



RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E CASOS DE INTERNAÇÃO HOSPITALAR POR DOENÇAS DO APARELHO RESPIRATÓRIO NO DISTRITO FEDERAL, ENTRE 2003 A 2012.

ELTON KLEITON ALBUQUERQUE DE ALMEIDA¹
ERCÍLIA TORRES STEINKE²

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 bem evidente, comprovando 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 entre os meses de março a setembro.

Palavras chave: variáveis meteorológicas, climatologia, correlação e doenças respiratórias.

Abstract: 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, confirming that the pathologies of this group is predominantly inverse relationship with rainfall, maximum, mean and minimum temperatures and humidity relative air, and direct relationship with atmospheric pressure between the months from March to September.

Keywords: weather variables, weather, correlation and respiratory diseases.

1 – Introdução

No Brasil, as doenças crônicas não transmissíveis são 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).

¹ Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNB. eltonkleiton@gmail.com

² Professora Doutora do Departamento de Geografia da UNB, coordenadora do Laboratório de Climatologia Geográfica – LCGea, Campos Universitário Darcy Ribeiro – UNB. erciliaunb@gmail.com



As mortes decorrentes de doenças do aparelho respiratório aumentaram proporcionalmente 32% entre 2000 e 2010 no Distrito Federal e estiveram ranqueadas entre as quatro maiores causas de mortes (CODEPLAN, 2012).

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 até levando-os a óbito (OLIVEIRA, 2005).

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 crise em pacientes asmáticos aumenta também com temperatura e umidade altas. Uma atmosfera com baixa umidade relativa do ar é um ambiente propício para o desenvolvimento do vírus **Influenza**, vírus da gripe. Já a elevação da umidade e da precipitação pluviométrica faz crescer o número de casos de resfriados e alguns tipos de viroses. O aumento da pressão atmosférica acelera os processos das doenças cardiovasculares, porém, em pacientes com gangrena, este aumento é benéfico. E as temperaturas altas influenciam negativamente agravando enfermidades cardiovasculares (TROMP, 1980).

A presente pesquisa tem como objetivo principal analisar estatisticamente a correlação entre internações por doenças respiratórias como asma, pneumonia, bronquite aguda, bronquiolite aguda, bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas, com algumas variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica; pressão atmosférica; umidade relativa e temperatura do ar máxima, mínima e média) na população urbana do Distrito Federal. Na Figura 1 apresentamos uma visão geral deste objetivo:

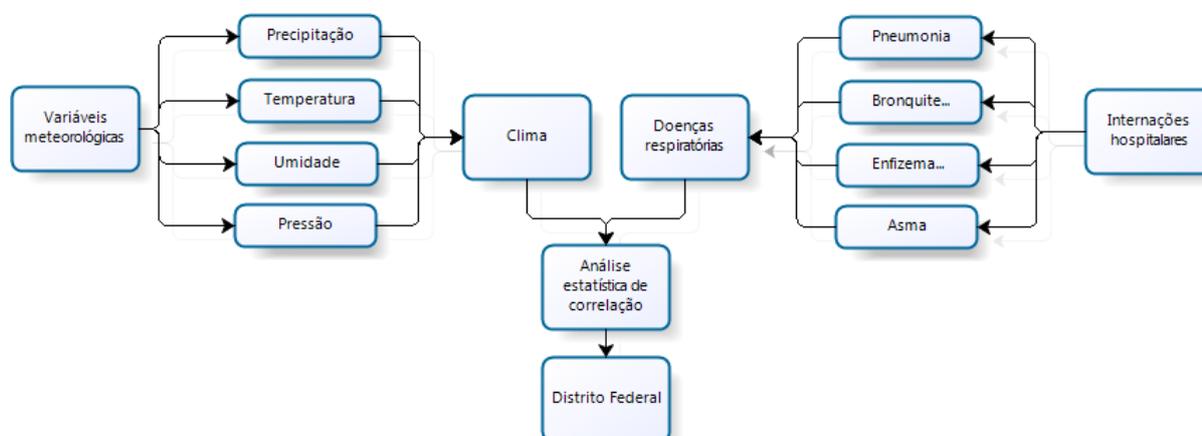


Figura 01 – Fluxograma da visão geral do principal objetivo da pesquisa.



Hipócrates³ em 400 a.C escreveu sua primeira literatura bibliográfica sobre a influência de aspectos climáticos na saúde do homem, cujo título é **De Aëre, Acquis et Locis** (HIPPOCRATE, 1999), é uma das obras mais célebre e fundadora da medicina denominada de “ambientalista”, que considera o clima como um fator determinante nas doenças específicas de cada lugar, onde segundo Ferreira (1991), talvez pudéssemos integrar esta produção anterior à pré-história da geografia, mas outros nomes também contribuíram com informações importantes do clima e saúde se aplicando também à geografia como Sorre (1943), **Les fondements biologiques de la géographie humaine**⁴, uma de suas obras mais importantes que trata de seus fundamentos biológicos para a climatologia; Tronp, S.W. (1980), **Biometeorology: The impact of weather and climate on human and their environment (animal and plants)**; McNichael, A.J. (2003), **Climate change and human health**. No Brasil, Afrânio Peixoto (1907), Clima e doenças no Brasil, estabeleceu correlações entre algumas doenças e as condições climáticas do país, desmistificando e criticando as doenças climáticas ou tropicais; Ayoade (1986), Introdução à Climatologia para os Trópicos, ressaltou que a influencia do clima na saúde humana ocorre de maneira direta ou indireta, tanto de forma benéfica ou maléfica; Oliveira, J.C.F. (2005), Efeitos diretos e indiretos de Variáveis Meteorológicas a Saúde e Qualidade de Vida da População Urbana da Cidade de Maceió, AL dentre outros da atualidade.

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 escritos sobre as características climáticas tropicais brasileiras e suas relações com a saúde da população. No entanto, as explicações eram destituídas de qualquer fundamento empírico ou de prova experimental, pelo menos até o século XX. (ÁVILA-PIRES, 1983).

Mas quem inicialmente mergulhou a fundo na discussão teórica e metodológica da climatologia foi Afrânio Peixoto, que não poupou esforços em demonstrar que as influencias climáticas geravam adaptações e novos arranjos nas relações sociedade-natureza. Peixoto se interessou tanto pelos aspectos do clima como também sua influencia na saúde humana, de tal maneira que, de sua formação acadêmica em medicina, passou a se dedicar exclusivamente a climatologia. A obra “Clima e Saúde”, de Peixoto (1938) apresenta uma análise das condições climáticas em relação às enfermidades e à saúde pública, realizando

³ Hipócrates teria vivido entre 460 a 370 a.C., é denominado por muitos como o “pai da medicina”.

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.



também uma análise sobre a meteorologia, relacionando os tipos de clima e suas variações sazonais, com os casos de morbidez, epidemias e endemias (SANT'ANNA NETO, 2004).

Para Ayoade (1986), os extremos térmicos e higrométricos acentuam a debilidade do organismo no combate às enfermidades, intensificando os processos inflamatórios e, conseqüentemente, criando condições contagiosas e, o ar fresco, com temperatura amena, umidade e radiação moderada, apresenta propriedades terapêuticas. No entanto, a temperatura poderia, para alguns tipos de doenças, mais do que qualquer outro elemento climático, ser o desencadeador principal, como é o caso da mortalidade infantil por doenças respiratórias e infecções respiratórias agudas.

Através do conhecimento dos padrões sazonais de elementos meteorológicos associados aos conhecimentos de patologia e epidemiologia, pode-se usar a climatoterapia para colaborar na cura de alguns tipos de doenças, sugerir reformas em ambientes de moradia para melhorar a saúde dos moradores, colaborar para um melhor planejamento nos 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 (OLIVEIRA, 2005).

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.

No Distrito Federal, a estação chuvosa apresenta maior pluviosidade no verão, quando se concentram mais de 80% do total anual de chuvas (REATTO, 2000; CODEPLAN, 1984), também se observam variações acentuadas de temperatura. A estação seca é bastante rigorosa chegando a ocorrer ausência de chuvas em alguns anos extremamente secos, com a umidade relativa do ar variando de 70% a menos de 20% no final da estação, ao passo que doenças respiratórias são muito observadas e tem levando muitos pacientes à internação hospitalar.

Neste sentido, cabe apresentar a seguinte problematização: é mister associar os casos de internação hospitalar por doenças como asma, pneumonia, bronquite aguda, bronquiolite aguda, bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas com variáveis meteorológicas? Hipoteticamente, é válido supor que variáveis climáticas e ambientais estejam contribuindo com o aumento de casos de internação hospitalar por doenças respiratórias no Distrito Federal.



Há uma vasta bibliografia sobre a climatologia, mas poucos trabalhos, especialmente no Brasil, permitem uma visão sobre a relação com a saúde humana. Portanto, a relevância da pesquisa está nas ocorrências comuns de casos de doenças respiratórias como asma, bronquite, enfisemas e pneumonia no Distrito Federal. Neste sentido, torna-se cada vez mais necessária a investigação da influência do tempo e do clima na saúde humana, aprimorando o conhecimento sobre a saúde da população do Distrito Federal, contribuindo também de forma multidisciplinar com informações importantes para as seguintes áreas: Climatologia Médica, Geografia da Saúde, Bioclimatologia, Biometeorologia, Climatologia dentre outras, bem como subsídio também para gestores de hospitais e governantes para se planejarem melhor quanto ao atendimento à demanda que sofre com agravamento de doenças por influência de variáveis meteorológicas. Nesta perspectiva, considera-se viável analisar a influência dos fatores climáticos urbanos na incidência de casos de doenças do aparelho respiratório.

Ressaltamos que esta pesquisa não levou em consideração outros fatores que influenciam nos casos de internação hospitalar por doenças respiratórias, como as questões das Mudanças Climáticas, ilhas de calor, alterações antrópicas em grandes paisagens, poluição do ar, saneamento básico, atuação de sistemas atmosféricos, dentre outros, uma vez que estes também merecem ser investigados em outras pesquisas futuras e também com sua influência em outras patologias. E neste sentido, vejamos algumas citações:

“No espaço urbano, mesmo nas cidades de médio porte, a construção de uma paisagem largamente alterada têm provocado significativas derivações na baixa atmosfera, na camada limite urbana, que vem comprometendo a qualidade ambiental e o conforto térmico” (SANT’ANNA NETO, 1995);

“Poluição do ar, ilha de calor, inundações no espaço urbano, entre outras formas, assumem destaque nos climas urbanos, refletindo, com isso, peculiaridades do clima da cidade” (MONTEIRO, 2003).

2 – Caracterização climática do Distrito Federal

A área em estudo fica localizada na Região Centro-Oeste do Brasil, mais precisamente no Planalto Central, que possui uma área de 5.814 Km² e limita-se ao norte pelo paralelo de 15°30’S, ao sul pelo paralelo 16°03’S, a leste pelo rio Preto (47°25’W) e a oeste pelo rio Descoberto (48°12’W). O Distrito Federal está a aproximadamente 1.200



metros acima do mar, e faz divisa com os estados de Goiás e Minas Gerais. O setor econômico mais importante do Cerrado é a agroindústria e tem o maior rebanho bovino do país (IBGE, 2011). A população do Distrito Federal em 2010 era de 2.570.160 habitantes, porém, a população estimada para o ano de 2013 era de 2.789.761 habitantes (IBGE, 2010).

O clima predominante no Distrito Federal é Tropical Alternadamente Úmido e Seco com dois períodos distintos: uma de verão úmido e chuvoso, e outra de inverno seco, frio e com umidade relativa baixa. A estação seca é bastante rigorosa chegando a ocorrer ausência de chuvas nesses meses em alguns anos extremamente secos, com a umidade relativa do ar variando de 70% a menos de 20% no final da estação. A estação chuvosa vai de outubro a abril e apresenta maior pluviosidade no verão, de dezembro a março, quando se concentram mais de 80% do total anual de chuvas (CODEPLAN, 1984).

No mapa de chuva acumulada anual (Figura 02), nota-se que no Distrito Federal a precipitação é em torno de 1.500 mm/ano. Esses valores de precipitação elevada são resultantes principalmente das influências de sistemas da Amazônia (CAVALCANTI, et al. 2009).

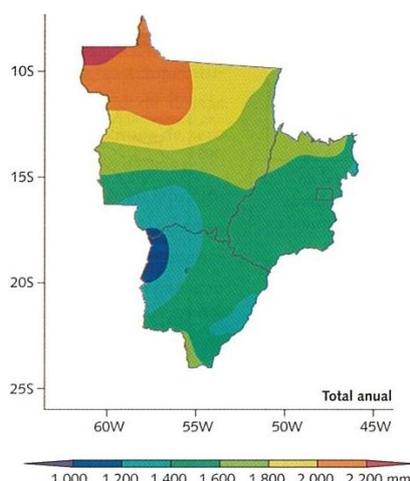


Figura 02 – Distribuição espacial da precipitação média anual (mm/ano) na região Centro-Oeste.
Fonte de dados: INMET. Org. Cavalcanti, et al. (2009).

No Distrito Federal, a temperatura média anual é de 20,4°C. A média das máximas é de 28,5°C e a das mínimas de 12°C. A pluviosidade média anual é de 1500 mm. Os dados climáticos para o período deste estudo foram coletados da estação climatológica 83377 em Brasília, mantida pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. A Figura 3 apresenta um climatograma para o período de 1986 a 1991.

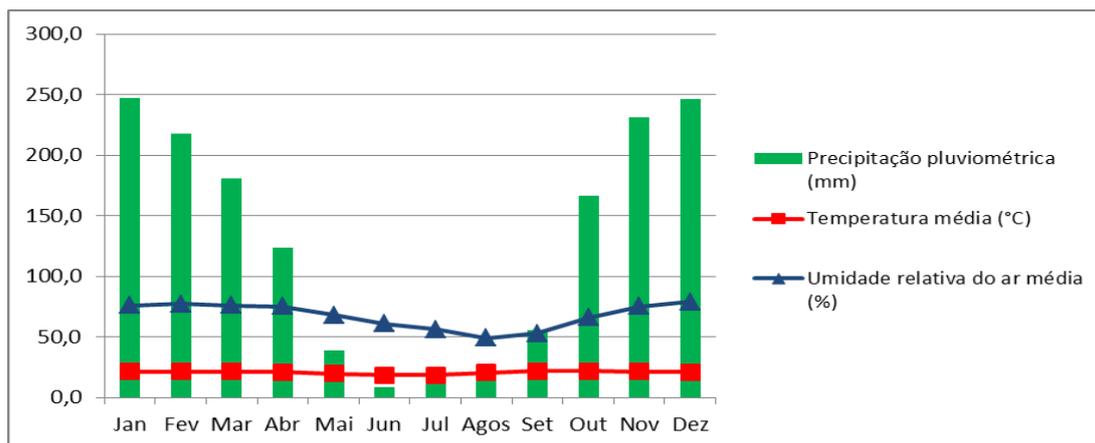


Figura 03 – Climatologia de precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar para o período de 1961 a 1990, para o Distrito Federal. Fonte de dados: INMET, 2009.

A pressão atmosférica média anual no Distrito Federal é em torno de 886,7 hPa, Figura 4. De outubro a abril, a pressão atmosférica varia entre 884,8 a 886,7 hPa e entre 887,6 hPa a 887,2 hPa de maio a setembro, com seu pico anual de 889,2 hPa em julho (INMET, 2009). Durante o ano, a pressão atmosférica no Distrito Federal varia mais ou menos 3 hPa.

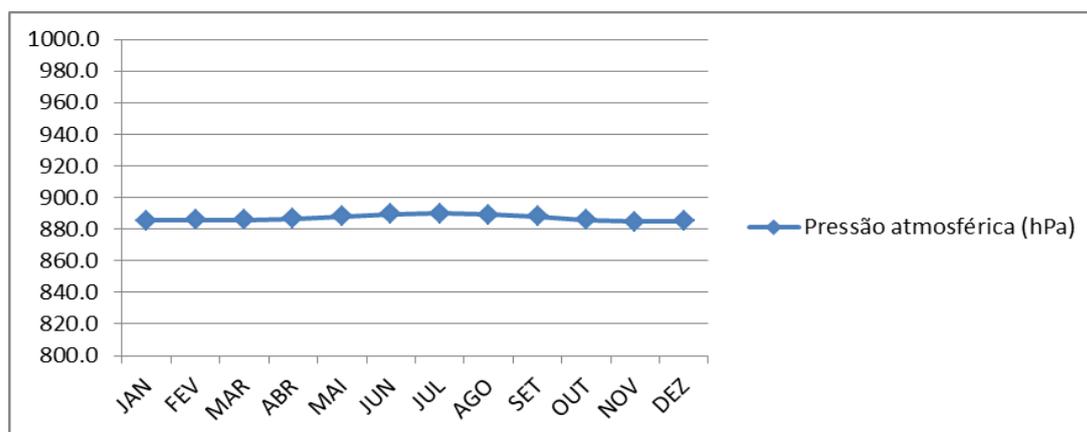


Figura 04 – Climatologia de pressão atmosférica para o período de 1961 a 1990, para o Distrito Federal. Fonte de dados: INMET, 2009.

3 – Material e métodos

Os dados da precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperaturas e pressão atmosférica são da estação climatológica 83377 de Brasília, localizada exatamente entre a latitude: -15.7894° e longitude: -47.9256° , mantida pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Os dados de Número de Internamentos Hospitalares (NIH), foram obtidos da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, através do Ministério da Saúde, por intermédio do sistema TabNet, que permite tabulação e acesso aos dados de saúde, levando em consideração pacientes com todas as idades, acima de 60, e crianças de 0 a 4



anos de idade, entre os anos de 2003 a 2012. Com estes dados, foi possível organizar e gerar gráficos de distribuição das médias e totais mensais, bem como trata-los estatisticamente.

A metodologia estatística utilizada para o cálculo da correlação foi o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (1892) **R**. O coeficiente de correlação é a verificação do grau de relação entre os valores emparelhados **x** e **y** em uma amostra. Onde **x** é a **variável independente**: médias mensais da precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa e temperatura do ar (máxima, mínima e média) e **y** é 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.

Para a classificação, determinando a grandeza da correlação entre as variáveis meteorológicas e as doenças que levaram pessoas a internamentos hospitalares, - será utilizado o coeficiente de determinação **R²** para estudos relacionados à bioestatística-saúde pública, conforme Maletta (2000) citado por Oliveira (2005), que desenvolveu estudos de biometeorologia humana em Macei-AL - e também conforme apresentado por Cavalcante (2003). Isto, evidentemente, de acordo com a Tabela 01:

R		R²		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

Tabela 01 – Classificação dos valores das correlações.

Fonte: Cavalcante, 2003 citado por Oliveira, 2005, p. 69. Também apresentado por Cavalcante (2003).

Para a classificação a fim de determinar a grandeza da correlação entre as condições climáticas e as doenças que levaram pessoas a internamentos hospitalares, será utilizado o coeficiente de determinação **R²** para estudos relacionados à bioestatística-saúde pública, conforme Maletta (2000) citado por Oliveira, 2005.

Ainda sobre a correlação linear e os coeficientes de Pearson e de determinação, a literatura de Bioestatística tem estabelecido:

“Correlação é a associação ou interdependência entre duas ou mais variáveis [...], particularmente em estatística biológica é muito importante conhecer essa associação, do ponto de vista quantitativo, isto é medir o grau dessa correlação” (SOUNIS, 1972);



“O coeficiente de determinação deve ser interpretado como a fração da variância que é compartilhada entre as duas variáveis” (DÓRIA FILHO, 1999);

“Talvez a melhor maneira de interpretar o valor da medida de associação linear de duas variáveis é elevá-lo ao quadrado para a obtenção de R^2 , denominado coeficiente de determinação [...], ou seja, a **percentagem** de variação explicada por uma das variáveis em relação a outra” (MOTTA, 2006, negrito nosso);

“É importante salientar que para a área da saúde valores (R^2) a partir de 0,2 já são considerados boas associações” (CAVALCANTE; CORREIA, 2010). Estas recomendações foram seguidas nesta pesquisa.

Para apresentar a distribuição de casos de internação hospitalar por doenças respiratórias nas regiões administrativas do Distrito Federal de 2003 a 2012, - dados não disponíveis no sistema TabNet do Ministério da Saúde, que disponibiliza apenas dados totalizados para todo o Distrito Federal, - os dados foram obtidos diretamente da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal.

4 – Resultados e discussão

A Figura 5 mostra o perfil das variáveis meteorológicas e dos casos de internação hospitalar por doenças respiratórias no Distrito Federal em médias mensais para o período de 2003 a 2012, e a Tabela 2 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, os perfis das variáveis meteorológicas: precipitação total, temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e os números de internação hospitalar por doenças respiratórias (Figura 5), configuram uma relação inversa. As comparações entre a variável pressão atmosférica e os casos de internação hospitalar neste estudo identificam uma relação direta.

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 $R = -0,64$ (Figura 05 e Tabela 02), onde o coeficiente de determinação, $R^2 = 0,41$ (correlação classificada como forte), indica que 41% dos casos podem ser explicados pelos baixos valores da precipitação registrados neste estudo. Fortes correlações também foram observadas com a temperatura mínima.

Entre os maiores de 60 anos, o maior coeficiente de correlação também foi com a precipitação, $R = -0,78$, identificando uma relação inversa entre a precipitação e os totais de



internação hospitalar mensal por doenças respiratórias, gerando o coeficiente de determinação $R^2= 0,61$, de magnitude forte de correlação, indicando 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 tiveram magnitude forte (Figura 05 e Tabela 02).

Com pacientes de todas as idades, o maior coeficiente de correlação foi $R= -0,75$, mostrando uma relação inversa entre a precipitação e os totais de internação hospitalar mensal por doenças respiratórias, gerando o coeficiente de determinação $R^2= 0,57$, de 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 05 e Tabela 02).

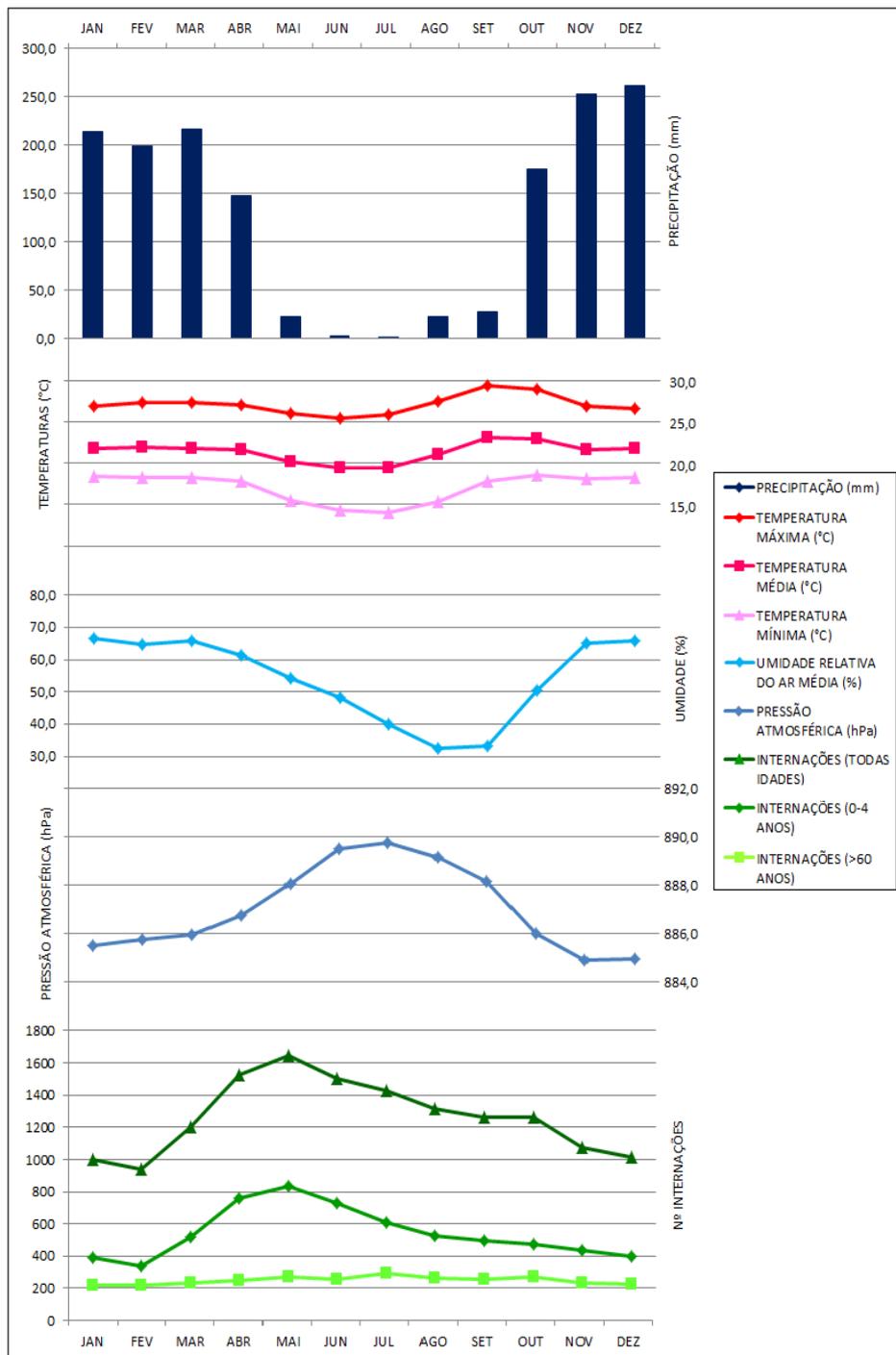


Figura 05 - Relações entre os dados meteorológicos e as internações por doenças respiratórias (médias mensais) de 2003 a 2012, no Distrito Federal. Fonte de dados: INMET/SES-DF/MS.



	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

Tabela 02: 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 (médias mensais) por doenças respiratórias ocorridas no Distrito Federal - DF, de 2003 a 2012.

Analisando a Tabela 02 observamos que a precipitação pluviométrica foi a variável que mais influenciou nos casos de internações hospitalares por doenças respiratórias no Distrito Federal entre os anos de 2003 a 2012. Na Figura 06 se observa o gráfico de dispersão da correlação entre a pressão atmosférica e os casos de internações hospitalares de pacientes idosos, maiores de 60 anos por doenças do aparelho respiratório (médias mensais) de 2003 a 2012, onde podemos verificar que a reta inclinada para baixo confirma que a relação é inversa e que os pontos estão próximo da reta, confirmando uma forte correlação (R²=0,61).

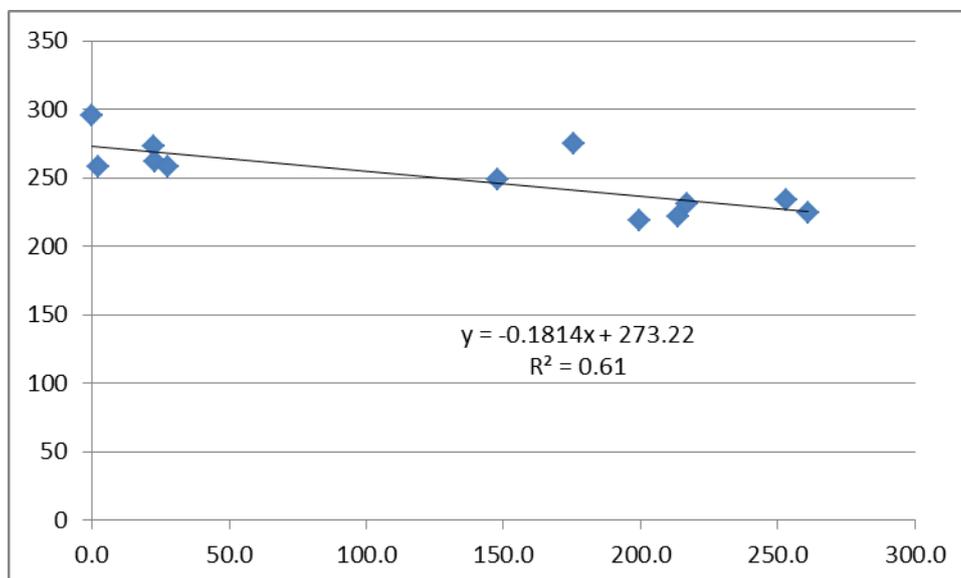


Figura 06 – Correlação entre a precipitação pluviométrica e os casos de internações hospitalares de pacientes idosos, maiores de 60 anos, por doenças do aparelho respiratório (médias mensais) de 2003 a 2012, no Distrito Federal. Fonte de dados: INMET/SES-DF/MS.

A Figura 07 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 Distrito Federal em médias



mensais para o período de 2003 a 2012, e a Tabela 3 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, as linhas das variáveis meteorológicas: precipitação total, temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e os números de internação hospitalar por doenças respiratórias, 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 exibem uma relação direta (Figura 07).

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 numa relação inversa, e também com a pressão atmosférica (27% dos casos), em uma relação direta (Figura 07 e Tabela 03).

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 07 e Tabela 03), 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, $R = -0,70$, identificando uma relação inversa com os totais de internação hospitalar mensal por essas doenças agudas, gerando o coeficiente de determinação $R^2 = 0,49$, indicando 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 07 e Tabela 03).

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 podem ser explicados pela baixa pluviosidade (Figura 07 e Tabela 03).

A Figura 8 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) de 2003 a 2012, onde se observa que a reta inclinada para baixo confirma que a relação é inversa e que os pontos estão próximo da reta, confirmando uma forte correlação ($R^2 = 0,63$).

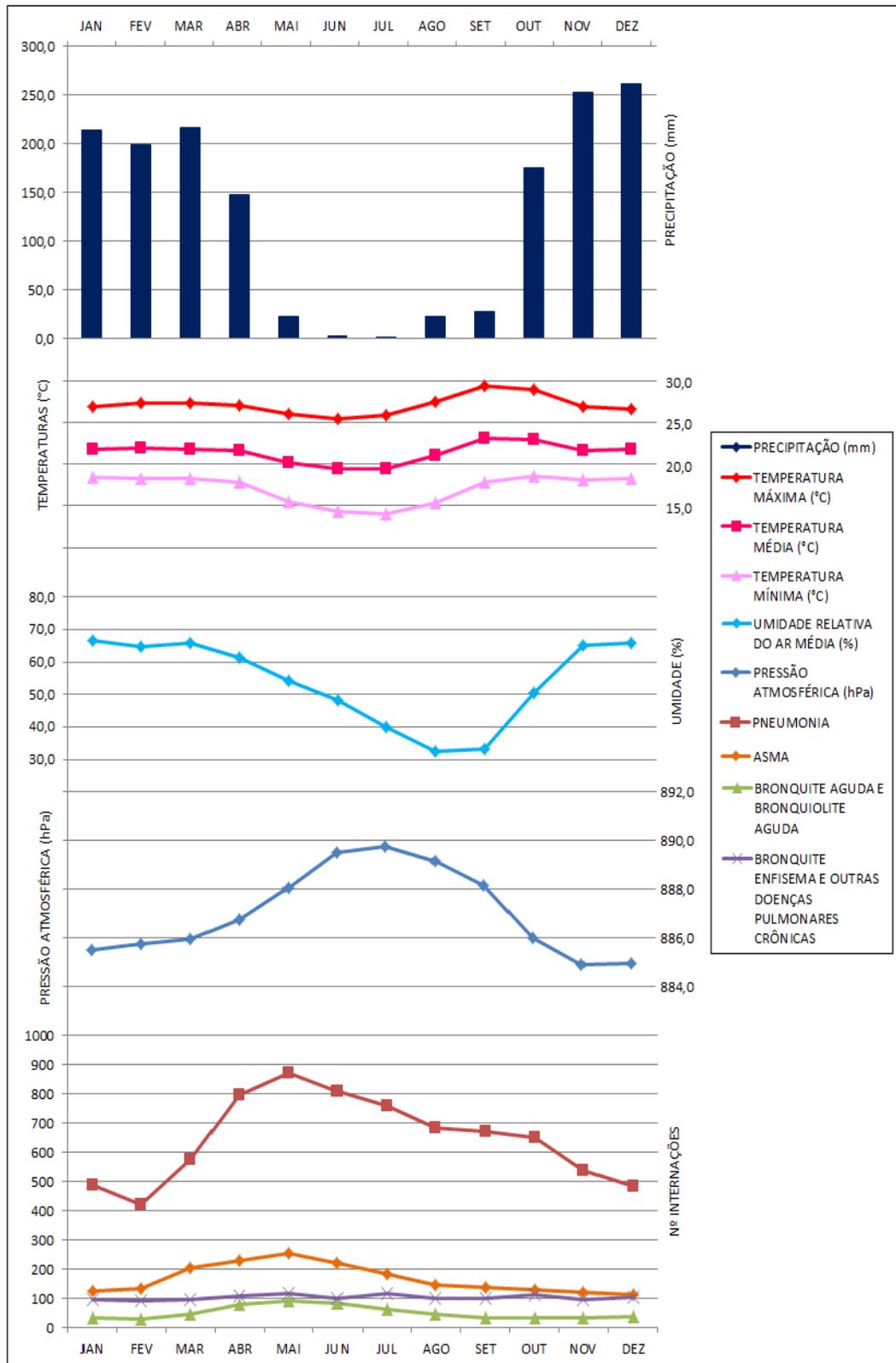


Figura 07 - Relações entre os dados meteorológicos e as internações hospitalares mensais médias por asma, pneumonia, bronquite aguda e bronquiolite aguda, e bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas, de 2003 a 2012, no Distrito Federal. Fonte de dados: INMET/SES-DF/MS.



	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

Tabela 03: 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 Distrito Federal - DF, de 2003 a 2012.

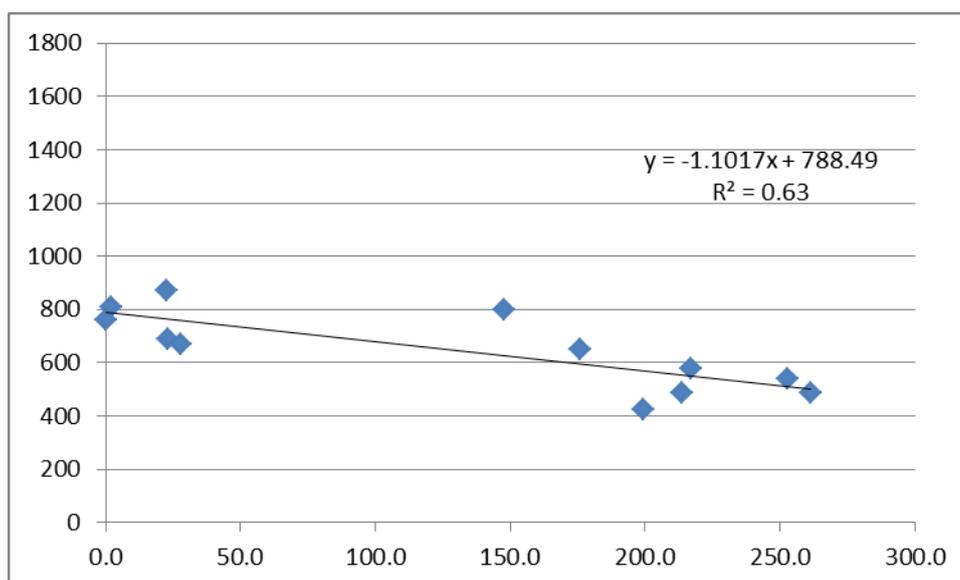


Figura 08 – Correlação entre a pressão atmosférica e os casos de internações hospitalares de pacientes de todas as idades por doenças do aparelho respiratório (médias mensais) de 2003 a 2012, no Distrito Federal. Fonte de dados: INMET/SES-DF/MS.

5 – Conclusões

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, explicaram a ocorrência de casos de internação por doenças respiratórias para os anos de 2003 a 2012, no Distrito Federal.

As análises dos gráficos das variáveis meteorológicas investigadas nesta pesquisa revelaram, predominantemente, a existência de uma relação inversa dessas variáveis com os casos de internação hospitalar por doenças respiratórias, exceto com a variável pressão atmosférica que revelou uma relação direta. Entre os meses de março a setembro, quando 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, enquanto que entre estes mesmo meses em que ocorre um aumento desses casos, observa-se um aumento da pressão atmosférica.

Todavia, analisando os coeficientes de correlação de Person e de determinação, confirmaram-se as existências do predomínio das relações direta e inversa mencionadas acima, revelando também que, as maiores relações entre as variáveis meteorológicas com os casos de internação, de pacientes de todas as idades, por doenças respiratórias em toda a série estudada, foram 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 com classificação forte de correlação, assim como a temperatura mínima; As variáveis umidade relativa do ar e temperatura média tiveram 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 2003 a 2012, de uma 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. Esses mesmos casos de internação hospitalar com a variável meteorológica pressão atmosférica, apresentou uma relação direta e de classificação de correlação média.

As correlações entre casos de internação hospitalar por pneumonia, em média, 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 casos apresentaram uma relação inversa e classificação de correlação média.

Na série de dados investigados de 2003 a 2012, 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. Nesta mesma série, de casos de internação hospitalar por essas doenças aguda 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, de 2003 a 2012, 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.

A sazonalidade dos casos de internação por doenças respiratórias no Distrito Federal ficou bem evidente, comprovando 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. Por tanto, as maiores incidência de casos dessas internações hospitalares ocorreram entre os meses de março a setembro, período com maiores índices de pressão atmosférica e menores índices das demais variáveis meteorológicas investigadas nesta pesquisa.

No entanto, finalmente, outros fatores podem influenciar nos casos de internação hospitalar por doenças respiratórias, como as questões das Mudanças Climáticas, ilhas de calor, alterações antrópicas em grandes paisagens, poluição do ar, saneamento básico, atuação de sistemas atmosféricos, dentre outros, uma vez que estes também merecem ser investigados em outras pesquisas futuras e também com sua influencia em outras patologias. Sugere-se, também 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 articulados em busca de pesquisa e adoção de soluções a fim de mitigar a vulnerabilidade, tanto socioeconômica quanto socioambiental, proporcionando um melhor conforto à saúde.

6. Referências bibliográficas

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.

CAVALCANTE, J.C. **Mortalidade em menores de um ano**: utilização de novos indicadores para a avaliação. Dissertação de mestrado em Saúde da criança, Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Tocoginecologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2003.

CAVALCANTE, J. C.; CORREIA, M. S. Dengue e variáveis meteorológicas. In OLIVEIRA, J. C. F. (Org.). **Atmosfera e sociedade**. Vol. I. Edufal. Maceió, 2010.



CODEPLAN. **A evolução da mortalidade no Distrito Federal na Área Metropolitana de Brasília (AMIB) entre 2000 e 2010.** Brasília, 2012.

DÓRIA FILHO, U. **Introdução a Bioestatística.** São Paulo, Elsevier, 1999.

FERREIRA, M. U. **Epidemiologia e Geografia: O Complexo Patogênico de Marx.** Sorre. 1991.

HIPPOCRATE. **L`Art de la médecine.** Paris: GF Flammarion, 1999.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. In: **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, p.09-68, 2003.

MOTTA, V. T. **Bioestatística.** 2. Ed. Caxias do Sul, RS: Educs, 2006.

OLIVEIRA, J. C. F.; **Biometeorologia: Estudo de casos em Maceió, Alagoas.** Maceió, Edufal, 2005.

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.** Cia Editora Nacional. São Paulo, 1938.

SANT'ANNA NETO, L. **História da Climatologia no Brasil.** Cadernos Geográficos Nº7. Imprensa Universitária, UFSC. Santa Catarina, 2004.

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

SOUNIS, E. L. de M., **Bioestatística.** McGraw-Hill do Brasil Ltda. São Paulo, 1972.

SOUZA, C. G. de e 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 (Portugal): Universidade do Minho, 2006.

TROMP, S. W. **Biometeorology - the impact of the weather and climate on Human and their environment (animals and plants).** Editor L.C. Thomas, Heyden & Son Ltd. 1980.