que pertencem a grupos vulneráveis, como os idosos. (BRASIL, 2011).

As condições climáticas ou drásticas alterações do tempo podem provocar um aumento significativo do número de casos de uma grande variedade de doenças, agravando o quadro de saúde de um considerável número de pacientes nos leitos dos hospitais e/ou até levando-os a óbito (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Tromp (1980), alguns elementos meteorológicos se relacionam com a saúde humana. O resfriamento atmosférico (principalmente com ventos fortes) possui uma forte relação com os casos de asma. A queda súbita da pressão barométrica que antecede às rápidas passagens de frentes frias, na Europa Ocidental, tem provocado aumento no número de ataques de asma. O número de crises em pacientes asmáticos aumenta também com temperatura e umidade relativa do ar altas. Uma atmosfera com baixa umidade relativa do ar constitui um ambiente propício para o desenvolvimento do vírus Influenza, vírus da gripe. Já a elevação da umidade relativa do ar e da precipitação pluviométrica faz crescer o número de casos de resfriados e alguns tipos de viroses. O aumento da pressão atmosférica e da temperatura do ar acelera os processos das doenças cardiovasculares.

No Distrito Federal, de acordo com a CODEPLAN (2012), as mortes decorrentes de doenças do aparelho respiratório aumentaram, proporcionalmente, 32% entre 2000 e 2010, e estiveram ranqueadas entre as quatro maiores causas de mortes na região. É possível estabelecer relações entre o clima e a saúde considerando que, as variações do tempo atmosférico causam ou agravam inúmeros sintomas, enfermidades e mudanças no quadro clínico de saúde, o qual é resultante das reações do organismo humano às condições atmosféricas.

Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo principal analisar a correlação estatística entre a precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar e os casos de internação pelas seguintes doenças respiratórias: asma, pneumonia, bronquite e bronquiolite agudas e enfisema ocorridos no Distrito Federal, no período de 2003 a 2012.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O caminho percorrido entre a Climatologia e a Saúde teve seus primórdios com Hipócrates que, em 400 a.C, publicou seu primeiro trabalho sobre a influência de aspectos climáticos na saúde do homem - *De Aëre, Acquis et Locis* (HIPPOCRATE, 1999). Esta é considerada uma das obras mais célebres e, também, precursora da medicina denominada de "ambientalista", que considera o clima como um fator determinante nas doenças específicas de cada lugar. Da época antiga até os dias de hoje, muito já foi estudado sobre essa relação, destacando-se contribuições importantes à Geografia da saúde, tais como, Sorre (1943), com sua obra, *Les fondements biologiques de la géographie humaine*⁴, uma de suas mais importantes produções que trata de fundamentos biológicos para a Climatologia; Tromp (1980), que escreveu *Biometeorology: The impact of weather and climate on human and their environment*

⁴ *Les fondements biologiques de la géographie humaine* foi publicada em três volumes, nos anos de 1943, 1947 e 1948. O volume *Les fondements biologiques* (1947) destacou-se por apresentar conceitos inovadores de clima e complexo patogenicidade.

(*animal and plants*), e McNichael (2003), com o livro *Climate change and human health*.

No Brasil, já se discutia a influência do clima sobre a saúde dos nativos e imigrantes do continente americano desde o século XVII, quando já havia registros sobre as características climáticas tropicais brasileiras e suas relações com a saúde da população. Contudo, as explicações eram destituídas de qualquer fundamento científico ou de prova experimental, pelo menos até o século XX. (ÁVILA-PIRES, 1983).

De acordo com Sant'Anna Neto (2004), o pesquisador que se dedicou à discussão teórica e metodológica da Climatologia relacionada com a saúde foi Afrânio Peixoto, que não poupou esforços em demonstrar que as influências climáticas geravam adaptações e novos arranjos nas relações sociedade-natureza. Peixoto se interessou tanto pelos aspectos do clima e sua influência na saúde humana, de tal maneira que, de sua formação acadêmica em medicina, passou a se dedicar exclusivamente a Climatologia. A sua obra "Clima e Saúde", de 1938, apresenta uma análise das condições climáticas em relação às enfermidades e à saúde pública, realizando, também, uma análise sobre a Meteorologia, relacionando os tipos de clima e suas variações sazonais, com os casos de morbidez, epidemias e endemias.

Hoje em dia é sabido que, em uma determinada área, além das influências que os aspectos do clima exercem, os de ordem socioeconômica também definem novas áreas endêmicas. Porém, não se pode ignorar que os extremos térmicos e higrométricos acentuam a debilidade do organismo no combate às enfermidades, intensificando os processos inflamatórios e, conseqüentemente, criando condições para o contágio. Segundo Ayoade (1986), a temperatura do ar, por exemplo, poderia, para alguns tipos de doenças, mais do que qualquer outro elemento climático, ser o seu desencadeador principal, como é o caso da mortalidade infantil por doenças respiratórias e infecções respiratórias agudas.

Por meio do conhecimento dos padrões sazonais de elementos meteorológicos associados aos de patologia e epidemiologia, Oliveira (2005) acredita ser possível usar a Climatoterapia para colaborar na cura de alguns tipos de doenças, sugerir reformas em ambientes de moradia para melhorar a saúde dos moradores, contribuir para um melhor planejamento de números de leitos na rede hospitalar (para atendimento à demanda que ocorre em determinados períodos devido aos efeitos da atmosfera) e evitar um maior número de óbitos em determinados períodos de fortes variações no tempo atmosférico.

Segundo Souza e Sant'Anna Neto (2006), os dois principais indicadores utilizados para a análise da condição de saúde coletiva são o número de internações para cada doença e a mortalidade. As doenças respiratórias destacam-se, no caso da morbidade no Brasil, por serem a segunda maior causa de internação hospitalar, atrás somente dos casos de internação por parto e pelas gestantes.

Várias pesquisas já foram desenvolvidas com o intuito de investigar a relação existente entre o clima e a saúde, entre elas é possível citar a de Souza e Sant'Anna Neto (2008), que realizaram uma pesquisa que buscando analisar a influência dos fatores climáticos urbanos na incidência de casos de doenças do aparelho respiratório, relacionando com os dados demográficos e socioeconômicos, numa conjuntura de desigualdade social e diferenciação nas condições de vida da população áreas urbanas da cidade de Presidente Prudente. Para tanto foram coletados, tratados e organizados dados de precipitação, temperaturas e umidade relativa, obtidos junto à Estação Meteorológica de Presidente Prudente e correlacionados com os casos de internação por doenças respiratórias registradas pelo Sistema de Internação Hospitalar do DATASUS. Os autores observaram que, em períodos de estiagem prolongada, oscilações de temperatura e umidade relativa na maioria das vezes abaixo de 60%, houve aumento do número de casos de internação por agravos respiratórios.

Busato e Lutinsk (2013) analisaram ocorrência dos casos notificados de doença diarreica aguda (DDA) da população do oeste de Santa Catarina, no período de 2007 a 2011. A ocorrência das DDA teve sazonalidade entre outubro a março e mostrou forte correlação entre a frequência de casos e a elevada temperatura do ar.

Ajuz e Vestena (2014), que avaliaram a possibilidade de superinfestação dos mosquitos *Aedes aegypti* e *albopictus*, na cidade de Guarapuava-PR, por meio da avaliação da temperatura do ar, pluviosidade e os limites de tolerância ao desenvolvimento e proliferação dos mosquitos, mais especificamente, a temperatura mínima, máxima e a chuva como fator limitante. Os resultados obtidos mostraram que, apesar do fator limitante da temperatura mínima ao desenvolvimento dos mosquitos *Aedes aegypti* e *albopictus* na cidade, em determinados períodos do ano foram identificados focos dos mosquitos que podem potencializar a ocorrência de uma superinfestação na cidade.

No DF, as pesquisas científicas relacionando o tempo e o clima com doenças do aparelho respiratório são escassas. Entre os poucos trabalhos encontrados destacam-se o de Barros et al (2008), que levantou notícias jornalísticas e utilizou a técnica de análise rítmica para identificar a relação entre doenças respiratórias e as condições climáticas. O trabalho mostrou que o maior número de internações hospitalares por doenças do aparelho respiratório ocorreu durante os períodos de outono e inverno dos anos de 2003 a 2005.

Já Santos et al (2010) realizaram um estudo com o objetivo principal de analisar a influência do clima na dispersão da hantavirose no DF, no período de 2003 a 2008. Para tanto foram utilizados dados epidemiológicos e climáticos provenientes do Ministério da Saúde, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os resultados mostram que 80% dos casos de hantavirose que ocorreram no período de estudo (2003-2008) aconteceram em épocas de estiagem (abril-outubro), e que os casos têm o seu pico de junho a agosto, período em que a estiagem alcança o seu auge.

Réquia Júnior (2013) avaliou a correlação da frota de veículos automotores do Distrito Federal e dos dados meteorológicos com o número de pessoas internadas e o número de óbitos por motivo de doenças do sistema respiratório. Para a análise dos dados, além da geração de informações descritivas de cada variável, utilizou-se o teste estatístico de correlação de Pearson de três conjuntos de dados (relacionados à saúde, às condições meteorológicas e à frota de veículos da região) no período de 2007 a 2009, a cada mês. Os resultados do estudo identificaram correlações positivas dos dados meteorológicos com a saúde humana. Quanto aos dados de transporte, devido à característica da informação utilizada, não foi possível encontrar correlações positivas.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o limite político-administrativo do Distrito Federal do Brasil, localizado na região geo-econômica do Centro-Oeste. Seus limites são definidos, a norte pelo paralelo 15° 30', ao sul pelo paralelo 16° 03' e pelos limites naturais ao leste pelo rio Preto e pelo rio Descoberto a oeste, abrangendo uma área aproximada de 5.814 km² (Figura 1).

No Distrito Federal existem diversos núcleos urbanos, sendo o principal deles a Região Administrativa (RA) de Brasília. A divisão do Distrito Federal em Regiões Administrativas (RA's) foi estabelecida por meio da Lei nº 4.545/64, que também instituiu as administrações regionais. À época, eram oito regiões administrativas. Leis posteriores alteraram o nome e criaram novas regiões administrativas, atualmente

em número de 31, que variam em extensão territorial, número de habitantes, processo de fundação, características de ocupação, formas de expansão e desenvolvimento urbano.

Vale ressaltar aqui a dificuldade encontrada para sistematizar os dados da pesquisa em função do aumento do número de RA's ao longo da série histórica de dados de internações. A respeito do assunto Costa (2011:4) afirma que:

O caminho das disputas políticas e administrativas levou ao aumento do número de RA's. Além disso, em alguns casos, tal ampliação foi motivada por diferenças sócias, econômicas e pelo contraste de uso no interior de uma mesma RA. Atualmente a criação significativa de RA's, sem um estudo de viabilidade de suas reais potencialidades, além da falta de incremento de recursos necessários à implantação de infraestrutura e serviços dessas áreas, deixou o planejamento urbano da cidade carente de projetos, que contribuam com o poder público na tomada de decisão em suas políticas públicas, chegando ao número de 30 RA's (COSTA, 2011:4).

Essa ampliação no número de RA's dificulta enormemente a comparação entre os anos, pois os dados se confundem, mascarando a análise. A figura 1 apresenta a divisão política atual do Distrito Federal em Regiões Administrativas (RA's).

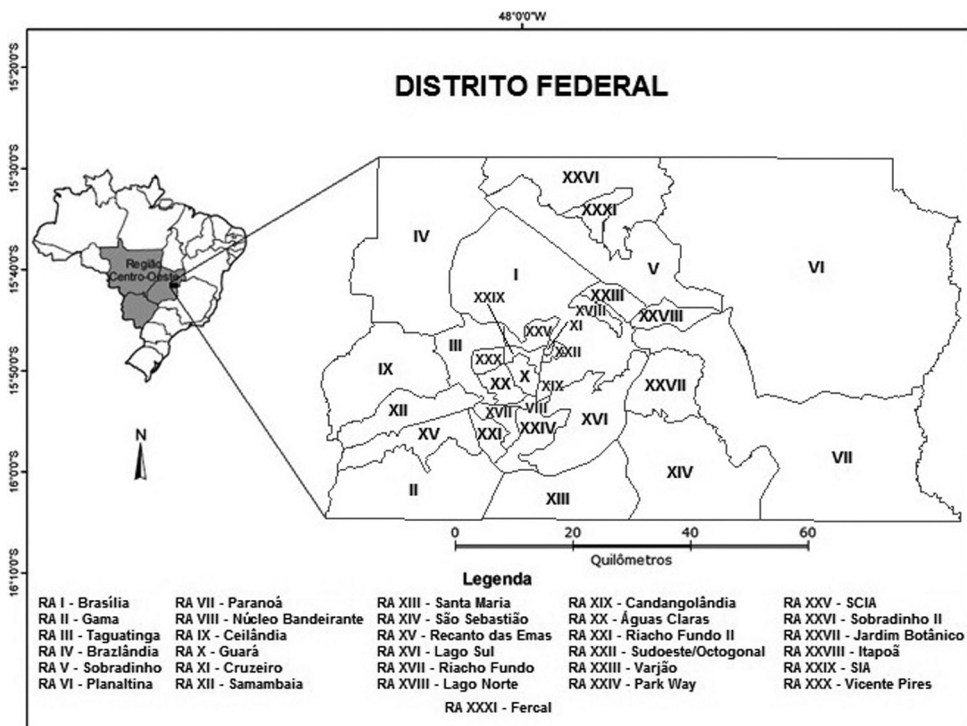


Figura 1 – Divisão política atual em Regiões Administrativas do Distrito Federal

Fonte: Almeida (2014).

O meio natural do Distrito Federal encontra-se bem particularizado na literatura existente. A seguir apresenta-se uma síntese de sua caracterização básica e em seguida uma descrição mais detalhada das características climáticas, pois são elas as que mais influenciam nos resultados da pesquisa:

- O relevo caracteriza-se por topografia plana a plana ondulada com cotas entre 830 e 1.000 metros, constituindo-se nos divisores de água das bacias hidrográficas da região. Existem também unidades morfológicas com relevo suave-ondulado, representadas por colinas; e as de relevo acidentado, encostas de perfil côncavo-convexo e perfil complexo. Grande parte dessas unidades está recoberta por Latossolos e Cambissolos (STEINKE, 2003).
- A região é drenada por cursos d'água pertencentes a três das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras: São Francisco, representada pelo rio Preto, Tocantins/Araguaia, pelo rio Maranhão, e Paraná, pelos rios São Bartolomeu e Descoberto. Muitos dos rios são de planalto e, devido a essa característica, é típica a ocorrência de perfis escalonados por zonas de corredeiras, ou mesmo grandes quedas d'água, formando cachoeiras. Dadas as condições dos solos, topografia e clima, existe grande quantidade de canais de primeira ordem e de nascentes (SEMARH, 2000).
- O Distrito Federal situa-se na região do Cerrado e apresenta diferentes tipos de vegetação, tais como: Cerradão, Cerrado Típico, Campo Cerrado, Campo Sujo e Campo Limpo. Matas Ciliares, Veredas e Campos Rupestres completam o quadro (SEMARH, 2000).

Os sistemas de circulação atmosférica que atuam no Centro-Oeste, associados à posição geográfica do Distrito Federal, permitem observar na região em dois períodos marcantes, um seco e outro úmido. De maneira geral pode-se dizer que o período compreendido entre os meses de maio a setembro, correspondente ao período seco, possui as seguintes características: intensa insolação, pouca nebulosidade, forte evaporação, baixos teores de umidade no ar, pluviosidade reduzida e grande amplitude térmica (máximas elevadas e mínimas reduzidas). O inverso se dá no semestre outubro a abril, período úmido: a insolação se reduz, a nebulosidade aumenta, diminui a evaporação, os teores de umidade do ar aumentam, a pluviosidade se intensifica e a amplitude térmica moderadamente reduz-se, pois as máximas mantêm-se e as mínimas elevam-se. A figura 2 mostra a distribuição anual das chuvas e das temperaturas no Distrito Federal.

No período úmido, a América do Sul é dominada por intensos conglomerados de nuvens convectivas responsáveis por fortes chuvas. As baixas pressões em superfície se expandem e dominam grande parte do território. Em altitude, a Alta da Bolívia se estabelece em sua posição mais característica (BRANDÃO, 1996). Essa característica determina, no DF, menores valores de evaporação e de insolação (devido à presença de nuvens), maiores valores de umidade relativa do ar e redução na amplitude térmica, pois as temperaturas máximas são menos intensas, ao passo que as mínimas são mais elevadas.

Por volta da segunda metade da estação do outono, a circulação atmosférica sofre uma mudança. O Anticiclone do Atlântico Sul instala-se, dando início ao período seco, com a predominância da massa Tropical Atlântica Continentalizada. NIMER (1989) destaca que a invasão do Anticiclone Migratório Polar, pode provocar queda de temperatura com céu limpo. Nesse período são registrados baixos teores de umidade relativa do ar que, por sua vez, associam-se aos baixos valores de chuva, compondo, assim, um longo período de estiagem no qual doenças respiratórias são muito observadas e tem levado muitos pacientes à internação hospitalar (ALMEIDA, 2014).

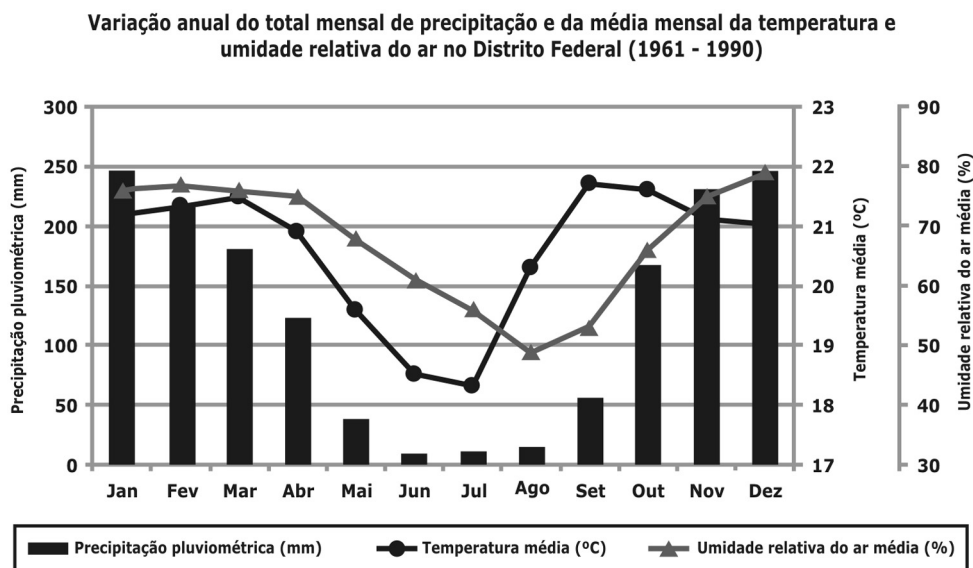


Figura 2 – Distribuição anual do total mensal de precipitação e da média mensal da temperatura e umidade relativa do ar no Distrito Federal

Fonte de dados: Normais Climatológicas 1961 - 1990.

Elaboração: os autores.

Os meses de setembro e outubro, assim como os de março e abril, são considerados de transição, representando a passagem do período seco para o úmido. Setembro apresenta ventos fortes, os valores de temperatura mais elevados e registra os menores índices de umidade relativa do ar. No interior do continente, os conglomerados convectivos começam a se formar, quando, então, a situação de verão se restabelece, rompendo os cinturões de alta pressão subtropicais, representados pelo Anticiclone do Atlântico Sul.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi elaborada com base nos dados mensais (precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperaturas e pressão atmosférica) da estação climatológica 83377 de Brasília, mantida pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, e nos dados de Número de Internações Hospitalares (NIH), obtidos da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, levando em consideração pacientes adultos com idades acima de 60 anos, e crianças de 0 a 4 anos, entre os anos de 2003 a 2012.

Ressalta-se que, apenas a partir do ano de 2008, a Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal passou a registrar os dados de internação hospitalar por Região Administrativa (RA), porém, adotando a divisão política que vigorava até 2003, com 19 RA's (Figura 3) e não, a divisão que está em vigor atualmente, com 31 RA's. Por esse motivo, nessa pesquisa foram utilizados os dados da divisão de 2003.

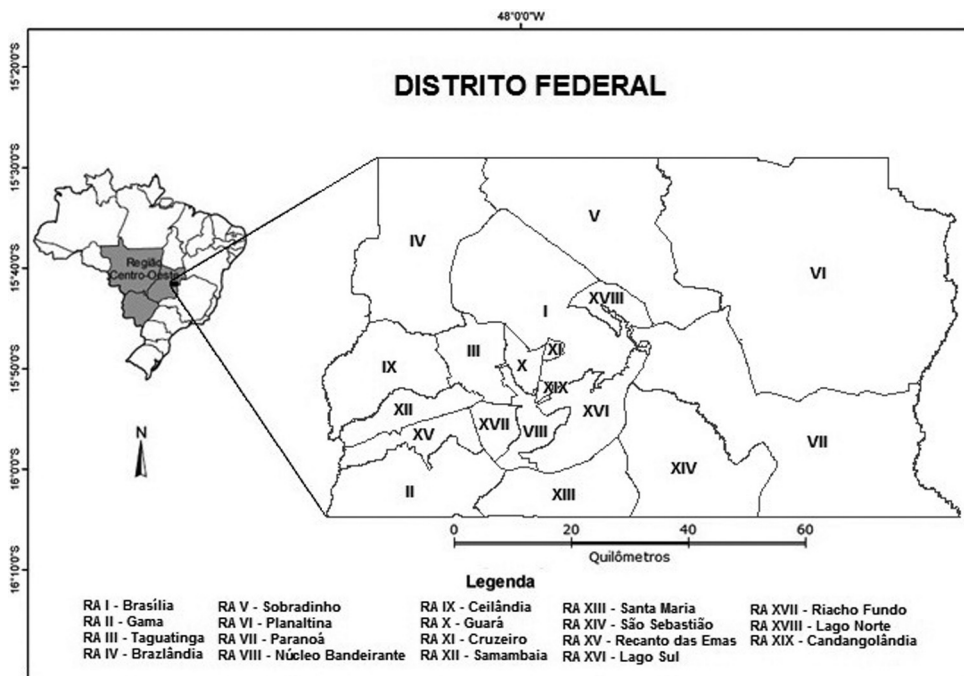


Figura 3 – Regiões Administrativas do Distrito Federal em vigor até 2003
 Fonte: Almeida (2014).

A metodologia estatística utilizada para o cálculo da correlação foi o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (1892), graficamente representado por **R**. O coeficiente de correlação é a verificação do grau de relação entre duas variáveis (x e y), ligadas por uma relação estatística. No caso da presente pesquisa, **x** representa a **variável independente**: médias mensais da precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa e temperatura do ar (máxima, mínima e média), e **y** representa a **variável dependente**: casos mensais de asma, pneumonia, grupo compreendendo bronquite aguda e bronquiolite aguda, e grupo compreendendo bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas. Calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson segundo a seguinte fórmula:

$$R = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var}(x) \text{var}(y)}} \quad (1)$$

Onde:

x_1, x_2, \dots, x_n são as variáveis dependentes;

y_1, y_2, \dots, y_n são as variáveis independentes e,

\bar{x} e \bar{y} são as médias aritméticas de ambas variáveis.

Os valores resultantes da correlação entre duas variáveis lineares estarão sempre entre +1 e -1. O que irá indicar se a correlação é positiva ou negativa e a força da

correlação. Assim, quando $R = 0,70$, para mais ou para menos, indica uma forte correlação; Se R for de 0,31 a 0,59, positivo ou negativo, sugere correlação média; e quando R for de 0,01 a 0,29 indica fraca correlação.

Para determinar o grau de explicação de uma variável sobre a outra, e para a classificação da grandeza da correlação entre as variáveis meteorológicas e as doenças que levaram pessoas a internações hospitalares, foi utilizado o Coeficiente de Determinação, representado por R^2 . Segundo Dória Filho (1999), esse coeficiente deve ser interpretado como a fração da variância que é compartilhada entre as duas variáveis, isto é, a percentagem de variação explicada por uma das variáveis em relação a outra. Segundo Motta (2006), a utilização do R^2 talvez seja a melhor maneira de interpretar o valor da medida de associação linear de duas variáveis. Cavalcante e Correia (2010) afirmam que, para a área da saúde, valores de R^2 a partir de 0,2, já são considerados boas associações.

Segundo Maletta (2000) e Cavalcante (2003), que desenvolveram estudos de biometeorologia humana em Maceió-AL, esse coeficiente é muito utilizado em estudos relacionados à bioestatística e saúde pública. A tabela 1 apresenta os intervalos de valores para a classificação das correlações.

Desta forma, em uma correlação $R = 0,70$, obtém-se o coeficiente de determinação $R^2 = 0,49$, ou seja, a fração da variância que é compartilhada entre as duas variáveis é de 49% e a classificação desta correlação é forte, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos valores das correlações

R		R ²		CLASSIFICAÇÃO
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), Oliveira (2005), Cavalcante e Correia (2010).

A última etapa referente aos procedimentos metodológicos constituiu a sistematização, por meio de gráficos e de mapas, dos dados referentes às taxas de internação hospitalar por doenças do aparelho respiratório (para cada 10.000 habitantes por RA's), valores dos coeficientes de correlação, de determinação e classificação do grau da correlação. Também foram gerados gráficos de dispersão das maiores correlações encontrados. Os gráficos foram elaborados com a utilização do software Microsoft Excel 2010, e os mapas, por meio do software *TerraView* 4.2.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 mostra que, com relação a todo o Capítulo X do Código Internacional de Doenças - CID-10⁵, referente ao grupo de todas as doenças do aparelho respiratório, a RA do Paranoá foi a que apresentou as maiores taxas de internação em todo o

⁵ CID-10 se refere ao Código Internacional de Doenças que atualmente encontra-se na sua 10ª revisão. Permite que as classificações de doenças sejam utilizadas de forma padronizada internacionalmente. O Capítulo X do CID-10 refere-se ao grupo Doenças do Aparelho Respiratório.

período estudado, com a taxa média de 186,3 casos para cada 10.000 habitantes. Em segundo lugar figura a RA Brasília, que registrou uma taxa média de 101,5 casos para cada 10.000 habitantes. A posição de terceiro lugar foi ocupada pela RA de Planaltina (taxa média de 86,3 casos para cada 10.000 habitantes) seguida da RA Brazlândia (taxa média de 83,5 casos para cada 10.000 habitantes).

O perfil das variáveis meteorológicas e dos casos de internação hospitalar por doenças respiratórias no DF, em médias mensais para o período de 2003 a 2012, é mostrado na figura 4. Já o tipo das correlações (inversa ou direta), a porcentagem de explicação e a magnitude da correlação (classificação) são apresentados na Tabela 3.

Analisando os dados médios da série de 2003 a 2012, observou-se que existe uma relação inversa entre a precipitação total, as temperaturas máxima, média e mínima, e a umidade relativa do ar e os números de internação hospitalar por doenças respiratórias. Já com a pressão atmosférica a relação observada foi direta. Esse fato ocorre em função de, no período em que foram registrados os maiores números de casos e internação, o DF encontrava-se sob o domínio do Anticiclone do Atlântico Sul (sistema atmosférico de alta pressão) configurando o período seco, como já foi citado anteriormente.

Tabela 2 - Taxas de internação hospitalar por doenças do aparelho respiratório para cada 10.000 habitantes

Região Administrativa	2008	2009	2010	2011	2012	Média
Paranoá	203,6	194,8	193,2	181,8	158,0	186,3
Brasília	171,1	114,5	72,8	78,0	71,0	101,5
Planaltina	79,3	77,0	96,9	80,3	98,1	86,3
Brazlândia	41,4	102,8	94,2	95,0	84,1	83,5
Gama	75,8	78,2	76,9	65,6	60,5	71,4
Candangolândia	49,8	51,8	45,2	80,4	115,9	68,6
Santa Maria	44,1	49,0	77,2	75,2	66,7	62,5
Guará	55,8	60,5	69,3	63,0	63,0	62,3
Sobradinho	28,3	60,0	67,2	75,5	56,6	57,5
Samambaia	56,7	55,2	52,2	49,1	59,5	54,5
Ceilândia	45,7	41,4	46,0	60,3	54,4	49,6
São Sebastião	54,4	60,9	44,5	23,8	29,2	42,6
Núcleo Bandeirante	45,9	42,0	34,3	33,3	36,6	38,4
Recanto das Emas	32,2	38,1	36,4	34,3	42,6	36,7
Riacho Fundo	17,5	40,0	31,9	41,8	48,7	36,0
Lago Sul	70,5	54,4	11,6	12,4	11,2	32,0
Taguatinga	26,5	29,1	33,0	27,5	33,0	29,8
Cruzeiro	3,3	5,5	7,7	15,0	21,6	10,6
Lago Norte	0,8	1,7	1,9	4,3	11,9	4,1

Fonte: Almeida (2014).

Nas internações por doenças respiratórias em pacientes de 0 a 4 anos de idade, a maior relação observada foi inversa com a precipitação, confirmada pelo valor negativo do coeficiente de correlação encontrado, isto é, $R = -0,64$ (Figura 4 e tabela 3). O coeficiente de determinação calculado foi de: $R^2 = 0,41$ e corresponde à uma correlação classificada como forte, indicando que 41% dos casos podem ser explicados pelos baixos valores de precipitação registrados no período de estudo. Fortes correlações também foram observadas com a temperatura do ar mínima.

Da mesma forma, entre os pacientes com idades acima de 60 anos, o maior coeficiente de correlação foi com a precipitação, $R = -0,78$, indicando uma relação inversa entre esse parâmetro meteorológico e os totais mensais de internação hospitalar por doenças respiratórias. O coeficiente de determinação encontrado foi de $R^2 = 0,61$, correspondendo a uma forte de correlação e sugerindo que 61% dos casos de internação hospitalar podem ser explicados pela baixa precipitação. Correlações com a pressão atmosférica, umidade relativa e com a temperatura mínima também obtiveram magnitude forte (Figura 4 e tabela 3).

Com pacientes de todas as idades, o maior coeficiente de correlação foi $R = -0,75$, revelando uma relação inversa entre a precipitação e os totais mensais de internação hospitalar por doenças respiratórias. O coeficiente de determinação encontrado foi de $R^2 = 0,57$, correspondendo a uma magnitude forte de correlação, indicando que 57% dos casos de internação hospitalar podem ser explicados pela baixa precipitação. A pressão atmosférica e a temperatura mínima também tiveram uma forte correlação (Figura 4 e tabela 3).

Analisando a tabela 3 observa-se que a precipitação pluviométrica foi a variável que mais influenciou nos casos de internações hospitalares por doenças respiratórias no DF, entre os anos de 2003 a 2012. Na figura 5, referente ao gráfico de dispersão da correlação entre a pressão atmosférica e os casos de internações hospitalares de pacientes com mais de 60 anos por doenças do aparelho respiratório (médias mensais), é possível verificar que a reta inclinada para baixo indica que a relação é inversa e que os pontos estão próximo da reta, confirmando uma forte correlação ($R^2 = 0,61$).

Tabela 3 - Valores dos coeficientes de correlação (R), de determinação (R^2) e classificação (C), encontrados entre a precipitação total (P_{Total}) em mm, temperaturas máxima ($T_{Máx}$), média ($T_{Méd}$) e mínima ($T_{Mín}$) ambas em °C, umidade relativa do ar (U_{Rel}) em %, pressão atmosférica média (P_{Atm}) em hPa e o número de casos de internações hospitalares (médias mensais) por doenças respiratórias ocorridas no Distrito Federal - DF, de 2003 a 2012

	0 a 4 anos			Maiores de 60 anos			Todas as idades		
	R	R^2	C	R	R^2	C	R	R^2	C
P_{Total}	-0,64	0,41	Forte	-0,78	0,61	Forte	-0,75	0,57	Forte
$T_{Máx}$	-0,44	0,19	Média	-0,03	0,00	Nula	-0,31	0,09	Fraca
$T_{Méd}$	-0,59	0,35	Média	-0,43	0,18	Média	-0,56	0,31	Média
$T_{Mín}$	-0,63	0,39	Forte	-0,70	0,49	Forte	-0,69	0,47	Forte
U_{Rel}	-0,27	0,07	Fraca	-0,75	0,56	Forte	-0,47	0,22	Média
P_{Atm}	0,61	0,37	Média	0,76	0,58	Forte	0,72	0,52	Forte

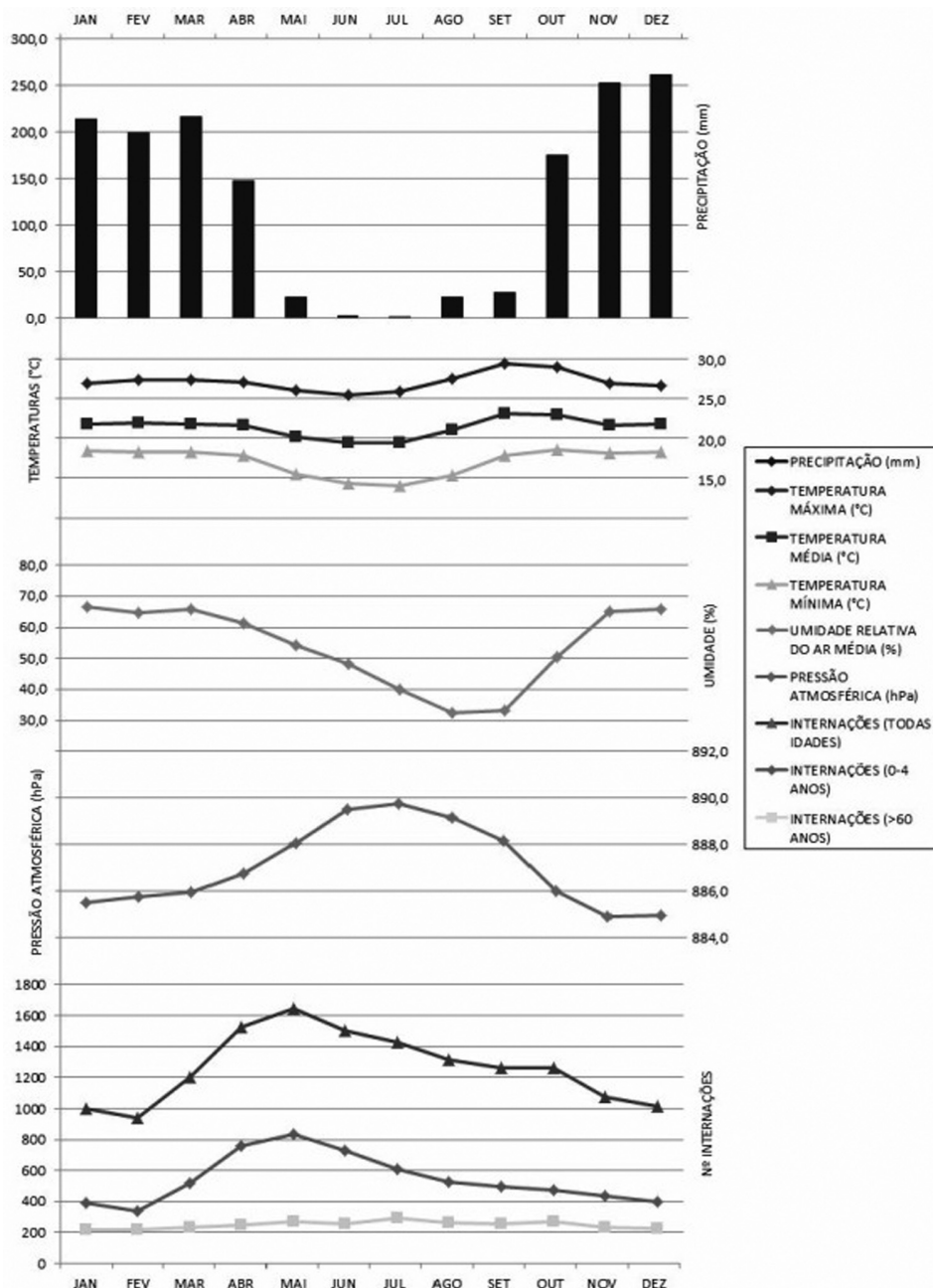


Figura 4 - Relações entre os dados meteorológicos e as internações por doenças respiratórias (médias mensais) de 2003 a 2012, no DF
 Fonte: Almeida (2014).

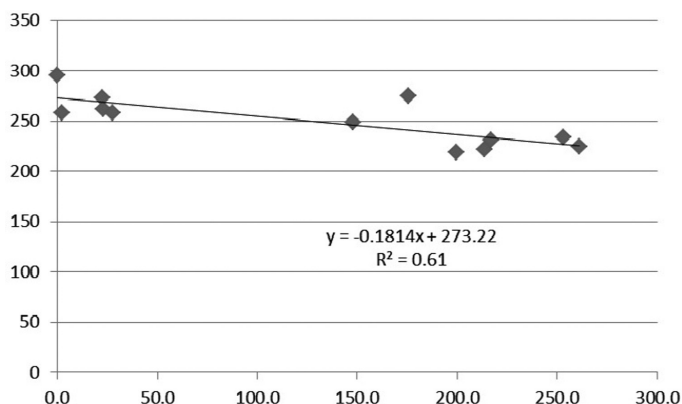


Figura 5 – Correlação entre a precipitação pluviométrica e os casos de internações hospitalares de pacientes idosos, maiores de 60 anos, por doenças do aparelho respiratório (médias mensais) de 2003 a 2012, no DF

Fonte: Almeida (2014).

A figura 6 mostra o perfil das variáveis meteorológicas e dos casos de internação hospitalar por asma, pneumonia, bronquite aguda e bronquiolite aguda, e bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas no DF, em médias mensais, entre 2003 e 2012, e a tabela 4 apresenta o tipo das correlações (inversa ou direta), a porcentagem de explicação e a magnitude da correlação (classificação).

Analisando os dados médios da série de 2003 a 2012, de uma forma geral, configuram uma relação inversa e as comparações entre a variável pressão atmosférica com os casos de internação hospitalar (com pacientes de todas as idades) neste estudo exibiram uma relação direta (Figura 6).

Nos casos de internação hospitalar por asma foram observadas correlações de magnitude média com as variáveis meteorológicas: precipitação (28% dos casos) e temperaturas máxima (25% dos casos), média (35% dos casos) e mínima (30% dos casos), ambas em uma relação inversa, e também com a pressão atmosférica (27% dos casos), em uma relação direta (Figura 6 e tabela 4).

Nas internações por pneumonia, a maior relação observada foi inversa com a precipitação, confirmada pelo valor negativo do coeficiente de correlação $R = -0,79$ (Figura 6 e tabela 4), onde o coeficiente de determinação, $R^2 = 0,63$, correlação classificada como forte, indica que 63% dos casos podem ser explicados pela baixa pluviosidade.

Entre os pacientes internados por bronquite aguda e bronquiolite aguda, o maior coeficiente de correlação observado foi com a temperatura média, $R = -0,70$, indicando uma relação inversa com os totais de internação hospitalar mensal por essas doenças agudas. O coeficiente de determinação $R^2 = 0,49$, mostra que 49% dos casos de internação hospitalar podem ser explicados pela baixa temperatura média. As temperaturas tiveram magnitude forte de correlação nesses casos de internação (Figura 6 e tabela 4).

Com pacientes de todas as idades internados por bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas, o maior coeficiente de correlação foi $R = -0,45$ (média correlação), mostrando uma relação inversa com a precipitação, e $R^2 = 0,21$, indicando que 21% dos casos tiveram relação com a baixa pluviosidade (Figura 6 e tabela 4).

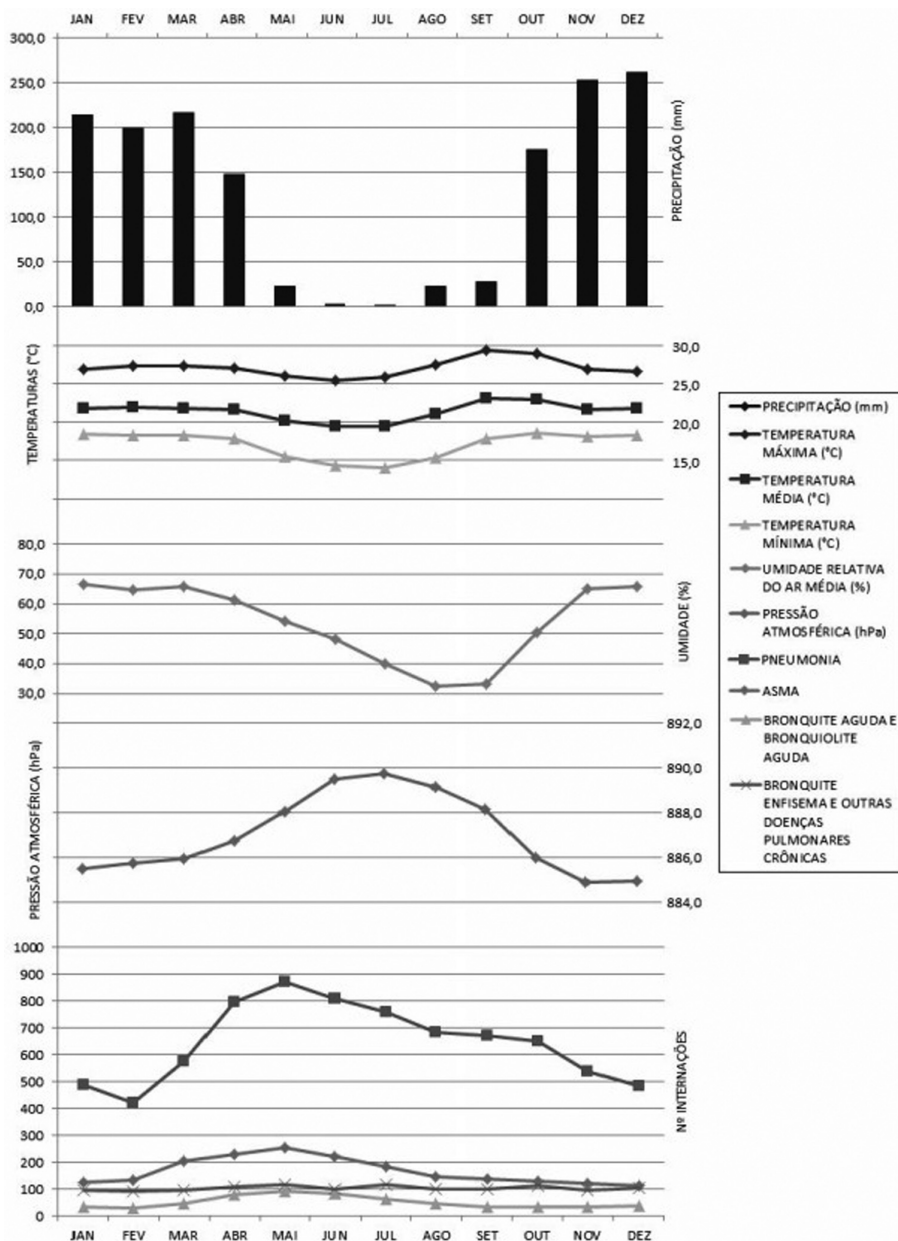


Figura 6 - Relações entre os dados meteorológicos e as internações hospitalares mensais médias por asma, pneumonia, bronquite aguda e bronquiolite aguda, e bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas, de 2003 a 2012, no DF

Fonte: Almeida (2014).

Tabela 4 - Valores dos coeficientes de correlação (R), de determinação (R²) e classificação (C), encontrados entre a precipitação total (P_{Total}) em mm, temperaturas máxima (T_{Máx}), média (T_{Méd}) e mínima (T_{Mín}) ambas em °C, umidade relativa do ar (U_{Rel}) em %, pressão atmosférica média (P_{Atm}) em hPa e o número de casos de internações hospitalares mensais médias por asma, pneumonia, bronquite aguda e bronquiolite aguda, e bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas no DF, de 2003 a 2012

	Asma			Pneumonia			Bronquite...			Enfisema...		
	R	R ²	C	R	R ²	C	R	R ²	C	R	R ²	C
P _{Total}	-0,52	0,28	Média	-0,79	0,63	Forte	-0,59	0,35	Média	-0,45	0,21	Média
T _{Máx}	-0,50	0,25	Média	-0,28	0,08	Fraca	-0,61	0,37	Forte	-0,14	0,02	Fraca
T _{Méd}	-0,60	0,35	Média	-0,55	0,30	Média	-0,70	0,49	Forte	-0,31	0,10	Média
T _{Mín}	-0,54	0,30	Média	-0,71	0,51	Forte	-0,66	0,44	Forte	-0,43	0,19	Média
U _{Rel}	-0,08	0,01	Fraca	-0,53	0,28	Média	-0,15	0,02	Fraca	-0,35	0,12	Média
P _{Atm}	0,51	0,27	Média	0,76	0,57	Forte	0,58	0,34	Média	0,41	0,17	Média

A figura 7 apresenta o gráfico de dispersão da correlação entre a pressão atmosférica e os casos de internações hospitalares de pacientes de todas as idades, internados por doenças do aparelho respiratório (médias mensais) no período estudado. Observa-se que relação é inversa, com uma forte correlação (R²=0,63).

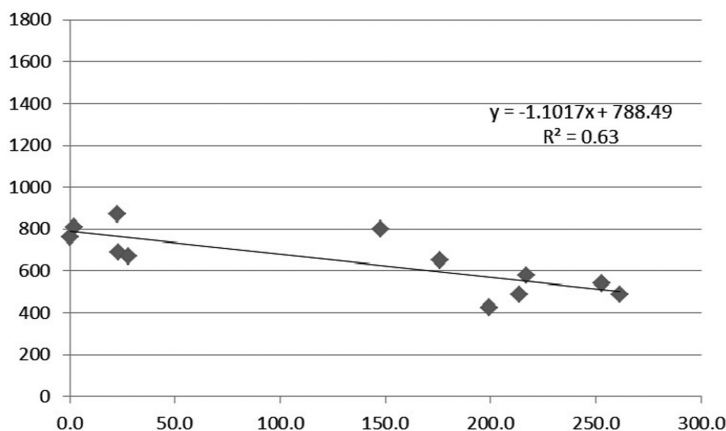


Figura 7 – Correlação entre a pressão atmosférica e os casos de internações hospitalares de pacientes de todas as idades por doenças do aparelho respiratório (médias mensais) de 2003 a 2012, no DF

Fonte: Almeida (2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável a importância do conhecimento da influência do tempo e do clima em relação à saúde. Nesta pesquisa, os dados de variáveis meteorológicas como precipitação pluviométrica, temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e de pressão atmosférica apresentaram correlação com as ocorrências de casos de internação por doenças respiratórias para os anos de 2003 a 2012, no DF.

As análises dos dados revelaram, predominantemente, a existência de uma relação inversa entre as variáveis meteorológicas e os casos de internação hospitalar por doenças respiratórias, exceto com a variável pressão atmosférica, que indicou uma relação direta. Entre os meses de março a setembro, ou seja, no período de estiagem, quando predomina, no DF, um sistema atmosférico de alta pressão - o Anticiclone do Atlântico Sul, e os índices pluviométricos, as temperaturas e a umidade relativa do ar são mais baixas, observou-se um aumento nos casos de internação por doenças respiratórias. Essa relação foi confirmada por meio do cálculo dos coeficientes de correlação de Person e de Determinação.

Os resultados mostraram que a baixa pluviosidade foi a variável que mais influenciou (57%) nos casos, seguida da pressão atmosférica que influenciou em de 52% dos casos estudados. Ambas variáveis apresentaram classificação forte de correlação, assim como, a temperatura mínima. As variáveis umidade relativa do ar e temperatura média apresentaram uma classificação média, e a temperatura máxima apresentou uma relação fraca.

Entre os pacientes infantis de 0 a 4 anos de idade internados por doenças respiratórias, de forma geral, observou-se uma forte correlação da influencia das baixas precipitações e temperaturas mínimas com esses casos de internação hospitalar. E entre os casos de internação hospitalar com idosos maiores de 60 anos de idade também se observou uma forte correlação com a baixa pluviosidade e temperatura mínima, mas também, com a alta pressão atmosférica.

Dos pacientes internados por asma, as variáveis meteorológicas que apresentaram maiores correlações foram a: precipitação pluviométrica e temperaturas máxima, média e mínima, tiveram uma relação inversa e de classificação de correlação moderada com os casos de internação hospitalar por asma entre os anos de 2003 a 2012. Já com a pressão atmosférica, os casos apresentaram relação direta e classificação de correlação média.

As correlações entre casos de internação hospitalar por pneumonia apresentaram uma forte correlação com as variáveis: precipitação pluviométrica (com relação inversa), pressão atmosférica (com relação direta) e temperatura mínima (com relação inversa). Com a temperatura mínima e a umidade relativa do ar estes mesmos casos apresentaram uma relação inversa e classificação de correlação média.

No período estudado, as temperaturas máxima, média e mínima tiveram uma relação inversa e de classificação forte com o grupo de casos de internação hospitalar por bronquite aguda e bronquiolite aguda. Já a precipitação pluviométrica (numa relação inversa) e a pressão atmosférica (numa relação direta) apresentaram classificação média de correlação.

Entre o grupo de casos de internação hospitalar por bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas, a maior intensidade de classificação de correlação foi a de magnitude média com as variáveis meteorológicas: precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperaturas média e mínima, ambas com relação inversa, e com a pressão atmosférica numa relação direta.

Essa investigação mostrou que existe uma sazonalidade dos casos de internação por doenças respiratórias no DF, evidenciando que as patologias desse grupo tem, predominantemente, relação inversa com a precipitação pluviométrica, temperaturas máxima, média e mínima e umidade relativa do ar, e relação direta com a pressão atmosférica.

Vale ressaltar que outros fatores podem influenciar nos casos de internação hospitalar por doenças respiratórias. No DF, especificamente, é possível elencar entre esses fatores as queimadas, muito presentes nos meses de agosto e setembro, em função da queima espontânea/induzida da vegetação ressecada do Cerrado. Tam-

bém são fatores de desencadeamento de crises respiratórias: a poluição do ar e o aumento de material particulado no ar (devido à falta de infraestrutura urbana), que na época da seca tem seus índices aumentados também em função da predominância da estagnação do ar, ou seja, diminuição dos ventos. Esses e outros fatores merecem ser investigados em pesquisas futuras e também sua influência em outras patologias.

Recomenda-se uma melhor interação entre a Companhia de Planejamento do Distrito Federal, Departamento de Trânsito do Distrito Federal, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, entre outros órgãos do governo articulados em busca de pesquisa e de soluções a fim de mitigar a vulnerabilidade, tanto socioeconômica quanto socioambiental, proporcionando um melhor conforto à saúde.

Com a pesquisa, foi possível calcular as taxas de internação hospitalar por doenças do aparelho respiratório, por RA's do DF, para taxas a partir do ano de 2008 (ano em que a Secretaria de Estado de Saúde do DF passou a divulgar os dados de saúde por RA), porém, ainda de acordo com a divisão política vigente entre 1994 e 2003, quando existiam apenas 19 RA's. Tal fato prejudicou as comparações, já que estão em vigor, atualmente, 31 Regiões Administrativas. Diante disso, sugere-se aos gestores públicos do DF evitar realizar alterações sistemáticas na divisão política do território, pois isto dificulta a análise dos dados sociais, econômicos, de saúde e ambientais, configurando um fator negativo para comparações com séries históricas.

Recomenda-se que mais estudos sejam realizados com dados diários de variáveis meteorológicas para investigações mais específicas quanto à influência do tempo sobre a saúde humana, no DF. Esses estudos devem procurar levar em conta, também, o intervalo de tempo entre o estímulo meteorológico e a internação hospitalar, e, se possível, incluir dados de outras estações meteorológicas para uma melhor especialização dos dados. Vale ressaltar ainda que, por ter se destacado, de uma forma geral, nas taxas de internação hospitalar por doenças respiratórias, a RA do Paranoá merece uma investigação mais detalhada com relação aos fatores, não só de ordem climática, que levam essa região a apresentar tão elevados índices de internação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. K. A. de. **Correlação entre variáveis meteorológicas e casos de internação hospitalar por doenças do aparelho respiratório no Distrito Federal, entre 2003 a 2012**. 2014. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- AJUZ, L. C.; VESTENA, L. R. Influência da Pluviosidade e Temperatura Ambiente na Longevidade e Fecundidade dos *Aedes Aegypti* e *Albopictus* na Cidade de Guarapuava-PR e Possibilidade de Superinfestação. *Hygeia*, v. 10, n. 18, p. 1 - 18. 2014.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Difel, 1986.
- BRASIL. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em http://www.suvisa.ba.gov.br/sites/default/files/vigilancia_epidemiologica/doencas_n_transmissiveis. Acesso em março de 2012.
- BARROS, J. R. **A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo**. 2003. 221 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

- BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A.; PITTON, S. Doenças respiratórias e tipos de tempo no Distrito Federal. In: GÉRARDI, L. H. de O.; FERREIRA, E. R. (Org.). **Saberes e fazeres geográficos**. Rio Claro: UNESP/IGCE e AGETEO, 2008, v. 01, p. 09 - 23.
- BRANDÃO, A. M. de P. M. (1996) **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. São Paulo, 1996. 362 f. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo.
- BUSATO, M. A.; LUTINSKI, J. A.; SOUZA, M. F. de; CECHIN, F.; GENNARI FILHO, D.; PERIPOLLI, C.; MARANGONI, S. R.; CONSTANCI, C. Distribuição de Doenças Diarreicas Agudas em Municípios do Estado de Santa Catarina. **Hygeia**, v. 9, n. 16, p. 19 - 27. 2013.
- CAVALCANTE, J. C. **Mortalidade em menores de um ano**: utilização de novos indicadores para a avaliação. Maceió, 2003. 192 f. Dissertação. (Mestrado em Saúde da criança). Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Tocoginecologia. Universidade Federal de Alagoas.
- CAVALCANTE, J. C.; CORREIA, M. S. Dengue e variáveis meteorológicas. In OLIVEIRA, J. C. F. (Org.). **Atmosfera e sociedade**. v. I. Maceió: Edufal. p. 43 - 59. 2010.
- CODEPLAN/SEPLAN/GDF. **A evolução da mortalidade no Distrito Federal na Área Metropolitana de Brasília (AMIB) entre 2000 e 2010**. Série Demografia em Foco. Brasília: CODEPLAN, 2012. Disponível em <http://www.codeplan.df.gov.br/areas-tematicas/demografia.html>. Acesso em janeiro de 2013.
- CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. v. II. Brasília: CODEPLAN, 1984.
- COSTA, G. G. da. **As Regiões Administrativas do Distrito Federal de 1960 a 2011**. 2011. 536 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.
- DÓRIA FILHO, U. **Introdução a Bioestatística**. São Paulo: Elsevier, 1999.
- FERREIRA, Marcelo Urbano. Epidemiologia e geografia: o complexo patogênico de Max. Sorre. **Cad. Saúde Pública** [online]. v.7, n.3, p. 301-309. 1991. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/csp/v7n3/v7n3a02.pdf>. Acesso em julho de 2012.
- HIPPOCRATE. **L'Art de la médecine**. Paris: GF Flammarion, 1999.
- RAMOS, A.M.; SANTOS, L.A.R.; FORTES, L.T.G (ORG.). **Normais Climatológicas do Brasil (1961-1990)**. Brasília: INMET, 2009.
- MONTEIRO, C.A.F. Teoria e Clima Urbano: Um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA. F. (Org.) **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. P. 09 a 68.
- MOTTA, V. T. **Bioestatística**. 2. Ed. Caxias do Sul: Educus, 2006.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- OLIVEIRA, J. C. F.; **Biometeorologia**: Estudo de casos em Maceió, Alagoas. Maceió: Edufal, 2005.
- RÉQUIA JÚNIOR, W. J. Frota de Veículos Automotores e Seca no Distrito Federal: Os Efeitos Sobre a Saúde Pública. **InterfaceHS**, v.8, n.3, p. 123 - 137. 2013.
- PEARSON, K. **The grammar of science**. London: J. M. Dentand Company, 1892
- PEIXOTO, A. **Clima e doenças no Brasil**. Imprensa Nacional: Rio de Janeiro, 1907.
- PEIXOTO, A. **Clima e Saúde**. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1938.
- SANT'ANNA NETO, L. História da Climatologia no Brasil. **Cadernos Geográficos**, n.7. Florianópolis: Imprensa Universitária, 2004.

SANT'ANNA NETO, L. **As chuvas no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1995. 267 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANTOS, J. P. dos; STEINKE, E. T.; GARCÍA-ZAPATA, M. T. A. Aspectos Climáticos Relacionados à Disseminação da Hantavirose no Distrito Federal - Brasil, 2003-2008. **Hygeia**, v. 6, n. 11, p. 17 – 30. 2010.

SEMARH. **Mapa Ambiental do Distrito Federal**. Brasília: SEMARH, 2000. Escala: 1:100.000. CD-ROM.

SOUZA, C. G. de; SANT'ANNA NETO, J. L. Distribuição espacial das doenças respiratórias em cidades de porte médio no Oeste Paulista – Brasil: uma análise multicausal como contribuição à melhoria da qualidade de vida urbana. In: II PLURIS - II Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Braga, 2006. **Anais...**, Braga: Universidade do Minho, 2006.

SOUZA, C. G. de; SANT'ANNA NETO, J. L. Ritmo climático e doenças respiratórias: interações e paradoxos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 4, p. 65-82, 2008.

STEINKE, V. A. **Uso integrado de dados digitais morfométricos (altimetria e sistema de drenagem) na definição de unidades geomorfológicas no Distrito Federal**. Brasília, 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.

TROMP, S. W. **Biometeorology** - the impact of the weather and climate on Human and their environment (animals and plants). New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 1979.

Recebido em novembro de 2014

Aceito em julho de 2015

