

Bezerra Alves, Telma Lucia; Vitorio Vieira de Azevedo, Jullianna; Costa dos Santos, Carlos Antonio; Vieira de Azevedo, Pedro  
Influência das variações climáticas na ocorrência de doenças das vias aéreas superiores  
no município de Monteiro – PB  
Ciência e Natura, vol. 37, núm. 3, septiembre-diciembre, 2015, pp. 433-450  
Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546194036>

## Influência das variações climáticas na ocorrência de doenças das vias aéreas superiores no município de Monteiro – PB

*Influence of climatic variations in the occurrence of diseases of the upper airways in the municipality of Monteiro-PB*

Telma Lucia Bezerra Alves, Jullianna Vitorio Vieira de Azevedo, Carlos Antonio Costa dos Santos, Pedro Vieira de Azevedo

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil,

### Resumo

O presente estudo avaliou os efeitos das variáveis climáticas (precipitação pluvial, temperatura média do ar e umidade relativa do ar) na incidência de doenças relacionadas às vias aéreas superiores no município de Monteiro – PB, com base nas séries de dados de ocorrência das internações por doenças das vias aéreas superiores (IVAS) no município de Monteiro-PB, obtidas do Departamento de Informática do SUS – DATASUS, cujas informações encontram-se no site do Ministério da Saúde, para o período de 2008 a 2012. Os dados climáticos (precipitação pluvial, temperatura média do ar e umidade relativa do ar), correspondentes também ao período de 2008 a 2012, foram coletados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), oriundos de estação climatológica automática. A correlação linear de Spearman foi utilizada na avaliação do grau de correlação entre as variáveis climáticas e o número de IVAS. Os resultados evidenciaram que: a) os valores máximos do número de registros de IVAS ocorrem no período do outono-inverno (março a agosto) e mínimos no período da primavera-verão (setembro a fevereiro), sendo menor no ano de 2012 (ano com verão mais seco e precipitações abaixo da média) quando comparado àquele dos anos de 2006 e 2008 (anos com verões mais úmidos); b) as variáveis climáticas evidenciaram uma estação chuvosa que se estende de março a maio, sendo a precipitação pluviométrica à variável menos uniforme e com correlação muito fraca com os registros de IVAS ( $R^2 = 0,119$ ), com pico no mês de maio, enquanto que a temperatura média mensal do ar apresentou baixa variabilidade, sendo mais elevada no período de verão (dezembro a março) e inferior no período de inverno (junho a agosto), com mínima no mês de julho e a umidade relativa do ar foi sempre inferior no período da primavera e início do verão (setembro a dezembro) e superior no período de inverno (junho a agosto); c) O número médio mensal de registros de IVAS mostrou-se inversamente correlacionado com a temperatura do ar ( $R^2 = 0,512$ ) e apresentou uma correlação crescente/positiva muito forte com a umidade relativa do ar ( $R^2 = 0,912$ ).

**Palavras-chaves:** Precipitação pluvial, temperatura e umidade do ar, correlação.

### Abstract

The present study evaluated the effects of climatic variables (precipitation, mean air temperature and relative humidity) on the incidence of upper respiratory tract illnesses in the municipality of Monteiro – PB. The datasets of occurrence of hospitalizations for diseases of the upper respiratory tract (HDURT) in the municipality of Monteiro PB was obtained from the Department of the SUS - DATASUS, whose information can be found on the Ministry of Health website, for the period 2008 to 2012. The climate data (rainfall, average air temperature and relative humidity), also corresponding to the period from 2008 to 2012, were collected from the National Institute of Meteorology (INMET) site, coming from automatic meteorological stations. The linear Spearman correlation was used to assess the degree of correlation between climate variables and the number of HDURT. The results showed that: a) the maximum values of the number of records HDURT occur during the autumn-winter (March to August) and minimum during the spring-summer (September to February), being lower in the year 2012 (drier year with rainfall below average) when compared to that summer of 2006 and 2008 (years with wetter summers). The climate variables showed a rainy season that extends from March to May, with rainfall less uniform variable and very weak correlation with the records of HDURT ( $R^2 = 0.119$ ), with a peak in May. The monthly average air temperature showed low variability, being higher in the summer (December to March) and lower in the winter (June-August), with a minimum in July. The relative humidity was always lower in period of spring and early summer (September to December) and higher in the winter period (from June to August); c) The average number of monthly records of URTI was inversely correlated with air temperature ( $R^2 = 0.512$ ) and showed a strong increasing / positive correlation with relative humidity ( $R^2 = 0.912$ ).

**Keywords:** Rainfall, air temperature and relative humidity, correlation.

## 1. Introdução

As variações climáticas têm impactos diretos na saúde pública, e os estudos que abordam essa temática tem se intensificado nas últimas décadas, devido, em parte, às possibilidades de ocorrência das mudanças climáticas que afetarão diretamente o homem. De acordo com Gonçalves & Coelho (2010) esses impactos não são recentes, pois desde o tempo de Hipócrates, em seu livro *Ares, Águas e Lugares*, a cerca de 400 a.C., relaciona saúde e doenças humanas a diferentes condições atmosféricas. Esta relação entre tempo e clima com a saúde humana está dentro do âmbito da biometeorologia humana, cujo objetivo principal é a avaliação do impacto das influências atmosféricas sobre o homem. Estas influências podem ser térmicas, hídricas, elétricas ou uma combinação destes e de outros fatores, entre os quais se destaca a poluição atmosférica. Portanto, a biometeorologia assume um papel cada vez mais relevante no que tange a qualidade de vida das pessoas, principalmente nas grandes cidades.

A maioria das doenças agudas são multi-fatoriais resultantes do estilo de vida, de aspectos socioeconômicos, ambientais, culturais e determinantes genéticos que interagem no decurso da vida da pessoa. Portanto, é um desafio precisar a carga que determinado fator terá como efeito adverso às exposições ambientais. Doenças respiratórias crônicas (DRC) são doenças que representam um dos maiores problemas de saúde pública mundial. Centenas de milhões de pessoas de todas as idades sofrem dessas doenças e de alergias respiratórias em todos os países do mundo e mais de 500 milhões delas vivem em países em desenvolvimento. Estas doenças afetam a qualidade de vida e podem provocar incapacidade nos indivíduos afetados, causando grande impacto econômico e social. As doenças de ordem respiratória aumentam em períodos climáticos favoráveis, como no outono e inverno. Alguns estudos mostram que a variabilidade climática, principalmente a temperatura e a umidade relativa do ar causam efeitos diretos e indiretos na saúde humana (Nadal & Vide, 1999; Mendonça *et al.*, 2000; Pitton, 2000; Lima, 2000; Bejarán, 2001; Souza, 2007; Briggs, 2010).

De acordo com Ayoade (2003) a saúde humana, a energia e o conforto térmico são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente. As funções fisiológicas do homem respondem às mudanças no tempo atmosférico. Certas doenças são induzidas pelo clima em tempos diferentes; estas moléstias que afigem o homem demonstram em suas incidências fortes correlações com as condições climáticas e com a estação do ano. Os elementos do clima que afetam diretamente as funções fisiológicas do homem incluem radiação, temperatura, umidade, vento e pressão atmosférica. O autor acrescenta que algumas doenças tendem a ser predominantes em certas zonas climáticas, enquanto algumas outras, particularmente as contagiosas, tendem a seguir um padrão sazonal em sua incidência. Por exemplo, a malária e a febre amarela são doenças tropicais, porque os germes causadores dessas doenças são transmitidos por espécies de mosquitos que proliferam somente em climas tropicais. Na região temperada, a pneumonia e a

bronquite são mais frequentes no inverno do que no verão, porque durante o inverno as vias respiratórias são mais suscetíveis à infecção.

Conforme Pitton & Domingos (2004), os efeitos do clima e do tempo sobre a saúde humana ainda não são bem compreendidos, no entanto, há uma quantidade considerável de estudos evidenciando que as mudanças climáticas influenciam os ritmos biológicos, os quais interferem em todas as atividades e funções humanas. Yan (2000) verificou que o clima tem efeito importante sobre a mortalidade causada por doenças respiratórias, particularmente na faixa etária acima de 60 anos.

Entretanto, os mecanismos pelos quais o aumento da umidade relativa do ar e a diminuição da temperatura do ar representam um aumento das IVAS não são totalmente conhecidos. Há variabilidade entre as causas apontadas pelos cientistas e clínicos sobre a contribuição relativa de vários fatores. Entre elas está a transmissibilidade de vários tipos de vírus que afetam a árvore respiratória, os efeitos diretos do frio para a função do sistema respiratório, bem como do sistema imune que conduz a susceptibilidade a infecções e, finalmente, os efeitos indiretos do frio para o comportamento das pessoas, que leva a mudanças epidemiológicas (como superlotação) que permite a transmissibilidade de algumas doenças respiratórias (Falagas *et al.*, 2008; Makinen *et al.*, 2009).

Apesar de algumas limitações reconhecidas, como imprecisões de diagnósticos, dentre outras, acredita-se que o presente estudo contribui como informação útil na literatura sobre a associação entre variáveis meteorológicas e IVAS. Quando a temperatura ambiente cai abaixo do nível do equilíbrio térmico, aumentam a velocidade do metabolismo e as necessidades de oxigênio, provocando maior consumo de oxigênio (Andreoli, 1993; Cardoso, 2002; Gina Report, 2006; Coelho-Zanoti, 2007). Por sua vez, a umidade relativa do ar corresponde à razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e o teor máximo de umidade (saturação) que o mesmo volume de ar pode absorver na mesma temperatura e pressão atmosférica, expressa em porcentagem. Portanto, a umidade relativa indica o grau de saturação do ar e é fortemente influenciada pela temperatura do ar. Assim, a umidade relativa do ar pode variar com a mudança na temperatura do ar, mesmo que não tenha havido nenhum aumento ou diminuição em seu conteúdo de umidade. Os efeitos da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar são mais facilmente compreendidos (Ayoade, 2003).

A fisiologia humana pode suportar a maioria das variações meteorológicas dentro de certos limites, mas flutuações meteorológicas pronunciadas de curta duração podem causar efeitos adversos à saúde humana. O clima apresenta influência direta sobre o meio ambiente e no desenvolvimento da vida em geral. Atua sobre organismos, regula a velocidade do metabolismo influenciado principalmente pelo aumento da temperatura e da umidade e, consequentemente, estimulando uma maior atividade das enzimas e necessidade energéticas dos organismos, conforme Czuy *et al.* (1999).

A redução da umidade relativa do ar a valores abaixo de 30% é considerada de risco para a integridade das vias aéreas, dificultando a homeostase interna do

aparelho respiratório. Nos meses de chuva, em contraposição à problemática vivenciada nos meses de seca, a alta umidade relativa do ar, aliada ao maior tempo de permanência nos ambientes internos, ao menor arejamento e exposição ao sol dos espaços domiciliares, com consequente crescimento de mofo e fungos, são fatores que podem contribuir para o aumento das doenças respiratórias, especialmente as alérgicas (MOLD, 2008). Além disso, alguns vírus apresentam comportamento altamente sazonal, com maior frequência no período frio em áreas de clima temperado e também no período de chuvas naquelas de clima tropical. Esses vírus são frequentemente causadores de infecções respiratórias, principalmente das vias aéreas superiores (THOMAZELLI, 2007). Entretanto, o conhecimento acerca do comportamento das doenças em áreas de clima tropical e da possível influência dos ciclos típicos de seca e chuva sobre a saúde humana é escasso.

Com respeito tão somente as influências meteorológicas sobre enfermidades há relativamente menor número de trabalhos quando com parado ao problema da poluição do ar e ainda, poucos são recentes, e estes são mais específicos com respeito às enfermidades. Como exemplo mais antigo, Giles (1981) mostrou que o conforto térmico causa efeito significativo em doenças respiratórias em crianças na Tasmânia, sendo um dos pioneiros nesta comparação. Como exemplo de trabalhos recentes, porém específicos, há o trabalho de Yusuf *et al.* (2007) sobre o efeito das variáveis meteorológicas sobre infecções de viroses respiratórias com um padrão bimodal, ativas em altas e baixas temperaturas. Danielides *et al.* (2006), outro exemplo recente, versa sobre o efeito de baixas temperaturas, baixa pressão barométrica e baixa umidade relativa em casos de laringite na Grécia.

Significâncias estatísticas entre a atividade do vírus sincicial respiratório (RSV) e a umidade relativa do ar foram observadas por Yusuf *et al.* (2007) para as cidades de Miami-USA (0,22), Cidade do México-México (0,301) e Santiago-Chile (0,507), que apresentaram correlações positivas para um nível de significância de  $\alpha = 0,01$ . Estudos realizados por Falagas *et al.*, (2008) para a região da Ática, na Grécia, também evidenciaram uma correlação positiva entre a incidência de infecções do trato respiratório (ITRs) superiores e inferiores e a umidade relativa do ar. Gonçalves & Coelho (2010) obtiveram uma tendência de aumento da morbidade por doenças respiratórias de afecções das vias respiratórias superiores (AVAS) com o aumento da temperatura entre os meses de maio e abril na cidade de São Paulo. Murara *et al.* (2013) apresentam dados do Ministério da Saúde, para o ano de 2008, evidenciando que, os elevados registros de internações por doenças de origem respiratórias destacam-se no cenário nacional e internacional. Esses autores observaram ainda que o número de internações por doenças do aparelho respiratório é maior durante as estações de outono e inverno, como consequência das variações das condições de tempo, bem como de vírose e bactérias respiratórias. No Brasil, desde o início do século XX, o Ministério da Saúde registra aumento de morbi-mortalidade por doenças do aparelho respiratório. Desde o início dos

registros, a mortalidade por doenças do aparelho respiratório aumentou de 13% (1930) chegando a mais de 30% em 2003 (Ministério da Saúde, 2008).

As vias aéreas superiores são um conjunto de condutos que permitem a passagem do ar inspirado ou expirado desde a cavidade nasal até a glote. São formadas por: cavidade nasal, seios da face ou seios paranasais, faringe, laringe, cordas vocais e glote.

Uma grande diversidade de agentes ambientais pode causar doenças nas vias aéreas superiores. Entre as principais funções das vias aéreas superiores, destacamos: a de filtro, removendo agentes infecciosos, alérgicos e tóxicos do ar inalado; defesa, através da mucosa que identifica, metaboliza e remove uma série de elementos xenobióticos; condução, aquecimento e umidificação de 10.000 a 20.000 litros de ar por dia; e contribuição importante para a audição, olfação, visão, gustação e fonação (BRAGATIN & COSTA, 2006).

As doenças que ocorrem nas vias aéreas inferiores (tosses, bronquites, pneumonias e broncopneumonias) são mais influenciadas pela poluição do ar, e como dados de contaminação do ar não existem para a área de estudo, optou-se pela análise das IVAS.

As IVAS são compostas pelas seguintes doenças: Nasofaringite aguda (resfriado comum), sinusite, faringite, amidalite, laringite, laringite obstrutiva, epiglotite, traqueíte, rinite alérgica e vasomotora, rinite, nasofaringite e faringite crônicas, sinusite crônica, pólipos nasais, outros transtornos do nariz e dos seios paranasais, doenças crônicas das amígdalas e das adenóides, laringites e laringotraqueite crônicas.

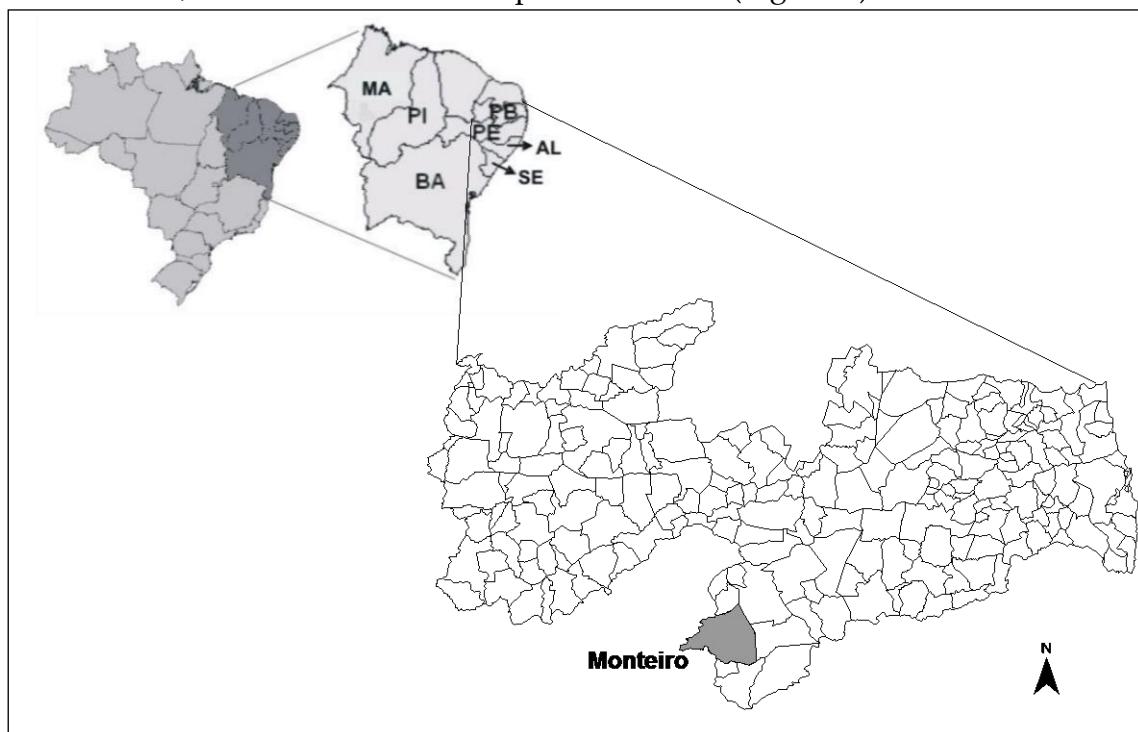
Assim, estudos que relatem a influência das condições climáticas devem ser realizados, vislumbrando intervenções mais planejadas em ações ou campanhas voltadas a prevenção de doenças. Para o município de Monteiro, no estado da Paraíba não são conhecidos trabalhos que relacionem a temática climática com a ocorrência de doenças das vias aéreas superiores. A região do município de Monteiro-PB caracteriza-se por apresentar, de modo geral, elevadas temperaturas, precipitações pluviais bastante irregulares, com forte variabilidade espacial e temporal, e umidade relativa do ar baixa, exceto nos meses de outono e inverno. De acordo com o Censo 2010, a população do referido município corresponde a 30.852 hab. com projeção de 32.211 para o ano de 2013, configurando um dos principais municípios do Cariri Paraibano, com área de 986,4 m<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Face ao exposto, o presente trabalho objetivou a análise das correlações entre a variabilidade climática e as internações por doenças das vias aéreas superiores (IVAS) no município de Monteiro-PB.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de Estudo

O município de Monteiro ( $7^{\circ}53'20''S$ ,  $37^{\circ}07'12''O$  e 599 m de altitude), está localizado na microrregião do Cariri Ocidental do estado da Paraíba, mesorregião da Borborema, distando 305 km da capital do estado (Figura 1).



**Figura 1:** Localização do município de Monteiro no estado da Paraíba.

O semiárido nordestino, região na qual o município de Monteiro está inserido, está situado próximo a Linha do Equador, apresentando assim elevadas temperaturas durante o ano todo, ventos fortes e baixa umidade do ar, que contribuem para alta evaporação potencial (GALVÍNCIO *et al.*, 2006). Do ponto de vista climático, a maior porção da região Nordeste do Brasil é considerada semiárida por apresentar substanciais variações temporais e espaciais da precipitação pluviométrica e elevadas temperaturas ao longo do ano (AZEVEDO *et al.*, 1998).

O clima dessa região é do tipo BSh: (semiárido quente), de acordo com a classificação climática de Koppen. O regime pluviométrico na região apresenta precipitações médias anuais que variam entre 350 a 600 mm. Sendo que os totais anuais se concentram em um período de quatro meses, que geralmente, correspondem aos meses de fevereiro, março, abril e maio (AZEVEDO, *et al.*, 1998; AESA, 2006; MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007). O estado da Paraíba, por sua localização dentro da faixa equatorial, é submetido à incidência de alta radiação solar com um elevado número de horas de insolação, em virtude da escassa nebulosidade. Tal condição determina um clima quente, temperatura média anual em torno de  $26^{\circ} C$ , pouca variação intra-anual e uma distribuição espacial da temperatura altamente dependente do relevo (AES, 2006).

## 2. 2.Dados clínicos e climáticos

Foram coletados dados mensais de IVAS referentes ao município de Monteiro-PB, fornecidos pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), cujas informações encontram-se no site do Ministério da Saúde (DATASUS, 2013). Foram utilizados dados mensais referentes ao período de 2008 a 2012, disponíveis para a localidade.

Estes dados correspondem a registros das Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) de hospitais públicos e privados e que atendem à parcela da população que não dispõe de planos de saúde privados, de caráter particular ou custeado por empresas.

Os dados climáticos mensais (precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar), correspondentes também ao período de 2008 a 2012, foram coletados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), oriundos de estação climatológica automática, localizada no município de Monteiro-PB, registrada junto a Organização Meteorológica Mundial (OMM) (INMET, 2013).

## 2. 3. Tratamento estatístico

Neste estudo, foi realizada análise estatística descritiva das variáveis (média e desvio padrão) e o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados, e assim tornar possível o apontamento de qual método de correlação utilizar.

A correlação de Spearman é uma medida de correlação não-paramétrica, isto é, ela avalia a descrição da relação entre duas variáveis, sem fazer nenhuma suposição sobre a distribuição de frequências das variáveis. Ao contrário do coeficiente de correlação de Pearson, não requer à suposição que a relação entre as variáveis é linear, nem requer que as variáveis sejam medidas em intervalo de classe; pode ser usada para as variáveis medidas no nível ordinal. O coeficiente de correlação foi obtido a partir da seguinte equação:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

onde:  $\rho$  é o coeficiente de correlação que varia de -1 a 1;  $n$  é o número de pares e  $d$  = (posto de  $x_i$  dentre os valores de  $x$ )-(posto de  $y_i$  nos valores  $y$ ).

O coeficiente de correlação, como medida do grau de relacionamento entre os valores emparelhados de  $X$  e  $Y$  varia de 1,0 (correlação direta) a -1,0 (correlação inversa), sendo o valor zero correspondente a ausência de correlação (ANDRIOTTI, 2003). Neste trabalho, o grau de correlação entre as variáveis foi determinado pelo  $R^2$  (coeficiente de determinação).

Para avaliar o grau de associação entre as variáveis dependente (y) e independente (x), utilizou-se a classificação do coeficiente de determinação (Spearman), conforme estabelecido na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação do grau de correlação em função do coeficiente de determinação.

Coeficiente de determinação ( $R^2$ )	Graus de correlação
0	Sem correlação
0,01 a 0,19	Muito Fraco
0,20 a 0,39	Fraco
0,40 a 0,59	Moderado
0,60 a 0,79	Forte
0,80 a 0,99	Muito Forte
1	Perfeito

Fonte: Adaptado de Borges (2003).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R (R Core Team, 2014), tanto no processamento dos dados como na edição dos gráficos.

### 3. Resultados e Discussão

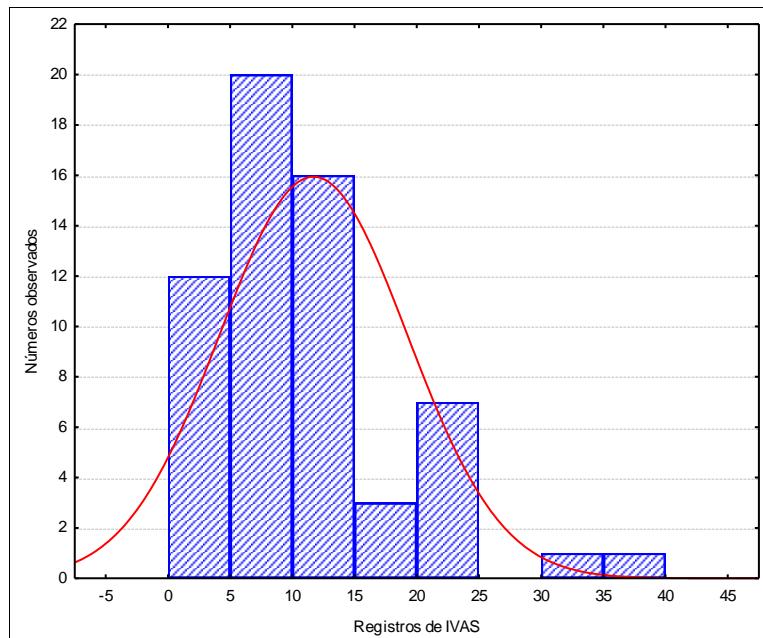
Os registros de IVAS totalizaram 696 casos para o período de 2008 a 2012, com média anual de internações de 140 casos (Tabela 2). Os valores mais elevados de desvio padrão ocorreram nos meses de março e abril, bem como os valores máximos de ocorrência de IVAS. Esses meses compõem o quadrimestre mais chuvoso para a região (fevereiro-março-abril-maio), evidenciando que a dispersão nos registros de IVAS acompanha a variabilidade da precipitação pluvial, que é bastante acentuada na região do município de Monteiro-PB.

O ano de 2011 foi responsável pelo maior registro (172 internações) e o ano de 2009 pelo menor registro (109 internações). A maior média mensal foi registrada no mês de julho com 18 internações, apresentando desvio padrão de 6,4 casos, seguida pela média do mês de maio com 17 internações. Esses meses fazem parte das estações de outono e inverno, onde os valores de umidade relativa do ar são mais elevados. As menores médias mensais ocorreram nos meses de: janeiro, fevereiro, setembro, outubro e dezembro, meses correspondentes as estações da primavera e verão, onde as temperaturas são mais elevadas e a umidade relativa do ar mais baixa. Nesse contexto, observa-se que em outubro de 2009 foi registrado apenas um caso de IVAS.

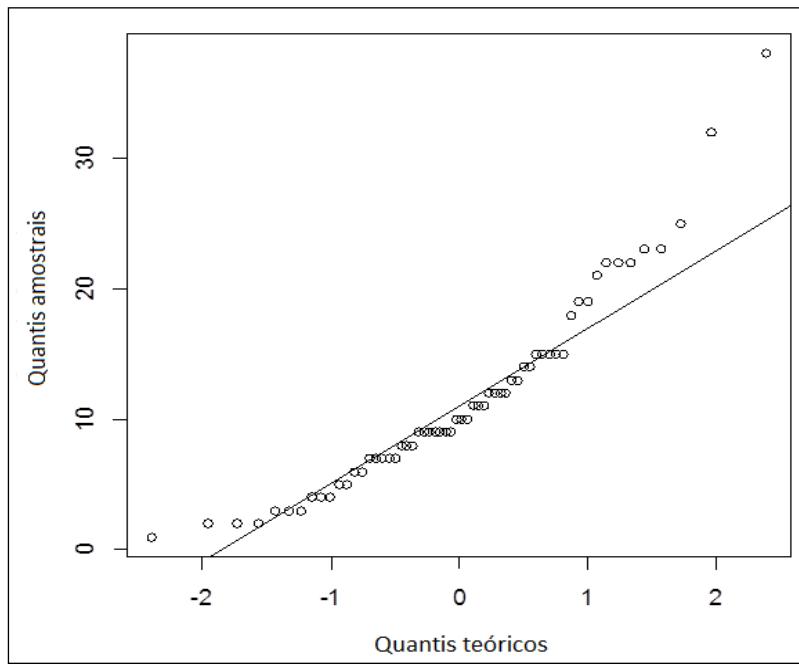
**Tabela 2:** Registros de internações por doenças das vias aéreas superiores - IVAS (2008 a 2012) e dados estatísticos (média, máximo, mínimo e desvio padrão) para o município de Monteiro-PB.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>2008</b>	13	15	10	4	15	23	22	23	9	11	9	9	163
<b>2009</b>	7	6	7	9	22	15	25	4	3	1	5	5	109
<b>2010</b>	3	2	2	3	18	15	14	19	12	12	21	12	133
<b>2011</b>	8	10	32	38	22	12	19	6	2	8	11	4	172
<b>2012</b>	7	8	10	15	9	14	9	7	13	7	9	11	119
<b>Total</b>	38	41	61	69	86	79	89	59	39	39	55	41	696
<b>Média</b>	8	8	12	14	17	16	18	12	8	8	11	8	140
<b>Máx.</b>	13	15	32	38	22	23	25	23	13	12	21	12	
<b>Mín.</b>	3	2	2	3	9	12	9	4	2	1	5	4	
<b>D.P.</b>	3,6	4,8	11,5	14,3	5,4	4,2	6,4	8,6	5,1	4,3	6,0	3,6	

O histograma (Figura 2) e o QQ-plot (Figura 3) evidenciam as classes de frequência do número de internações mensais por IVAS e a aplicação do teste de Shapiro-Wilk ( $W = 0.9144$ ,  $p\text{-value} = 0.0005$ ), respectivamente, demonstrando que não há ajuste desta variável à curva Normal. Recomenda-se assim, o emprego de teste não-paramétrico (Correlação de Spearman) para o estudo do comportamento desta variável.



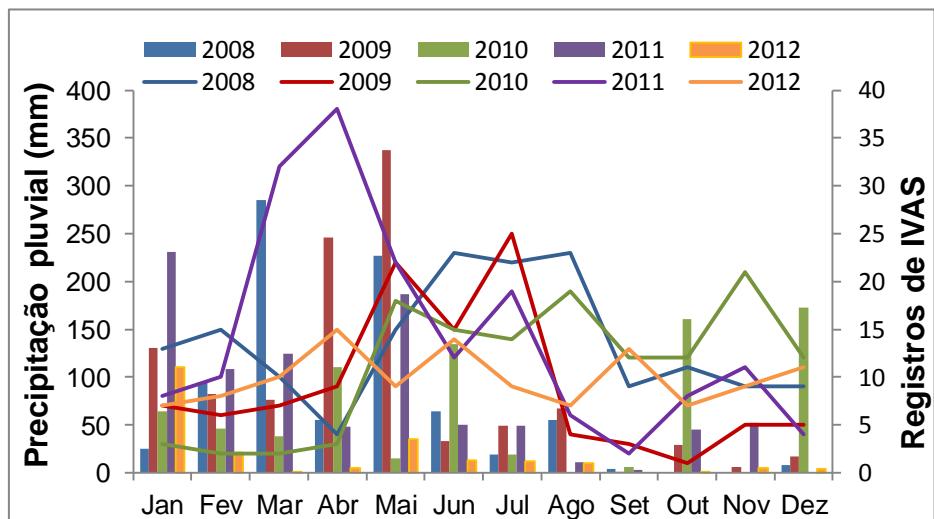
**Figura 2:** Distribuição do número de internações mensais das internações por doenças das vias aéreas superiores - IVAS.



**Figura 3:** Distribuição de percentagens acumuladas e probabilidade normal das internações por doenças das vias aéreas superiores – IVAS.

O comportamento médio mensal do número de IVAS em Monteiro-PB, no período de 2008 a 2012, é apresentado na Figura 4. Foram observados valores máximos nas estações do outono-inverno (março a agosto) e mínimos na primavera e verão (setembro a fevereiro). Observa-se, também, que o número de registros foi inferior no ano de 2012 (ano com verão mais seco e precipitações abaixo da média) quando comparado àquele dos anos de 2008 e 2011 (anos com verões mais úmidos).

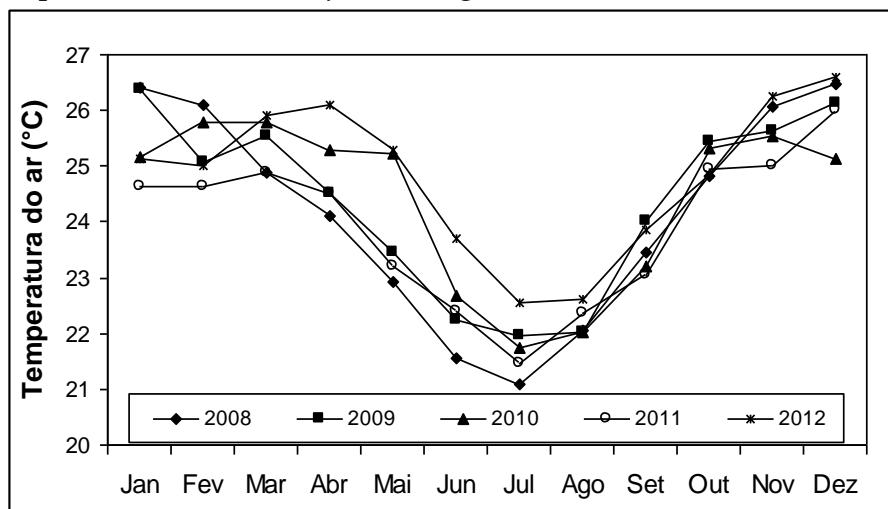
A pluviometria mensal para o período analisado (2008 a 2012) evidencia uma estação chuvosa que se estende de fevereiro a maio (Figura 4). Além disso, destaca-se que esta foi à variável que apresentou comportamento menos uniforme, e com pico (336,8 mm) no mês de maio.



**Figuras 4:** Distribuição média mensal da precipitação pluvial (barras) e das internações por doenças das vias aéreas superiores - IVAS (linhas) para o município de Monteiro-PB, no período de 2008 a 2012.

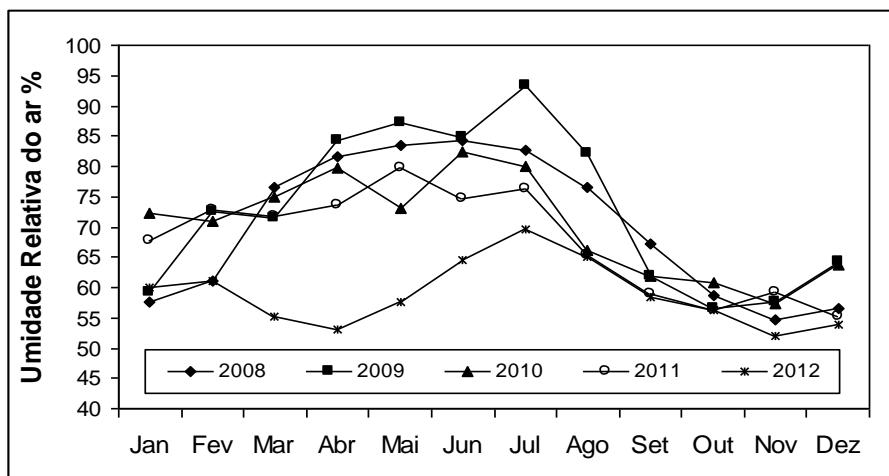
De acordo com Ayoade (2003), a estação chuvosa de certa forma provoca pequena redução da temperatura e exerce considerável influência sobre o modo de vida das pessoas. A temperatura e outros elementos climáticos são muito mais uniformes que a precipitação pluvial, que tende a ser mais sazonal em sua incidência nos trópicos, em comparação com as áreas extratropicais. A temperatura do ar varia de lugar e com o decorrer do tempo em uma determinada localidade. Vários fatores influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra ou parte dela. Eles incluem a quantia de insolação recebida, a natureza da superfície, à distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas (AYOADE, 2003).

Neste estudo, a temperatura do ar média mensal (Figura 5) apresentou baixa variabilidade, sendo sempre mais elevada no período de verão (dezembro a março) e inferior no período de inverno (junho a agosto), com mínima no mês de julho.



**Figura 5:** Distribuição da temperatura média do ar para o município de Monteiro-PB, no período de 2008 a 2012.

Ao longo do período analisado, a média mensal da umidade relativa do ar foi sempre inferior no período da primavera e início do verão (setembro a dezembro) e superior no período de inverno (junho a agosto) – Figura 6. Verifica-se, entretanto, uma redução acentuada no período de outono (março a junho) de 2012, consequência da grande seca ocorrida naquele ano. O maior valor médio da umidade relativa do ar foi observado em julho/2009 (93,5%), enquanto que o menor valor ocorreu em abril/2012 (53,0%). No período analisado, 2009 foi o ano mais úmido, com a umidade relativa do ar média anual de 72,9%, enquanto que 2012 foi o ano mais seco, com a umidade relativa do ar variando de 52,1% a 69,7%.



**Figura 6:** Distribuição média mensal da umidade relativa do ar no município de Monteiro-PB, no período de 2008 a 2012.

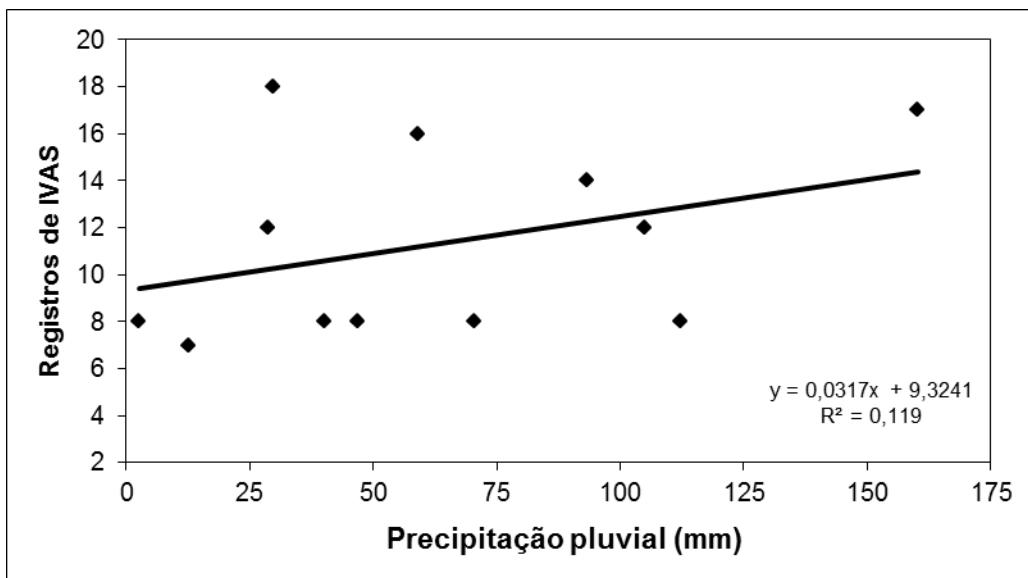
A análise entre as IVAS e os dados climáticos (precipitação pluvial, temperatura média e umidade do ar) foi importante para a verificação das correlações, sendo possível avaliar os efeitos das condicionantes climáticas para a saúde humana. Observam-se, na Tabela 3, os valores obtidos com a correlação de Spearman em que a precipitação pluvial apresentou uma correlação muito fraca com os registros de IVAS. Por outro lado, as variáveis: temperatura média do ar e umidade apresentaram correlações moderada e muito forte, respectivamente, sendo a correlação da temperatura de forma inversa, ou seja, à medida que a temperatura diminui os casos de IVAS aumentam.

**Tabela 3:** Coeficientes e valores obtidos com a Correlação de Spearman

	Coeficiente de Spearman ( $R^2$ )	p-valor	Grau de correlação
Precipitação	0,119	0,271966	Muito Fraco
Temperatura	0,512	0,008877	Moderado
Umidade	0,912	0,000001	Muito forte

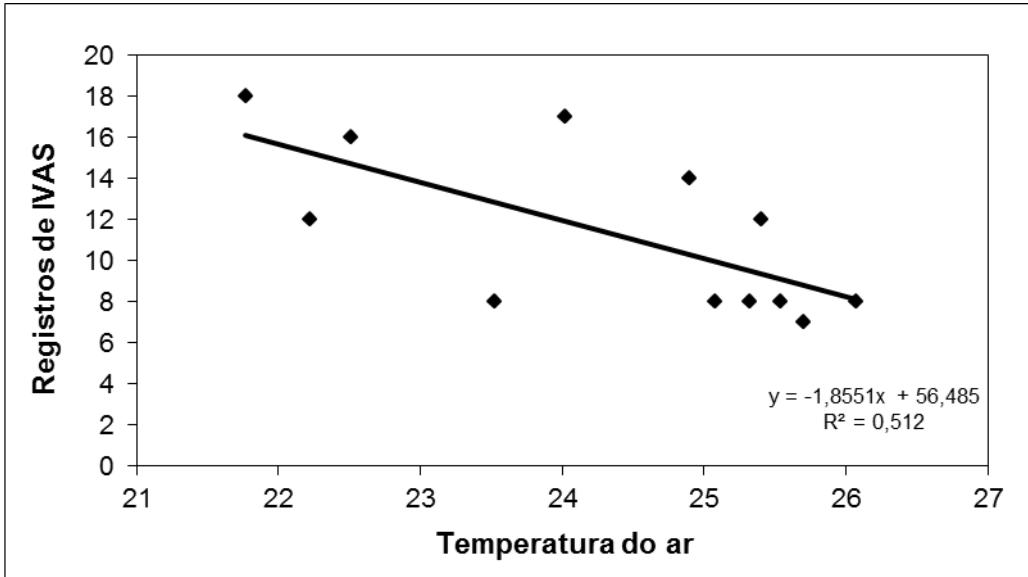
O p-valor evidencia que as correlações entre as IVAS e a Temperatura e Umidade relativa do ar são significativas ao nível de significância de 0,05.

Observa-se na Figura 7, devido à aleatoriedade dos valores mensais acumulados da precipitação pluvial, correlação muito fraca ( $R^2 = 0,119$ ) com os números médios mensais de IVAS. Estas informações estão de acordo com Souza (2010), que em estudo sobre a influência das condições climáticas nas queixas de doentes reumáticos, não identificou correlação com a variável precipitação.



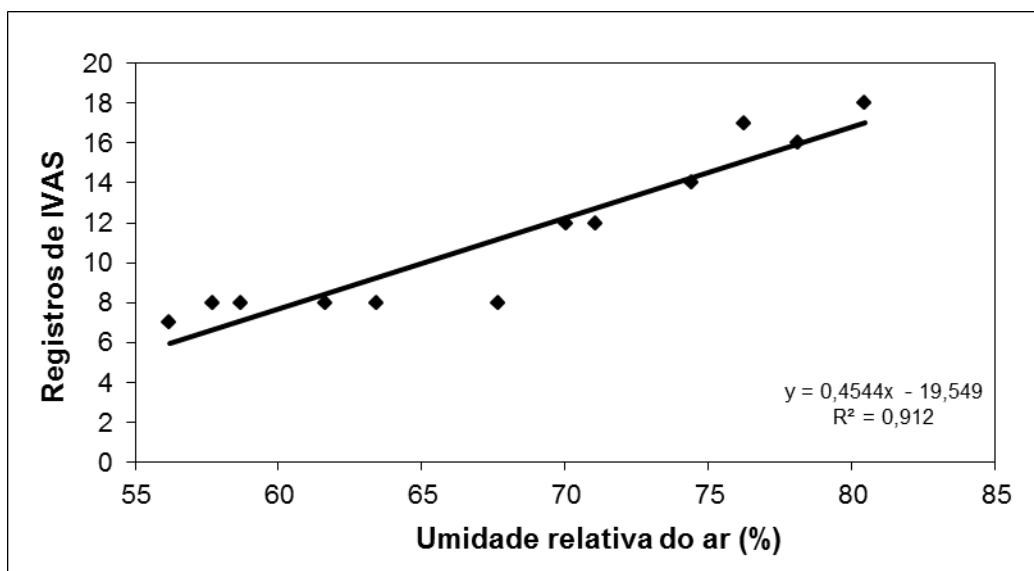
**Figura 7:** Correlação entre o número de internações por doenças das vias aéreas superiores IVAS e a precipitação pluvial em Monteiro-PB, no período de 2008 a 2012.

O número médio mensal de IVAS mostrou uma moderada correlação inversa com a temperatura do ar ( $R^2 = 0,512$ ) como se verifica na Figura 8. Esse tipo de relacionamento se prende ao fato de que a diminuição da temperatura associada a um aumento da umidade relativa do ar leva a uma maior incidência de doenças respiratórias.



**Figura 8:** Correlação entre o número de internações por doenças das vias aéreas superiores - IVAS e a temperatura média mensal do ar em Monteiro-PB, no período de 2008 a 2012.

Finalmente, o número de registros de IVAS mostrou uma correlação muito forte com a umidade relativa do ar ( $R^2 = 0,912$ ), como se percebe na Figura 9, indicando que o número de ocorrências aumenta significativamente com o aumento da umidade relativa do ar, na faixa entre 60 e 80%. É interessante observar que quando há um incremento da ordem de 25% na umidade relativa do ar corresponde a três vezes mais o número de ocorrências de doenças respiratórias (Figura 9).



**Figura 8:** Correlação entre o número de internações por doenças das vias aéreas superiores - IVAS e a umidade relativa do ar em Monteiro-PB, no período de 2008 a 2012.

Resultados semelhantes foram obtidos por (Yusuf *et al.*, 2007; Falagas *et al.*, 2008; Gonçalves & Coelho, 2010; Murara *et al.*, 2013). A presente pesquisa apresenta maior incidência das doenças respiratórias nos meses do outono-inverno, e o elemento climático que mais exerce influência é a umidade relativa do ar. Esta variável foi identificada pelo método de correlação de Spearman.

## Conclusões

Em virtude da análise dos dados climáticos e clínicos para o município de Monteiro – PB é possível concluir que:

a) As variáveis climáticas evidenciaram uma estação chuvosa que se estende de fevereiro a maio, sendo a precipitação pluvial à variável menos uniforme e praticamente não correlacionada com os registros de IVAS, apresentando pico no mês de maio. A temperatura do ar média mensal apresentou baixa variabilidade, sendo mais elevada no período de verão (dezembro a março) e inferior no período de inverno (junho a agosto), com mínima no mês de julho, e a umidade relativa do ar foi sempre inferior no período da primavera e início do verão (setembro a dezembro) e mais elevada no período de inverno (junho a agosto);

b) Foram observadas correlações entre os dados climáticos médios mensais e as IVAS. Os valores máximos de IVAS ocorrem no período do outono-inverno (março a agosto) e mínimos no período da primavera-verão (setembro a fevereiro). Quando comparados os anos, identifica-se um padrão sazonal bem definido para a ocorrência das IVAS. Esta elevação das internações por IVAS no outono/inverno pode estar relacionada com maior ocorrência de virose e bactérias respiratórias;

c) O número médio mensal de IVAS mostrou correlação muito fraca com a precipitação pluvial, ou seja, a ocorrência de IVAS é pouco dependente do comportamento desta variável. Foi observada correlação moderada com a

temperatura do ar, pois a medida que a temperatura diminui os casos de IVAS aumentam e, finalmente, uma correlação crescente/positiva muito forte com a umidade relativa do ar, variável independente que explica muitos dos casos de IVAS.

### **Recomendações**

- a) Considerando tais correlações, é possível que as informações obtidas através da relação entre as variáveis climáticas e os dados de ocorrências de doenças possam orientar na realização de ações preventivas, como campanhas de vacinação, que minimizem a ocorrência das doenças respiratórias;
- b) Estudos futuros, que relacionem séries temporais maiores para encontrar correlações mais fortes entre doenças e dados climáticos devem ser desenvolvidos, considerando-se grupos humanos (infantil e geriátrico) mais vulneráveis.

### **4. Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa a primeira autora.

### **5. Referências Bibliográficas**

ANDREOLI, T. E.; CARPENTER, C. C. J.; GRIGGS, R. C.; LOSCALZO, J. **Medicina Interna Básica – Doenças Respiratórias**, 1993, 400 p.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. Ed. UNISINOS, São Leopoldo, p. 165. 2003.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – Resumo Executivo**. SEMARH/AESA. João Pessoa – PB. Disponível em CD-ROM, 2006, 255 p.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. da & RODRIGUES, M. F. G. Previsão Estatística das Chuvas de Outono no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 1, 19-30, 1998.

BEJARÁN, R. A. Clima e salud humana: temperatura, mortalidade y morbidez. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. 3., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: [s.n.], 2001. 1 CD-ROM.

BAGATIN, E. COSTA, E. A. de. **Doenças das vias aéreas superiores**. Jornal Brasileiro de Pneumologia, n. 32, n. 1, 2006.

BORGES, B. L. M. **Simplificando a estatística**. Campina Grande: EDUEPB, 2003, 2008p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças Respiratórias Crônicas: Cardenos de atenção Básica.** Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRIGGS, D. Environmental pollution and the global burden of disease. **British Medical Bulletin.** 68, 1-24, 2003.

CARDOSO, M. R. **Micro-Clima dos domicílios de doenças sibilantes em crianças da cidade de São Paulo.** Tese (Doutorado) Faculdade Saúde Pública – Universidade de São Paulo, São Paulo 2007, 190 p.

COELHO-ZANOTI, M. S. S. **Uma análise estatística com vistas a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função das condições meteorológicas na cidade de São Paulo.** Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas), Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2007, 178 p.

CZUY, D. C.; BALDO, M. C.; MARTINS, M. L. O. F. & NERY, J. T., 1999. A incidência do Aedes Aegypti no município de Maringá associados às condições climáticas. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. 3., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: [s.n.], 2001. 1 CD-ROM.

DANIELIDES, V.; NOUSIA, C. S.; PATRIKAKOS, G.; BARTZOKAS, A.; LOLIS, C. J.; MILIONISH. J.; SKEVAS, A. Effect of Meteorological Parameters on Acute Laryngitis in Adults. **Acta Oto-laryngologica**, v. 122, n. 6, p.655-660, 2002.

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **Assistência a Saúde – Internações hospitalares.** Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0202>>; Acesso em: 26 de out. 2013.

FALAGAS, M. E.; THEOCHARIS, G.; SPANOS, A.; VLARA, L. A.; ISSARISE, E. A; PANOS G.; PEPPAS, G. Effect of meteorological variables on the incidence of respiratory tract infections. **Respiratory Medicine**, 102, 733–737, 2008.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUSA, F. de A. S. de & SRINIVASAN, V. S. Balanço Hídrico à Superfície da Bacia Hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n.3, p. 135-146, 2006.

GILES, G. G. Biometeorological investigations of asthma morbidity in Tasmania using co-spectral analysis of time series. **Social Science & Medicine.** Part D: Medical Geography v. 15, n.1, p. 111-119, 1981.

GINA REPORT. **Global Strategy for Asthma Management and Prevention** – Asthma Management and prevention – Chapter 4 - The GINA reports, 2006.

GOLÇALVES, F. L. T.; COELHO, M. de S. Z. S. Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. *Ciência e Natura*, UFSM, 32 (1): 103 - 118, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE. 2010. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 20 abr. 2013.

INMET.InstitutoNacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>; Acesso em: 26 set. 2013.

LIMA, A. S. **Admissões hospitalares por doenças respiratórias agudas, de crianças até dois anos, residentes no município de Maringá, Paraná e as variações do tempo atmosférico**. 2000. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Medicina, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000.

MAKINEN, T. M.; JUVONEN, R.; JOKELAINEN, J.; HARJU, T. H.; PEITSO, A.; BLOIGU, A.; SILVENNOINEN-KASSINEN, S.; LEINONEN, M.; HASSI, J. Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections. *Respiratory Medicine*, v. 103, p. 456 – 462, 2009.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, F.; BORAX, S. C.; PAULA, E. V. Repercussões das condições climáticas de inverno na incidência de IVAS e Pneumonias na população infantil de Curitiba-PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA. 11., 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: [s.n.], 2000. 1 CD-ROM.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Secretaria de Vigilância à Saúde**. Diretrizes e recomendações para o cuidado integral de doenças crônicas não-transmissíveis: promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência – Brasília: Ministério da Saúde, 72 p. 2008.

MOLD. **Una breve guía para el moho la humedad y su hogar**. Agency Washington, DC, United States Environmental Protection. Disponível em:<<http://www.epa.gov/mold/moldresources.html>> Acesso em:18/04/2014.

MURARA, P. G.; MENDONÇA, M. & BONETTI, C. O clima e as doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis/SC. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 9 (16): 86 - 102, Jun/2013.

NADAL, J. M. R.; VIDE, J. M. **La Climatología española em los albores del siglo XXI**. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Série A, n. 1, p. 459-469, 1999.

PITTON, S. E. C. **Os tipos de Tempo e a ocorrência de Doenças Respiratórias em cidades de pequeno porte**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA. 11., 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: [s.n.], 2000. 1 CD-ROM.

PITTON, S.E.C; DOMINGOS, A . E. Tempo e Doenças: efeitos dos parâmetros climáticos nas crises hipertensivas nos moradores de Santa Gertudres-SP. **Revista de Estudos Geográficos**, 2(1). Rio Claro: IGCE/UNESP, 2004.

R Core Team (2014). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

SOUZA, C. G. **A influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambientes urbanos**. 2007. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Pudente, 2007.

SOUZA, G. M. de M. N. **Influência das variações climáticas na ocorrência de doenças reumáticas no município de Campina Grande – PB**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

THOMAZELLI L. M.; VIEIRA S. E.; LEAL A.L.; SOUSA T.S.; OLIVEIRA D.B, GOLONO, M. A. Surveillance of eight respiratory viruses in clinical samples of pediatric patients in south east Brazil. **Jornal de Pediatria**, n. 83, p. 422-8, 2007.

YAN, Y. Y. The influence of weather on human mortality in Hong Kong. **Social Science & Medicine**, Oxford, v. 50, p. 419-427, 2000.

YUSUF, S.; PIEDIMONTE G., A. AUAIS, A.; DEMMLER, G.; KRISHNAN, S.; VAN CAESELE, P.; SINGLETON, R.; BROOR, S.; PARVEEN, S.; AVENDANO, L.; PARRA, J.; CHAVEZ-BUENO, S.; MURGUÍA DE SIERRA, T.; SIMOES, E.A.F.; SHAHA, S.; WELLIVER R., Sr. The relationship of meteorological conditions to the epidemic activity of respiratory syncytial virus. **Epidemiology and Infection**, v.135, p.1077-1090, 2007.