



INTER
FACES
CIENTÍFICAS

SAÚDE E AMBIENTE

ISSN IMPRESSO 2316-3313

E - ISSN 2316-3798

DOI - 10.17564/2316-3798.2019v7n2p17-28

VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E INFECÇÕES AGUDAS DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES EM BELÉM DO PARÁ

CLIMATIC VARIABLES AND ACUTE INFECTIONS OF THE HIGHER AIRWAYS IN BELÉM DO PARÁ

VARIABLES CLIMÁTICAS E INFECCIONES AGUDAS DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS SUPERIORES EN BELÉM DO PARÁ

Larissa Maiara Amorim Picanço¹

Ana Carla dos Santos Gomes²

RESUMO

No Brasil o número de internações por doenças respiratórias aumentou significativamente, sobretudo na região Norte. O aumento pode estar relacionado a alteração na variabilidade do comportamento das variáveis meteorológicas que podem influenciar na saúde dos seres humanos, provocando patologias. O objetivo desta pesquisa é analisar a relação entre condições climáticas e doenças respiratórias em Belém do Pará no período de 1998 a 2016. Foram utilizados dados de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluvial disponibilizados pelo Banco de Dados Meteorológicos para Estudo e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados secundários de internações por infecções agudas das vias aéreas superiores do banco de dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Utilizou-se a estatística descritiva, a modelagem via Equações de Estimacão

Generalizada e o Risco relativo. Todas as técnicas foram realizadas com o auxílio do software estatístico livre R, versão 3.4.0. Os resultados mostraram associação estatística significativa entre as seguintes variáveis: temperatura mínima ($p=0,003$), umidade relativa e precipitação ($p=0,001$) com as internações por infecções das vias aéreas superiores. Entretanto, havendo alterações na temperatura mínima do ar aumenta o risco relativo de internações por infecções agudas das vias aéreas superiores. Conclui-se que alterações climáticas contribuem para aumento do número de internações por infecções agudas das vias aéreas superiores.

PALAVRAS-CHAVE

Clima. Saúde. Modelagem.

ABSTRACT

In Brazil, the number of hospitalization for respiratory diseases increased significantly, especially in the northern region. The increase may be related to change in the variability of the behavior of the meteorological variables that can influence the health of humans causing pathologies. The aim of this research is to analyze the relationship between climatic conditions and respiratory diseases in Belém do Pará in the period from 1998 to 2016. Data of maximum and minimum temperature of the air, relative humidity of the air and rainfall precipitation provided by the meteorological database for the study and Research of the National Institute of Meteorology (INMET), and secondary data of Hospitalization for acute infections of the upper airways of the database of the Single System of Health (DATASUS). Descriptive statistics were used, modeling via generalized estimation equations

and relative risk. All the techniques were carried out with the help of the free statistical software R, version 3.4.0. The results showed significant statistical association between the following variables: Minimum temperature ($p = 0,003$), relative humidity and precipitation ($p = 0.001$) with the hospitalizations by infections of the upper airways. Between so many changes in the minimum air temperature increases the relative risk of hospitalization for acute infections of the upper airways. It is concluded that climate change contributes to increasing the number of hospitalizations for acute infections of the upper airways.

KEYWORDS

Climate. Health. Modeling.

RESUMEN

En Brasil, el número de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias aumentó significativamente, especialmente en la región septentrional. El aumento puede estar relacionado con el cambio en la variabilidad del comportamiento de las variables meteorológicas que pueden influir en la salud de los seres humanos que causan patologías. El objetivo de esta investigación es analizar la relación entre las condiciones climáticas y las enfermedades respiratorias en Belém do Pará en el período de 1998 a 2016. Datos de temperatura máxima y mínima del aire, humedad relativa del aire y precipitación pluvial proporcionados por la base de datos meteorológica para el estudio e investigación del Instituto Nacional de Meteorología (INMET), y datos secundarios de Hospitalización para infecciones agudas de las vías respiratorias superiores de la base de datos del Sistema Único de Salud (DATASUS). Se utilizaron estadísticas descriptivas, modelando a través de ecuaciones de estimación

generalizadas y riesgo relativo. Todas las técnicas se realizaron con la ayuda del software estadístico gratuito R, versión 3.4.0. Los resultados mostraron una asociación estadística significativa entre las siguientes variables: temperatura mínima ($p = 0,003$), humedad relativa y precipitación ($p = 0,001$) con las hospitalizaciones por infecciones de las vías respiratorias superiores. Entre tantos cambios en la temperatura mínima del aire aumenta el riesgo relativo de hospitalización para las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores. Se concluye que el cambio climático contribuye a aumentar el número de hospitalizaciones para las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores.

PALABRAS CLAVE

Clima. Salud. Modelaje.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade deu início a um processo de desenvolvimento repleto de mudanças e revoluções com a denominada a Revolução Industrial.

Após a revolução industrial, ficou perceptível o intercâmbio desastroso do homem com a natureza, pois esta interação se fez sem planejamento e de forma predatória, agredindo a natureza, gerando poluição e alterando as condições atmosféricas de tempo e clima. (COELHO, 2010, p. 18).

As variações climáticas e suas implicações na saúde dos seres humanos são mencionadas desde 400 a.C. por Hipócrates (AGOSTINI, 2006). Condições de tempo e clima podem afetar os seres humanos de forma direta ou indireta. Os efeitos diretos afetam a saúde na fisiologia humana, por exemplo, com a ocorrência de ondas de calor, tempestades, inundações e secas o que pode ocasionar, traumas físicos e psicológicos (CONFALONIERI *et al.*, 2007). Ademais, o impacto indireto contribui para a proliferação de mosquitos transmissores de doenças (OPAS, 2009).

As doenças respiratórias, tanto as agudas quanto as crônicas, são importantes causas de morbimortalidade no Brasil (ROSA *et al.*, 2008). As limitações físicas, emocionais e intelectuais que surgem com a doença, geram consequências na vida do paciente e de sua família, como ausência na escola/trabalho (BRASIL, 2010). As doenças que atingem as vias respiratórias são responsáveis por grande parcela do adoecimento e morte em adultos e crianças (TOYOSHIMA *et al.*, 2005), o que gera alteração nos coeficientes de mortalidade infantil e sobrecarrega os serviços de assistência à saúde (MONTEIRO, 1987).

No Brasil, as doenças do aparelho respiratório totalizaram 40% de todas as hospitalizações no período de 1998 a 2007. No ano de 2015 as internações por infecções respiratórias na região Norte apresentaram aumento significativo o que corrobora para o planejamento dos custos governamentais (DATASUS, 2016).

As condições térmicas, de dispersão (ventos e poluição) e de umidade do ar exercem destacada in-

fluência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias humanas. Segundo Critchfield (1974) a saúde humana, a energia e o conforto são mais afetados pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente. De acordo com Rosa e outros autores (2008), as mudanças climáticas têm gerado preocupação crescente quanto aos potenciais efeitos à saúde humana, especialmente aqueles relacionados ao sistema respiratório.

Sousa e outros autores (2007) utilizaram dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação do período de 1992 a 2000, em João Pessoa -PB, com o objetivo de identificar a influência destes elementos meteorológicos na incidência de doenças como dengue, meningite e pneumonia. Os elementos meteorológicos preditores da incidência das doenças em João Pessoa, foram a temperatura máxima e a precipitação. Bitencourt e outros autores (2009) identificaram a existência de relação por meio de comparação da taxa de afastamento do trabalho com as médias mensais de variáveis meteorológicas.

Os afastamentos do trabalho devido às doenças do aparelho respiratório (DAR) obtiveram melhor associação, em ordem de importância, com a temperatura média do mês, a temperatura mínima do mês e o maior declínio de temperatura do mês. A umidade do ar não demonstrou associação com a taxa de afastamento. Os autores concluíram que as maiores taxas de afastamento do trabalho devido às DAR ocorrem nos meses mais frios e secos.

A relação entre saúde e meio ambiente tem estado cada vez mais em pauta nas pesquisas relacionadas ao processo saúde-doença. Como se percebe, os estudos mencionados fazem referência às condições atmosféricas (temperatura, umidade relativa do ar, vento e precipitação) como parte das causas dos problemas respiratórios de saúde. Todavia, entende-se existir uma carência de estudos que envolvam variáveis meteorológicas e a incidência de doenças respiratórias, especialmente na cidade de Belém do Pará, fato este que justifica a realização dessa pesquisa. Diante deste panorama, o objetivo desta pesquisa é analisar a relação entre condições climáticas e doenças respiratórias em Belém do Pará no período de 1998 a 2016.

2 MÉTODOS

Para este estudo foi escolhida a capital do Estado do Pará, Belém, que está localizada (Latitude: 01°27'20" Sul e Longitude: 40°30'15" Oeste) no Nordeste do estado, às margens da Baía do Guajará, na confluência com o Rio Guamá a aproximadamente 120 km do Oceano Atlântico (Figura 1). A população de Belém do Pará está estimada para 2017, em 1.452.275 habitantes (IBGE, 2017). A cidade de Belém do Pará se caracteriza por apresentar temperaturas sempre altas, forte convecção, ar instável e alta umidade do ar, que corroboram para formação de nuvens convectivas (BAS-TOS *et al.*, 2002). A forte convecção, a instabilidade e a alta umidade do ar favorecem a formação de nuvens convectivas, a partir destas características, origina-se grande incidência de precipitação na forma de pancadas, principalmente à tarde, característica de regime de chuva do tipo continental (NECHET, 1997).

Figura 1 – Localização da cidade Belém do Pará, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores

2.1 DADOS DE SAÚDE

Os dados de internações por infecção aguda das vias aéreas superiores do sistema respiratório, as quais são definidas como todo e qualquer processo infeccioso viral ou bacteriano que acomete região nasal, seios da face, ouvido, faringe e laringe (MOCELLIN, 2011). Foram adquiridos a partir do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) no período de 1998 a 2016.

2.2 DADOS METEOROLÓGICOS

Foram utilizados dados mensais das variáveis climáticas: temperatura máxima e mínima do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluvial (mm) no período de 1998 a 2016 do Banco de Dados Meteorológicos para Estudo e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período de 1998 a 2016.

2.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A estatística descritiva é a etapa inicial da análise utilizada para descrever e resumir os dados (GOMES, 2015). Utilizaram-se os gráficos de série temporal e boxplot, além do cálculo de medidas de posição e associação.

2.4 MODELO MARGINAL DAS EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO GENERALIZADAS (GENERALIZED ESTIMATING EQUATIONS – GEE)

Ao modelar a relação clima e saúde, depara-se com dados correlacionados. Em muitas situações, apesar das variáveis estudadas serem independentes, a informação sobre uma determinada variável é coletada repetidas vezes ao longo do tempo, tornando as observações correlacionadas (GOMES, 2015). Neste trabalho a finalidade das GEE é estimar o risco relativo e verificar associações entre o número de internações por infecção aguda das vias aéreas superiores e as variáveis meteorológicas.

O modelo marginal de equações de estimação generalizadas foi empregado a fim de obter estimativas confiáveis para a variável, levando em conta uma estrutura de correlação, de tal forma a melhorar a efici-

ência dos estimadores, sem perder a consistência dos mesmos. Liang e Zeger (1986) e Zeger e Liang (1986) propuseram as equações de estimação generalizadas, necessitando apenas da especificação do primeiro e do segundo momentos da função de densidade marginal, para solucionar o problema da independência dos dados, quando há necessidade de se trabalhar com dados correlacionados. Pode-se então definir um modelo linear generalizado para cada instante de tempo, acrescentando uma função que faz a ligação entre a parte aleatória e a parte sistemática:

$$1) \quad \eta_{it} = g(\mu_{it})$$

em que η é o preditor linear, μ é o vetor de parâmetros desconhecidos e de interesse e g é a função de ligação. Utilizou-se a estrutura para a matriz de correlação do tipo simétrica ou permutável.

As técnicas estatísticas utilizadas foram aplicadas com o auxílio do software estatístico livre R 3.4.0. Utilizou-se o pacote *geepack* (*Generalized Estimating Equation Package*) e a função *geeglm* (*Fit Generalized Estimating Equations*) para o modelo marginal das equações de estimação generalizadas.

Segundo Agresti (1996), a definição do risco relativo é dada pela razão entre as probabilidades de sucesso de dois níveis da variável explicativa, sendo a equação do Risco Relativo dada por:

$$2) \quad RR = \frac{\pi_1}{\pi_2}$$

onde RR é o risco relativo, π_1 e π_2 são variáveis.

Utilizou-se a estrutura para a matriz de correlação do tipo simétrica ou permutável, que assume:

$$3) \quad R(\alpha) = \begin{cases} 1 & \text{se } t = t' \\ \alpha & \text{se } t \neq t' \end{cases}$$

A equação 3 deve ser usada quando se assume um modelo de efeitos aleatórios com intercepto aleatório para cada variável, como exemplificado em Laird e Ware (1982).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas das variáveis meteorológicas do período estudado podem ser observadas na Tabela 1. Os meses de outubro e novembro de 2015 apresentaram os menores valores de umidade relativa do ar e de precipitação respectivamente, sendo considerados os meses mais secos durante todo o período estudado (1998-2016). Em 2015 ocorreu o fenômeno climático *El Niño* que influenciou nas variáveis climatológicas na região (MARENGO; ESPINOZA, 2016).

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis climáticas referente ao período de 1998 a 2016, Belém-Pará

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão
Temp. Máxima (°C)	29,74	32,43	34,62	0,98
Temp. Mínima (°C)	22,00	23,11	24,68	0,52
Umidade Relativa (%)	73,57	83,52	91,88	4,53
Precipitação (mm)	26,4	274,4	742,5	157

Fonte: Dados da pesquisa

Destacam-se, observando o comportamento da série temporal da temperatura mínima em Belém do Pará no período em estudo (Figura 2A), valores abaixo de 22°C em 2014 e acima de 24,5°C nos anos de 1999 e 2015, com amplitude térmica de 2,7°C. Observa-se ainda que os valores são relativamente elevados no início do período dos anos de 1998 e 1999, o que se repete nos anos de 2010 e 2011 e ao final da série nos anos de 2015 e 2016. Esta variação da temperatura mínima provavelmente está relacionada a fenômenos climáticos como o *El Niño* que provoca redução das chuvas na região amazônica e conseqüentemente

aumento das temperaturas (MARENGO; ESPINOZA, 2016), além de deixar o clima relativamente mais seco. Nos anos de 1988 e 2001 ocorreu o *La Niña*, um fenômeno climático que causa um resfriamento anômalo na superfície do Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental (MARENGO; OLIVEIRA, 1998).

Pode-se observar que a série temporal da temperatura máxima registrada em Belém (Figura 2B), evidencia valores superiores a 29°C em todo período analisado. As temperaturas médias abaixo de 30°C foram registradas nos anos de 2007 e 2008. Destacam-se os anos de 2015 e 2016, período que apresentam registros superiores a 34°C, expondo os valores mais elevados, sendo os anos mais quentes em Belém, no período dos 18 anos em estudo.

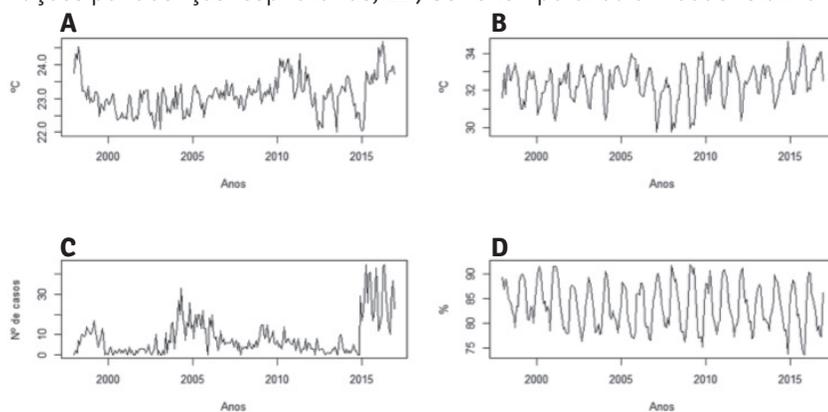
Em 2015, ocorreu o fenômeno climático *El Niño* e, como já mencionado anteriormente, altera as condições atmosféricas na região de estudo, reduzindo os totais pluviométricos e isso contribuiu para elevação nos valores de temperatura (FERREIRA *et al.*, 2017).

Portanto, esse fenômeno influenciou no aumento da temperatura, diminuição da precipitação e umidade do ar. O que ocasionou secas, moderadas e intensas, no norte e leste da Amazônia e aumentou a probabilidade de incêndios florestais, principalmente em áreas de florestas degradadas (OLIVEIRA, 1999).

A série temporal do número de casos de internações por infecções agudas das vias aéreas superiores (Figura 2C) destaca três períodos de elevação no número de casos: o primeiro período de 1998 a 1999, o segundo de 2004 a 2005 e o terceiro de 2015 e 2016, sendo o último de maior evidência ou com o maior número de internações, atingindo mais de 40 casos.

É possível observar na figura 2D que o comportamento da umidade relativa entre 1998 e 2016 variou de 70% a 91,88%, o que caracteriza umidade relativa constantemente elevada na cidade de Belém do Pará. Dentro do período analisado se destacam os anos de 2000 e 2001, 2008 e 2012 com os valores mais elevados.

Figura 2 – Séries temporais das variáveis climáticas e internação em Belém do Pará, de 1998 a 2016. 2A) Série temporal de temperatura mínima; 2B) Série temporal da temperatura máxima; 2C) Série temporal do número de casos de internações por doenças respiratórias; 2D) Série temporal da umidade relativa do ar

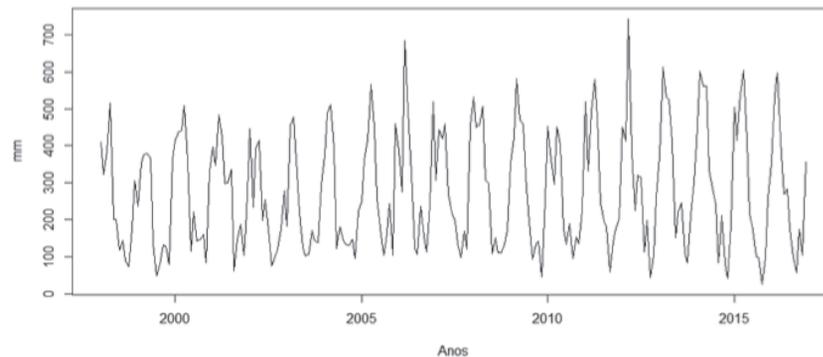


Fonte: Dados da pesquisa

A precipitação em Belém é demonstrada em uma série temporal de 1998 a 2016 (Figura 3), na qual se destacam os anos 2006 e 2012 como aqueles em que a precipitação foi acima de 600 mm. Nos anos de 2009, 2012 e 2014 houve meses em que a precipitação plu-

viométrica foi inferior 50 mm. Belém apresenta média de 274,4 mm ao mês, no entanto no ano de 2015 ocorreu o fenômeno *El Niño* o que pode ter influenciado a precipitação da cidade de Belém, mesmo que a variação seja de forma limitada (DIAS *et al.*, 2017).

Figura 3 – Série temporal da precipitação pluvial em Belém do Pará de 1998 a 2016

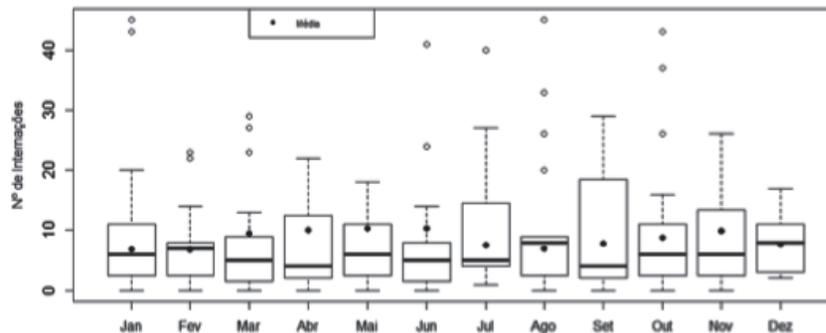


Fonte: Dados da pesquisa

Ao analisar a variabilidade das interações por infecções agudas das vias aéreas superiores (Figura 4), destaca-se o mês de setembro, o qual apresentou a maior variação dos números de interações. Verificase também que em sete meses do ano (janeiro a mar-

ço, junho a agosto e outubro) há presença de *outlines* superiores, que são valores discrepantes na série. Não foi objetivo desta pesquisa, analisar o que ocasionou os *outlines*, porém acredita-se que os mesmos estão associados a condições climáticas.

Figura 4 – Boxplot do número de interações por infecção aguda das vias aéreas superiores por mês entre 1998 a 2016, em Belém do Pará

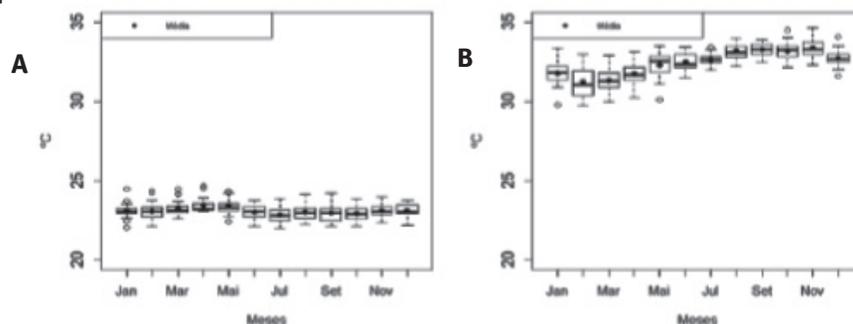


Fonte: Dados da pesquisa

Constatou-se que a cidade de Belém se caracteriza por apresentar temperaturas sempre altas (Figura 5). Segundo Nechet (1997), as temperaturas altas estão associadas ao elevado potencial de radiação solar incidente, embora grande parte da energia seja convertida em calor latente de evaporação e outra parte

convertida em calor sensível que é destinado ao aquecimento do ar. Observa-se ainda na Figura 4 que o período com as maiores temperaturas ocorre nos meses de setembro a novembro, porém é no período com os menores valores (dezembro a março) que se observa o mês de maior variação (fevereiro).

Figura 5 – Boxplot de temperatura mínima (A) e temperatura máxima (B) por mês entre 1998 a 2016, em Belém do Pará



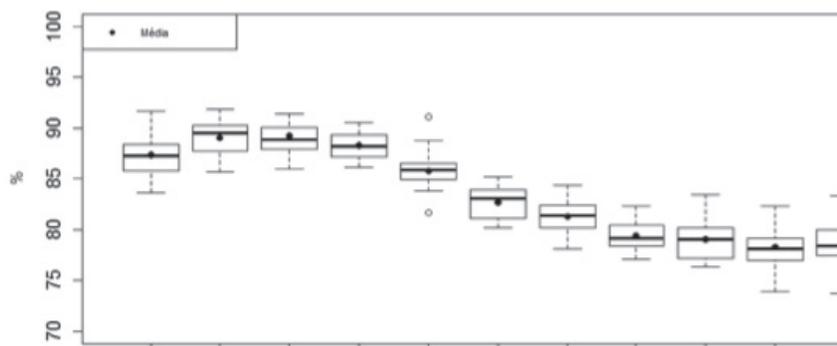
Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que a umidade relativa do ar apresenta elevados valores ao longo do ano (Figura 6), destacando-se os meses de dezembro a abril, com as maiores médias que variaram de 84 a 92%, sendo este período considerado chuvoso. Já os meses de agosto a novembro apresentaram os menores valores médios com variação entre 75 a 84%, período menos chuvoso. Obser-

va-se também que houve um mês (novembro) durante o período em que a umidade do ar foi inferior a 75%.

Os valores médios mensais de temperatura, temperatura do bulbo úmido e precipitação em Belém evidenciaram que os fenômenos *El Niño* e *La Niña* alteraram significativamente as variáveis meteorológicas em Belém. (MONTEIRO; MOTA, 2010, p. 4).

Figura 6 – Boxplot da variação da umidade relativa do ar por mês entre 1998 a 2016, em Belém do Pará



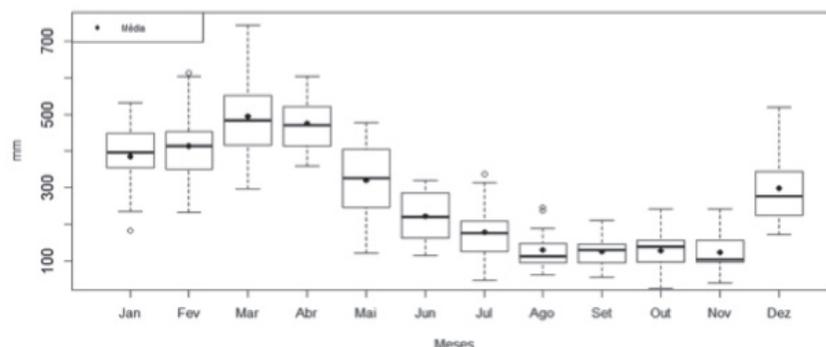
Fonte Dados da pesquisa

Na Figura 7 pode-se observar o comportamento da precipitação no período em estudo, destacando os meses de dezembro a abril com médias superiores a 300mm e os meses de agosto a setembro com as menores médias (100 mm), além de se destacar o mês de maio com a maior variabilidade. Em Belém do Pará o período chuvoso ocorre entre os meses

de dezembro a maio e o menos chuvoso de agosto a novembro (BASTOS *et al.*, 2002). Dentro do contexto local, pode-se dizer que a precipitação em Belém é resultante das seguintes situações: de dezembro a maio, época mais chuvosa, a precipitação é originada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (VIANELLO; ALVES, 2013), “e pelos efeitos de mesoesca-

la, como as linhas de instabilidades que se formam para o oeste como uma linha de cumulonimbus” (BASTOS *et al.*, 2002, p. 14).

Figura 7 – Boxplot de precipitação por mês entre 1998 a 2016, em Belém do Pará



Fonte: Dados da pesquisa

O resultado da modelagem via equações de estimação generalizadas é observado na Tabela 2, onde se constata associação estatística significativa entre as internações e as variáveis meteorológicas: Temperatura mínima, Umidade relativa e Precipitação. Logo, aceita-se que a hipótese que a sinergia entre valores baixos da temperatura do ar e a preci-

pitação contribui para o aumento do número de internações por doenças das vias aéreas superiores, já a relação entre a umidade e as doenças ocorre de forma inversa. O Risco Relativo (RR) sinaliza que é a alteração da temperatura mínima do ar que gera o maior risco de ocorrer infecção aguda das vias aéreas superiores.

Tabela 2 – Modelo Marginal de Equações de Estimação Generalizada (GEE), entre variáveis meteorológicas e internações por Infecção aguda das vias aéreas superiores, em Belém do Pará, 1998-2016

Variáveis	Estimativa	Erro	P-valor	RR*
Temperatura Mínima	0,4351457	0,0815679	<0,003	1,55
Umidade do Ar	-0,1028502	0,0246205	<0,001	0,90
Precipitação	0,0022825	0,0007374	<0,001	1,00

Significância 5%, *RR: Risco Relativo.

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados deste trabalho corroboram com os de Murara e outros autores (2013) e Santos e outros autores (2017), que afirmam existir uma relação in-

versa entre a umidade relativa do ar e as doenças respiratórias, isto é, quando a umidade relativa do ar diminui os números de internações aumentam.

Na pesquisa realizada por Silva e Mendes (2012), identificou-se a existência de associação significativa entre a temperatura mínima do ar e os problemas respiratórios. Do mesmo modo, observou-se que a diminuição dos índices pluviométricos coincide com o período de elevação do número de casos de infecções respiratórias.

Segundo Souza e outros autores (2008), a análise de dados mensais tanto meteorológicos quanto de internações por doenças respiratórias demonstrou correlações significativas. Os períodos de estiagem prolongada, oscilações, quedas de temperatura e a umidade relativa do ar abaixo de 60%, estiveram presentes nos momentos em que houve aumento do número de casos de internação por agravos respiratórios.

4 CONCLUSÃO

Foram registrados 1949 casos de internações por infecção das vias aéreas superiores no período em estudo e foi identificado que nos anos de 2015 e 2016 houve um aumento significativo no índice de internações. A modelagem mostrou associações significativas entre as variáveis e as internações. Conclui-se que em Belém do Pará no período de 1998 a 2016 foi a alteração da temperatura mínima que contribuiu para um maior risco de internações da população por infecção aguda das vias aéreas superiores.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, M. Saúde do trabalhador. In: ANDRADE, A.; PINTO, S.C.; OLIVEIRA, R.S. **Animais de laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2006.
- AGRESTI, A. **An introduction to categorical data analysis**. New York: Wiley, 1996.
- BASTOS, T. X. *et al.* **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Embrapa Amazônia Oriental - Documentos (INFOTECA-E), 2002.
- BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Brasília.
- BITENCOURT, D. P. *et al.* Associação de variáveis meteorológicas com os afastamentos do trabalho devido a doenças respiratórias: um estudo entre trabalhadores dos correios de Santa Catarina. **Rev Bras Saúde Ocup**, v. 34, n. 120, p.139-149, 2009.
- COELHO, M. S. Z. S. **Uma análise estatística com vistas a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função das condições meteorológicas na cidade de São Paulo**. 2007. 196f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- CONFALONIERI, U. *et al.* Human health. **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**, Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group I., Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Working Group II., Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO-UNEP, 2007.
- DATASUS, Departamento de Informática do SUS Ministério da Saúde. Perfil da morbimortalidade por doenças respiratórias crônicas no Brasil, 2003 a 2013. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, v. 47, n. 19, 2016.
- DIAS, R. M. G. *et al.* A influência dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* em ambientes lacustres no Estado do Amazonas. Congresso Brasil Norte de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1, **Anais [...]**, Belém. 2017
- FERREIRA, L. G. B. *et al.* **O fenômeno *El Niño* de 2015/2016 e seus impactos nas chuvas do paraná**. Paraná: IAPAR, 2017.
- GOMES, A. C. S. **Três alternativas estocásticas para modelar morbimortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares via variáveis atmosféricas**. 2015. 119f. Tese (Doutorado) – Centro

- de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- LAIRD, N. M.; WARE, J. H. Random-effects models for longitudinal data. **Biometrics**, v. 38, n. 4, p. 963-974, 1982.
- LIANG, K. Y.; ZEGER, S. L. Longitudinal data analysis generalized linear models. **Biometrika**, v. 73, n. 1, p. 13-22, 1986.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças respiratórias crônicas. **Cadernos de atenção básica**, Brasília, n. 25, 2010
- DATASUS – Departamento de Informática do SUS, Ministério da Saúde.
- MARENGO J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. **Int J Climatol**, v. 36, n. 3, p. 1033-1050, 2016.
- MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, G. Impactos do fenômeno La Niña no tempo e clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação do La Niña 1998/1999. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 10, **Anais [...]**, Brasília, 1998. CD-ROM
- MOCELLIN, L. Infecções das vias aéreas superiores. **Rev Bras Med**, v. 68, n. 12, p. 82-87, 2011.
- MONTEIRO, C. A.; SZARFARC, S. C. Estudo das condições de saúde das crianças no município de São Paulo, SP (Brasil), 1984-1985. **Rev Saúde Públ**, v. 22, n. 3, p. 255-260, 1987.
- MONTEIRO, L. D. A.; MOTA, M. A. S. Análise da variação da temperatura e precipitação em Belém em anos de *El Niño* e *La Niña*. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16, **Anais [...]**, Belém, 2010.
- MURARA, P. G.; MENDONÇA, M.; BONETTI, C. O clima e as doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis. Florianópolis. **Hygeia**, v. 9, n. 19, p. 86-102, 2013.
- NECHET. D. Variabilidade diurna de precipitação em Belém-PA: aplicação em planejamento a médio e longo prazo. **Bol Climatol**, v. 2, n. 3, p. 223-227, 1997.
- OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e você**: o fenômeno climático. São José dos Campos: Transtec Editorial, 1999.
- OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **Mudança climática e saúde: um perfil do Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.
- ROSA, A. M. *et al.* Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra - Amazônia Brasileira. **J Bras Pneumol**, v. 34, n. 8, p. 575-582, 2008.
- SANTOS, D. A. S. *et al.* A relação das variáveis climáticas na prevalência de infecção respiratória aguda em crianças menores de dois anos em Rondonópolis-MT, Brasil. **Ciênc saúde coletiva**, v. 22, n. 11, p. 3711-3722, 2017.
- SILVA, R. E.; MENDES, P. C. O clima e as doenças respiratórias em Patrocínio/MG. **OBSERVATORIUM: Rev Eletr Geogr**, v. 4, n. 11, p. 123-137, 2012.
- SOUSA, N. M. N.; DANTAS, R. T.; LIMEIRA, R. C. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB. **Rev bras meteorol**, v. 22, n. 2, p. 183-192, 2007.
- TOYOSHIMA, M. T. K.; ITO, G. M.; GOUVEIA, N. Morbidade por doenças respiratórias em pacientes hospitalizados em São Paulo/SP. **Rev Assoc Med Bras**, v. 51, n. 4, p. 209-213, 2005.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.

ZEGER, S. L.; LIANG, K. Y. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. **Biometrics**, v. 42, n. 1, p. 121-130, 1986.

Recebido em: **10 de Agosto de 2018**
Avaliado em: **12 de Setembro de 2018**
Aceito em: **30 de Outubro de 2018**

1 Bacharelado Interdisciplinar em Ciências da Terra pela Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. E-mail: larissaamorim347@gmail.com

2 Doutora em Ciências Climáticas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN; Docente da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. E-mail: anacarlsg02@gmail.com