







ANÁLISE DE DADOS METEOROLÓGICOS E DE INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM – PA

*Analysis of meteorological data and hospitalizations for
pneumonia in the city of Santarém – PA*



*Análisis de datos meteorológicos y hospitalizaciones por
neumonía en la ciudad de Santarém - PA*

Deyviane Ramos Alves  

Instituto de Saúde Coletiva/Farmácia, Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA
annealvesz@hotmail.com

Beatriz de Souza Freitas  

Programa de Pós-Graduação/Meteorologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
beatriz.freitas@acad.ufsm.br

Marco Antônio Godinho dos Reis  

Programa de Pós-Graduação/Meteorologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
reis.marco@acad.ufsm.br

Ana Carla dos Santos Gomes  

Instituto de Engenharia e Geociência/Ciências Atmosféricas, Universidade Federal do Oeste do Pará –
UFOPA
ana.gomes@ufopa.edu.br

Deyvielen Maria Ramos Alves  

Programa de Pós-graduação/Agronomia e Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista - UNESP
d.ellenalves@gmail.com

Resumo: No presente trabalho buscou-se identificar possíveis associações entre internações hospitalares por pneumonia e variáveis meteorológicas no município de Santarém-PA. Para tanto foram realizadas análises da variabilidade de dados meteorológicos de temperatura do ar, precipitação e umidade relativa para o período de 2008 a 2021 e de possíveis associações com internações por pneumonia no mesmo período na área de estudo. Os dados meteorológicos foram obtidos no formato de médias mensais por meio do Banco de Dados meteorológicos para Ensino (BDMEP) e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os dados de internação por meio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), listados por local de residência, e as técnicas estatísticas utilizadas foram,

análise de regressão linear e regressão linear múltipla. Dentre os coeficientes de determinação obtidos na análise de regressão linear, destacaram-se, como os de maiores valores calculados, aqueles entre temperatura máxima e pneumonia com valores de $R^2 = 0,47$ no mês de maio, $R^2 = 0,53$ em agosto e $R^2 = 0,42$ em setembro e aqueles entre umidade relativa e pneumonia, com valores de $R^2 = 0,38$ na média de abril e $R^2 = 0,35$ no mês de dezembro. Com auxílio da regressão múltipla o valor de $R^2=0,84$ foi encontrado, demonstrando o efeito sinérgico das condições de tempo e a doença. A distribuição dessas associações ao longo desses diferentes meses aponta para o papel da sazonalidade típica dos períodos secos e chuvosos na região, e seus possíveis impactos em doenças respiratórias como pneumonia no município de Santarém.

Palavras-chave: Doenças respiratórias. Biometeorologia. Regressão linear.

Abstract: In the present study, we sought to identify possible associations between hospital admissions for pneumonia and meteorological variables in the municipality of Santarém-PA. For this purpose, analyzes were carried out on the variability of meteorological data on air temperature, precipitation and relative humidity for the period from 2008 to 2021 and possible associations with hospitalizations due to pneumonia in the same period in the study area. Meteorological data were obtained in the form of monthly averages through the Meteorological Database for Teaching (BDMEP) and Research of the National Institute of Meteorology (INMET) and hospitalization data through the Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS), listed by place of residence, and the statistical techniques used were linear regression analysis and multiple linear regression. Among the coefficients of determination obtained in the linear regression analysis, those between maximum temperature and pneumonia with values of $R^2 = 0.47$ in May, $R^2 = 0.53$ in August and $R^2 = 0.42$ in September and those between relative humidity and pneumonia, with values of $R^2 = 0.38$ in the average of April and $R^2 = 0.35$ in December. With the aid of multiple regression, the value of $R^2=0.84$ was found, demonstrating the synergistic effect of weather conditions and the disease. The distribution of these associations over these different months points to the role of the typical seasonality of dry and rainy periods in the region, and its possible impacts on respiratory diseases such as pneumonia in the municipality of Santarém.

Keywords: Respiratory diseases. Biometeorology. Linear regression.

Resumen: En el presente estudio, buscamos identificar posibles asociaciones entre los ingresos hospitalarios por neumonía y variables meteorológicas en el municipio de Santarém-PA. Para ello, se realizaron análisis sobre la variabilidad de los datos meteorológicos de temperatura del aire, precipitación y humedad relativa para el período de 2008 a 2021 y posibles asociaciones con hospitalizaciones por neumonía en el mismo período en el área de estudio. Los datos meteorológicos se obtuvieron en forma de promedios mensuales a través de la Base de Datos Meteorológica para la Docencia (BDMEP) e Investigación del Instituto Nacional de Meteorología (INMET) y los datos de hospitalización a través del Departamento de Informática del Sistema Único de Salud (DATASUS), listados por lugar de residencia, y las técnicas estadísticas utilizadas fueron análisis de regresión lineal y regresión lineal múltiple. Entre los coeficientes de determinación obtenidos en el análisis de regresión lineal, los de temperatura máxima y neumonía con valores de $R^2 = 0,47$ en mayo, $R^2 = 0,53$ en agosto y $R^2 = 0,42$ en septiembre y los de humedad relativa y neumonía, con valores de $R^2 = 0,38$ en el promedio de abril y $R^2 = 0,35$ en diciembre. Con la ayuda de regresión múltiple, se encontró el valor de $R^2=0,84$, demostrando el efecto sinérgico de las condiciones climáticas y la enfermedad. La distribución de estas asociaciones en estos diferentes meses apunta al papel de la estacionalidad típica de los períodos secos y lluviosos en la región, y sus posibles impactos en enfermedades respiratorias como la neumonía en el municipio de Santarém.

Palabras clave: Enfermedades respiratorias. Biometeorología. Regresión lineal.

Submetido em: 05/10/2022

Aceito para publicação em: 11/01/2023

Publicado em: 17/01/2023

1. INTRODUÇÃO

A variabilidade climática apresenta impactos ambientais e na saúde humana. Abordar como essa variabilidade pode afetar doenças, sejam elas epidemiológicas ou que apresente quaisquer riscos ao organismo humano é de suma importância. Desde tempos remotos essa relação tempo e clima é discutida e teorizada (MIRANDA, 2016).

O Brasil é um país que possui diferentes climas em seu território como regiões amazônicas que são quentes e úmidas, regiões de semiárido com temperaturas altas e poucas chuvas e regiões com temperaturas amenas e chuvas escassas. Com isso surgem várias possibilidades de ocorrência de diferentes doenças que podem ser sensíveis ao clima (SOUSA, et al., 2018). As doenças respiratórias se encaixam nesse grupo e preocupam pelas altas taxas de morbimortalidade.

Em 2021, a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), divulgou que doenças respiratórias tiveram o maior número de internações hospitalares de usuários de planos de saúde, em que foram notificadas 506,9 mil internações durante o ano. Nesse grupo de doença pode-se destacar a pneumonia, doença que após a pandemia da Covid-19, apresentou um aumento significativo de internações (ANS, 2021).

A Pneumonia é um tipo de infecção que se fixa nos pulmões e pode afetar a área dos alvéolos pulmonares (KALIL, 2013). Nessa situação essa região pulmonar se enche de líquido e pus e assim dificulta a respiração. Essa patologia pode se manifestar através de bactérias, fungos, inalação de substância tóxicas e vírus. Ao se tratar de causas ambientais, alguns trabalhos mencionam que mudanças abruptas de condição de tempo podem também desencadear a doença (BARROS e SILVA, 2017).

O fator climático é apenas um dos muitos fatores que podem influenciar o número de internações por pneumonia. Gomes (2001), realizou uma revisão de alguns fatores de risco. A autora menciona efeitos do envelhecimento, nas idades acima de 65 anos, quando o indivíduo possuía comorbidade, ou seja, a alteração do estado de imunidade do paciente junto com o aumento de comorbidade é suscetível a maior ocorrência da doença nesse grupo de pessoas (BARKER e MULLOOLY, 1990); Tabagismo, na qual este altera as defesas pulmonares (CARSTENSEN et al., 1987); Insuficiência cardíaca, aumenta o risco de contrair a doença em duas vezes nos idosos (KOIVULA et al., 1994); Alcoolismo, intensifica a colonização da cavidade

oral (através da flora gram-negativa) e altera o mecanismo de *clearance* respiratório (HUXLEY et al., 1978); Deficiência nutricional, associada a ocorrência principalmente em crianças (VICTORA et al., 1999); Imunossupressão, o tratamento com corticoide desse grupo, favorece infecção pulmonar grave mesmo em doses baixas (RUIZ et al., 1999).

A patologia em questão, atinge aproximadamente 2,1 milhões de brasileiros anualmente, afetando principalmente crianças, idosos, pessoas com baixa imunidade e pessoas com histórico de doenças crônicas, isso ocorre devido a sensibilidade do organismo desses grupos (MIRANDA, 2016).

A região amazônica possui um clima que é considerado propício ao desenvolvimento de vetores e proliferação de doenças sensíveis ao clima, podendo ser ocasionadas devido a eventos extremos, como inundações ou fatores como mudanças abruptas de temperatura. Variáveis meteorológicas, como temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluvial são os principais alvo de análise em pesquisas que correlacionam saúde e clima. Logo, faz-se necessário compreender o grau de associação e como esse processo de influência acontece (SOUSA et al., 2018).

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo analisar e discutir a influência das variáveis meteorológicas, temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar nas internações hospitalares por pneumonia no município de Santarém – Pará, no período de 2008 a 2021.

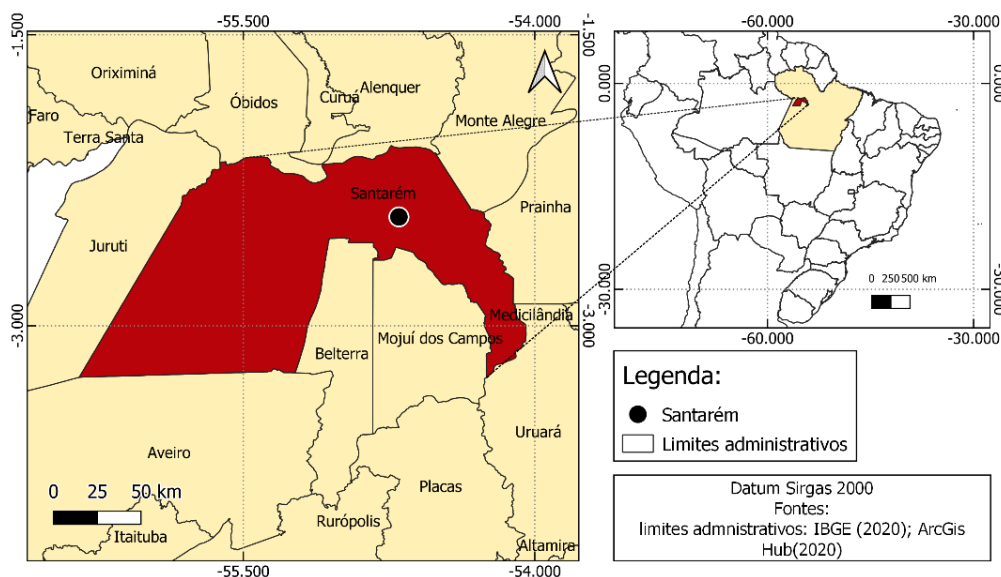
2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O município de estudo é a cidade de Santarém no oeste do Pará, tendo uma distância de aproximadamente 807 km da capital do estado, Belém. A cidade faz parte da Amazônia Central nas coordenadas geográfica 2°26' 34" S e 54° 42' 28" O, possuindo uma extensão territorial de 17, 898, 389 km². A estimativa da população é de 308.339 pessoas de acordo com o Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2021). O município em questão é o terceiro mais populoso da região paraense (SANTARÉM, 2021; IBGE, 2021).

Figura 1 - Região de estudo.

Localização da área de estudo - Santarém - Pará



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

2.2. Características Climáticas

A região de estudo apresenta um clima predominante quente e úmido, com médias anuais de temperatura do ar de 26°C e umidade relativa média do ar de 86%. A precipitação pluvial apresenta aproximadamente 2.000 mm por ano, onde o período mais chuvoso é entre os meses de dezembro a maio, comumente chamado de “inverno amazônico”, no qual a média mensal tem uma variação de 120 mm a 380 mm (Jacinto, et al., 2006). O período mais seco, o “verão amazônico”, se dá nos meses de junho a novembro.

Segundo a classificação de Köppen, a região tem o clima classificado como tropical monçônico do tipo Am, que possui como característica uma estação seca moderada e apresenta um mês mais seco com precipitação inferior a 60 mm, situação que é mais comum de ocorrer após o solstício de inverno (KOPPEN, 1936; ROCHA et al., 2009).

2.3. Dados epidemiológicos e meteorológicos

Foram analisados dados mensais e anuais de internações por pneumonia listado no grupo Lista Morb CID-10 por local de residência (Município de Santarém - Pará), disponibilizado pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS.

Os dados meteorológicos foram retirados do Banco de Dados meteorológicos para

Ensino e Pesquisa – BDMEP, vinculado ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. As Variáveis analisadas foram temperatura máxima e mínima do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%), dados analisados através de médias mensais. Ambos os dados correspondem ao período de 2008 a 2021 para a cidade Santarém, Oeste do Pará.

2.4. Método estatístico

Com intuito de encontrar associação entre os dados de saúde e dados meteorológicos utilizou-se o teste de regressão linear. A técnica de análise de regressão linear simples é utilizada separadamente para cada variável climática e pela patologia em busca de associação. O teste é representado pela equação 1 (modelo teórico):

$$(1) \quad y = ax + b$$

Em que “a” trata-se do coeficiente linear, representando o intercepto da reta com o eixo “y”, o coeficiente angular é demonstrado por “b”, no qual a oscilação de y é dada em função da variação de uma unidade da variável “x”. A variável “x” refere-se a variável independente, neste caso as variáveis meteorológicas correspondem a “y”, a variável dependente, ou seja, o coeficiente de incidência (POBB et al., 2013).

Para classificar os resultados como significativos ou não, utilizou-se os valores de coeficiente de determinação (R^2), apresentado por Cavalcante (2003), expostos na tabela abaixo.

Tabela 1 - Classificação do coeficiente de determinação (R^2).

R^2	Classificação
0	Nula
0,00 – 0,09	Fraca
0,09 – 0,36	Média
0,36 – 0,81	Forte
0,81 – 0,99	Fortíssima
1	Perfeita

Fonte: Oliveira (2004). Adaptado pelos autores (2022).

Utilizou-se o teste de Regressão Linear Múltipla buscando a análise conjunta das

variáveis em questão. Segundo Downung (2003), o modelo teórico é representado por:

$$(2) \quad Y_1 = \beta_0 + \beta_{i1}X_{i1} + \beta_{i2}X_{i2} + \beta_{i3}X_{i3} + \epsilon_i$$

Na qual Y é a variável dependente (número de internações), X é variável independente (variáveis meteorológicas), β é parâmetro desconhecido e ϵ o erro residual. Ou seja, busca-se incluir as influências possíveis no comportamento da variável dependente (Y) que não são explicadas de forma linear pelo comportamento das variáveis independentes (X).

Foi realizado um processo de imputação de dados (ZHANG, 2016) para a resolução de dados faltantes na variável temperatura mínima do ar. Ademais, os dados e métodos foram compilados e tratados pelo software livre R, versão 3.5.0.

3. DESENVOLVIMENTO

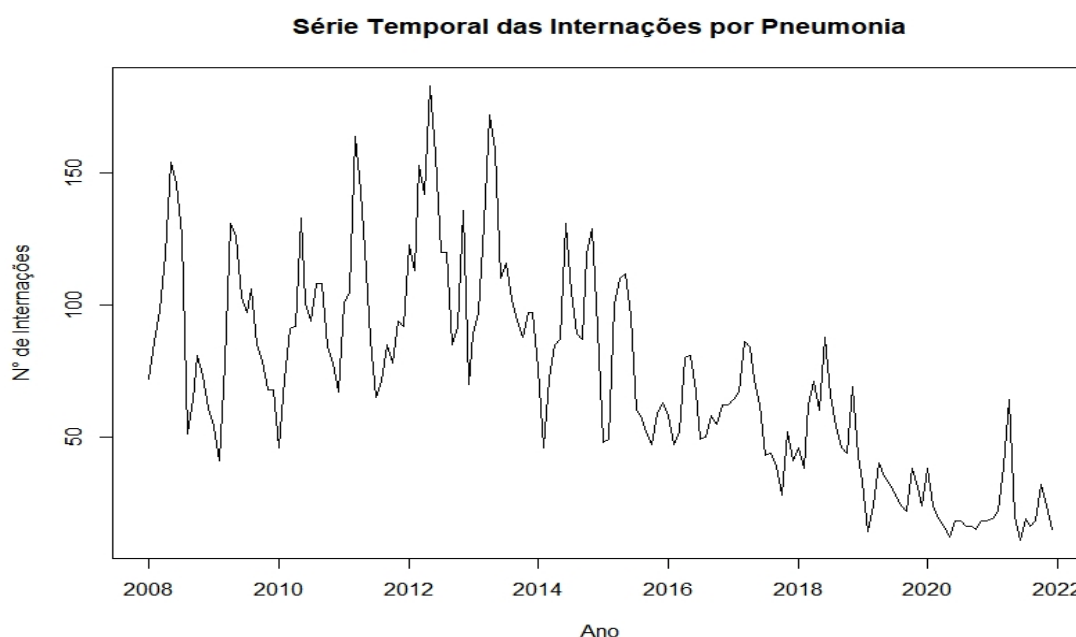
Analisando a série histórica dos dados de internação pode-se observar grande variabilidade ao longo dos anos, como disposto na figura 2. Ao todo, totaliza-se 12.226 casos de pneumonia apenas em residentes do município de Santarém. Em maio de 2012 encontra-se o maior valor com 183 casos registrados em um mês, na qual a média nesse período na temperatura é aproximadamente 30°C e a umidade relativa em torno de 90%. Em seguida se destaca abril de 2013 com 172 casos, e as médias da temperatura com 30,5° e umidade relativa com 91%. A partir de maio de 2015 até fevereiro de 2021 os casos apresentam um decréscimo na série, após do qual há um pico que se destaca, com 64 casos, seguido pelo menor valor da série, junho de 2021, com 11 casos. Cardoso (2010), menciona que a reorganização no âmbito do sistema de saúde no Brasil pode ser relacionada a aparente diminuição dos casos de doenças respiratórias, como é o caso da pneumonia. Entretanto, nos últimos anos, após a explosão da pandemia da Covid -19, o Brasil registrou um aumento significativo de internações por pneumonia ao redor de todo o país, o que torna imprescindível analisar essa ocorrência tendo em vista o risco que a doença acarreta para a saúde humana. Estudos regionalizados podem servir de base para a identificação de tendência e também averiguar os fatores de risco associados (FERNANDES e LEITE, 2018), neste caso, analisar riscos ambientais será o foco.

No contexto da pandemia da SARS-CoV-2 é observado que quando o vírus não leva o paciente a óbito de imediato, ele pode desenvolver um quadro de pneumonia podendo

morrer em decorrência da doença, sendo assim um efeito secundário do coronavírus (OLIVEIRA et al., 2020). Esse pode ser um possível fator responsável pela elevação dos casos em 2021. Outro fator, é a falta de imunização contra pneumonia (vacina pneumocócica), principalmente nas crianças e idosos, que são os grupos mais vulneráveis (ROSA et al., 2008; FRANCISO et al., 2004; GLEZEN et al., 2000). Quando há descaso quanto a vacinação a doença volta a aumentar, sendo reemergente, matando pessoas e aumentando os gastos dos cofres públicos na área da saúde (GOMES, 2001).

O pico de casos de internação por pneumonia no mês de abril de 2021 (Figura 2), é marcado pela curva de casos de covid-19 no mundo e na região amazônica, em que o mês mencionado corresponde a época chuvosa na região de Santarém, registrando 390 mm de chuva neste ano e mês, podendo este, ser um fator ambiental que contribuiu para o acréscimo de internações (Agência Nacional das Águas - ANA, 2022).

Figura 2 - Gráfico do comportamento dos casos internação por pneumonia em Santarém – PA (2008-2021).

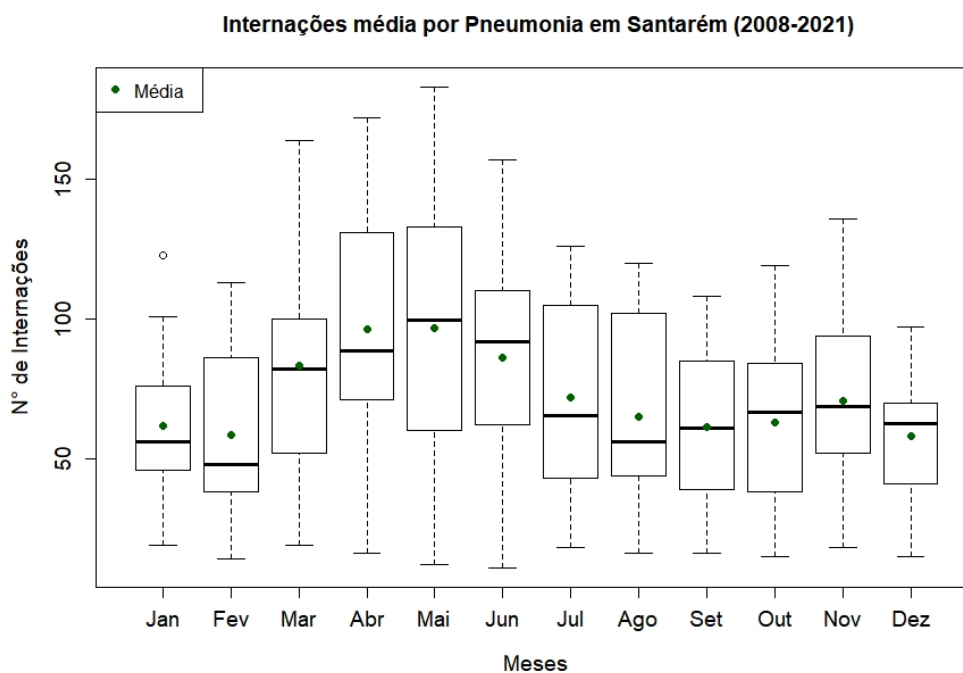


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A figura 3 retrata o boxplot das médias mensais durante o período estudado das internações por pneumonia. Nota-se através de uma análise observacional que o comportamento da doença é sazonal, apresentando as maiores médias no segundo trimestre do ano, ainda dentro do período chuvoso na região. O mês de maio se apresenta como o de

maior média de internações, com um valor de 99,5. Somando o número de casos de todos os meses de maio durante os anos estudados, têm-se ao total de 1.355 internações por pneumonia. Por outro lado, o mês com menor média foi dezembro com 62,5 casos. Esse mês corresponde ao período de transição, saindo do período seco para o período chuvoso na região de Santarém (Jacinto, et al., 2006). O gráfico também apresenta um outlier, ou seja, um valor extremo acima da média, no mês de janeiro. Trata-se do ano de 2012 com um registro de 123 internações. É válido lembrar que 2012 foi o ano que apresentou o maior número de casos em único mês, como já citado acima na série temporal da doença.

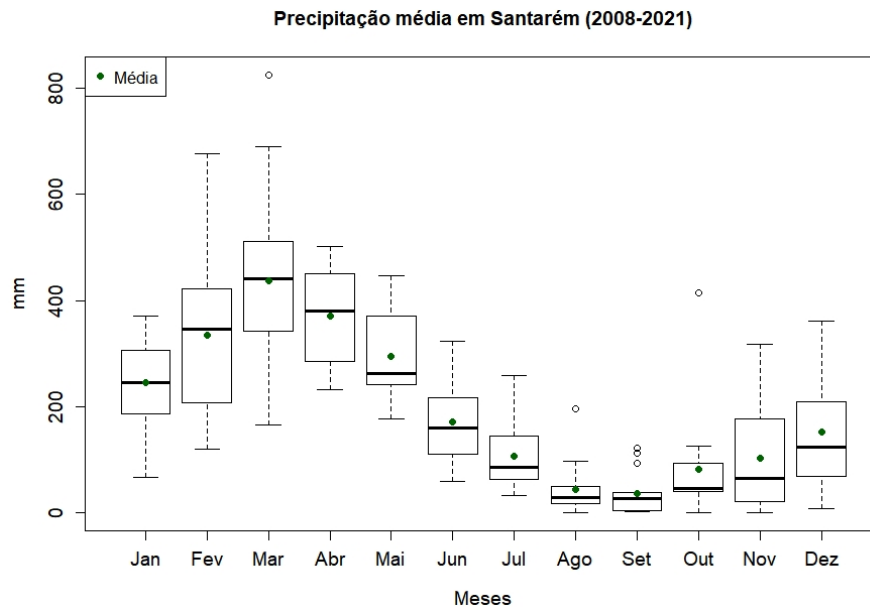
Figura 3 - Boxplot das médias mensais dos casos de internação por pneumonia em Santarém – PA (2008-2021).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

É importante analisar o comportamento mensal das variáveis meteorológicas nas quais busca-se encontrar associação. Na figura 4 pode-se observar o comportamento da precipitação mensal média na região santarena. É observado períodos bem definidos, a sazonalidade é predominante. Fevereiro, março e abril mostraram-se como os meses mais chuvosos na região para o período analisado, sendo registrado a maior média em março com 441,2 mm de chuva. Agosto e setembro marcam os meses com menos chuva, com uma média de 29,6 mm e 26,1 mm, respectivamente.

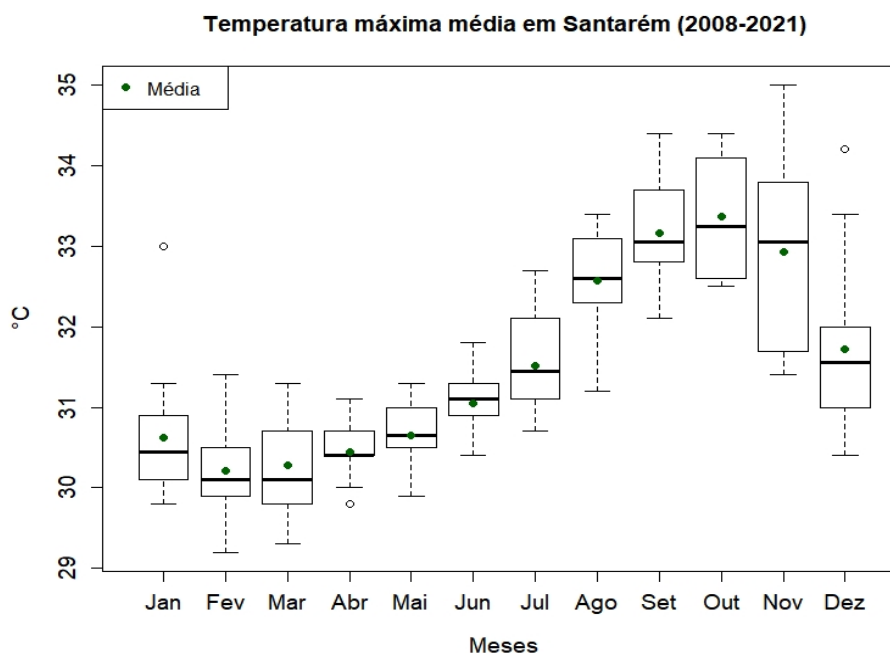
Figura 4 - Boxplot das médias mensais de precipitação em Santarém – PA (2008-2021).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O boxplot de temperatura máxima registra médias bem definidas, marcando as menores médias de janeiro a junho e as maiores de agosto a novembro. Outubro marca a maior média com 33,3°C e fevereiro e março marcam a menor média 30,1°C. Analisando as figuras 4 e 5 nota-se que os menores valores de temperatura máxima se encaixam nos meses mais chuvosos e os maiores valores no período mais seco.

Figura 5 - Boxplot das médias mensais de temperatura máxima em Santarém – PA (2008-2021).

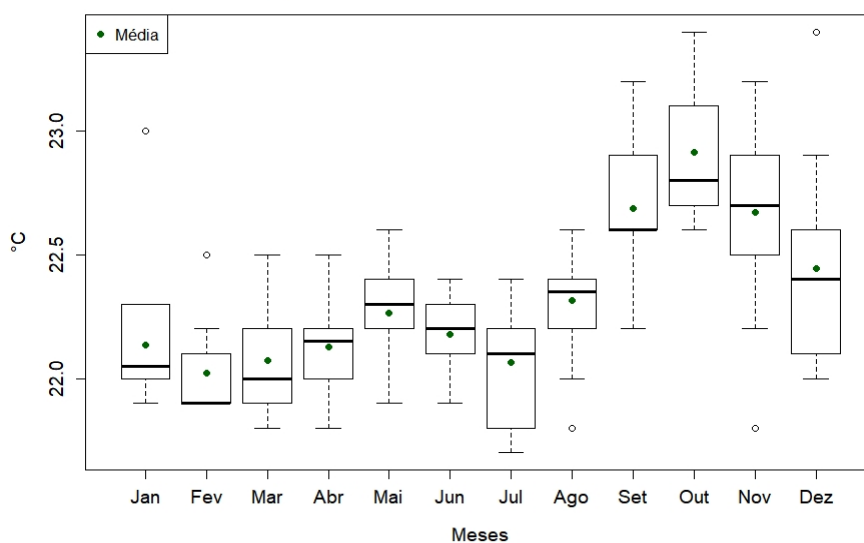


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).



A figura 6 apresenta o comportamento da temperatura mínima média, com uma visível variação durante os anos de estudo. Os meses com maior e menor média são, respectivamente, fevereiro com 21,9°C e outubro com 22,8°C. Há presença de outliers em janeiro, fevereiro e dezembro, com valores acima da média e em agosto e novembro com valores abaixo da média.

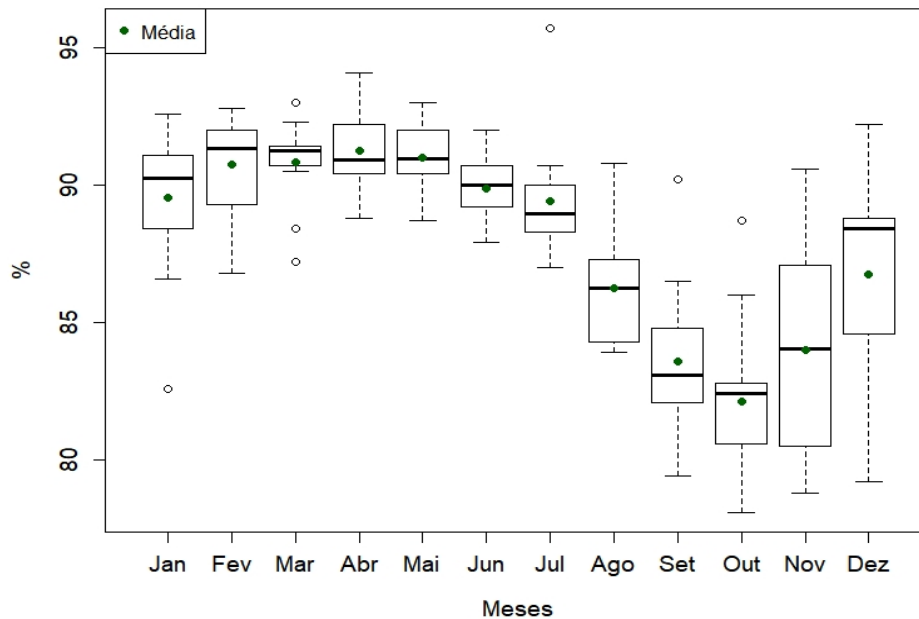
Figura 6 - Boxplot das médias mensais de temperatura mínima em Santarém – PA (2008-2021).
Temperatura mínima média em Santarém (2008-2021)



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Pode-se observar o comportamento médio da umidade relativa do ar em Santarém na figura 7. Percebe-se uma variação de altas e baixas porcentagens bem definidas ao longo do ano. Logo, de janeiro a julho o índice de umidade possui uma média alta, já de agosto a dezembro apresentam as médias mais baixas. Em março apresenta-se outliers abaixo e acima da média, tendo uma variação maior na média neste mês. O mês de maio portanto apresenta a média mais alta com 91% de umidade e o mês de outubro apresenta a menor média, 82,4%. A variação na média ao longo dos anos estudados mostra que a região santarena tem altas taxas de umidade, o que é condizente com uma cidade tropical (MOURA, et al., 2010).

Figura 7 - Boxplot das médias mensais de umidade relativa em Santarém – PA (2008-2021).
Umidade relativa média em Santarém (2008-2021)



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Em busca de associação entre pneumonia e as variáveis meteorológicas utilizou-se a regressão linear, na qual os valores obtidos estão expostos nas tabelas 2, 3, 4 e 5. A tabela 2 apresenta valores do teste de regressão entre a precipitação pluvial e os casos de pneumonia. Os valores de coeficiente de determinação (R^2) encontrados foram baixos, logo apresenta resultados sem significância estatística.

Tabela 2- Precipitação *versus* Internação por pneumonia, médias mensais no intervalo de 2008 a 2021.

Coeficiente de Determinação						
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
R^2	0,0168	0,2209	0,0057	0,1122	0,0493	0,0152
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
R^2	0,1369	0,0162	0,1439	0,1337	0,2031	0,1003

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na tabela 3 são apresentados os valores de R^2 através das médias mensais entre temperatura máxima e o número de internação por pneumonia. Logo, esta variável foi a que encontrou maiores valores de coeficiente de determinação, nos meses de maio com 0,4752, agosto com 0,5395 e setembro com 0,4263, todos com classificação estatística forte (Tabela 1). Trabalhos como o de Veloso (2022) utilizam o coeficiente de correlação para observar a relação mensal nos casos de pneumonia e variáveis meteorológicas, nesse caso para a região



de Curitiba – PR.

Tabela 3- Temperatura máxima *versus* Internação por pneumonia, médias mensais no intervalo de 2008 a 2021.

Coeficiente de Determinação						
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
R ²	0,0858	0,3381	0,2743	0,1064	0,4752	0,3937
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
R ²	0,3469	0,5395	0,4263	0,0976	0,0673	0,0736

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O teste estatístico entre temperatura mínima e as internações por pneumonia é exposto na tabela 4. Os maiores valores encontrados foram no mês de julho com 0,2627 e o menor em fevereiro com 0,0015.

Tabela 4- Temperatura mínima *versus* Internação por pneumonia, médias mensais no intervalo de 2008 a 2021.

Coeficiente de Determinação						
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
R ²	0,0023	0,0015	0,0239	0,2397	0,0035	0,1740
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
R ²	0,2627	0,0020	0,0113	0,00003	0,1536	0,0908

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A tabela 5 mostra os valores do teste de regressão linear entre umidade relativa do ar e casos de pneumonia. Os valores mensais com maior significância estatística foram em abril com 0,3827 e dezembro com 0,3521.

Tabela 5- Umidade relativa *versus* Internação por pneumonia, médias mensais no intervalo de 2008 a 2021.

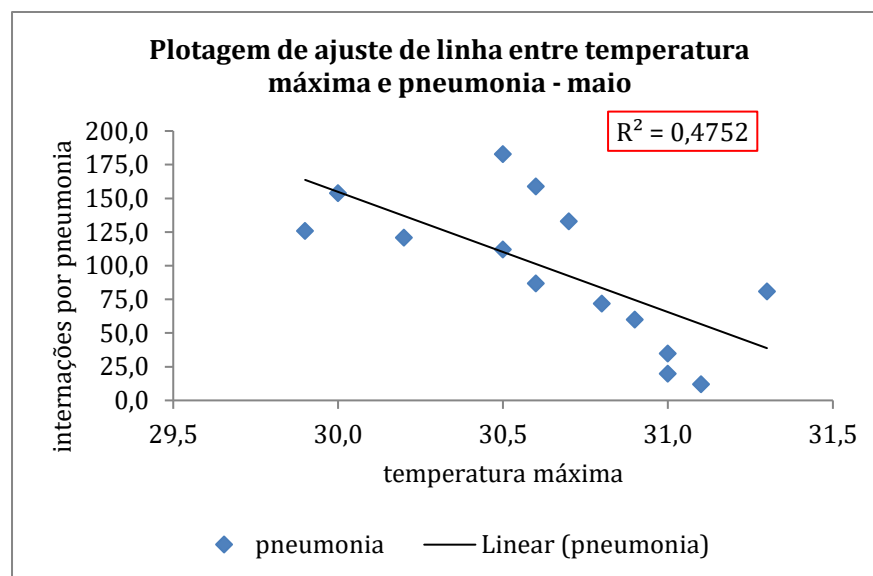
Coeficiente de Determinação						
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
R ²	0,0053	0,0083	0,0048	0,3827	0,2728	0,0264
Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
R ²	0,0964	0,0521	0,1810	0,0896	0,2360	0,3521

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Observou-se regressão linear significativa entre temperatura máxima e as internações por pneumonia em vários meses, sendo estes, fevereiro e maio a setembro, todos acima de

0,3. Analisando a figura 5 (comportamento da temperatura máxima) pode-se notar que em fevereiro a região tem uma média de 30,1°C, onde começa a apresentar associação entre a doença e a variável meteorológica e seguido de meses que apresentam significância estatística, como o mês de maio (figura 8), por exemplo, com $R^2 = 0,4752$, mês em que o município de Santarém apresentou média de temperatura máxima de 30,7°C (figura 5). Na figura 8, observando o comportamento médio de doença e variável meteorológica nos meses de maio, percebe-se que o número de casos é maior no intervalo de temperatura máxima entre 30,5°C e 30,8°C, a partir disso, com uma temperatura maior, os casos apresentam decréscimo. A linha de tendência nas figuras 8, 9 e 10, se comportam de forma inversa, em que quanto maior a temperatura máxima, menor o número de internações por pneumonia.

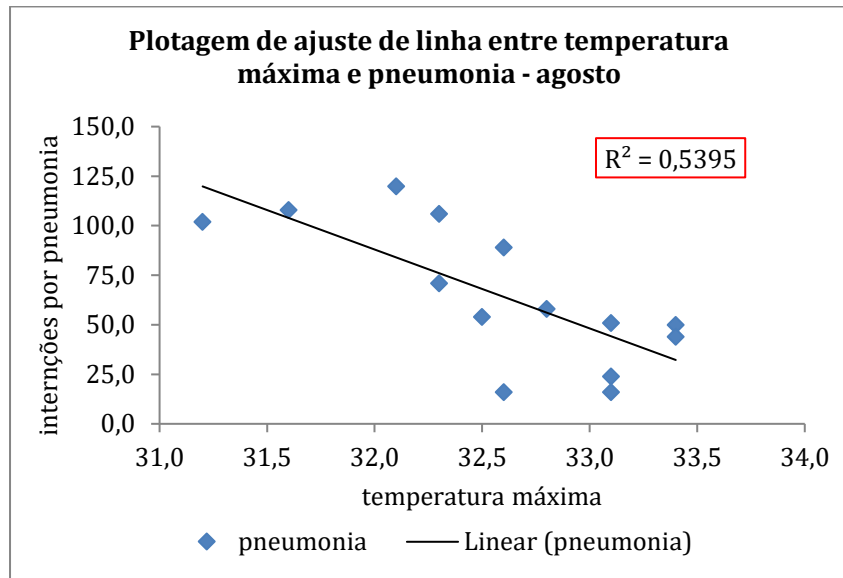
Figura 8 - Relação entre Temperatura Máxima mensal e Internação por pneumonia – maio de 2008 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A figura 9 mostra a distribuição dos casos da doença no intervalo da temperatura máxima entre 31°C a 33,5°C nas médias de agosto do período de estudo (2008 a 2021). O mês de agosto apresentou o resultado de maior coeficiente de determinação do estudo com $R^2 = 0,5395$. A distribuição de maior número de internações se apresenta na variação de 31,6°C a 32,6°C de temperatura máxima.

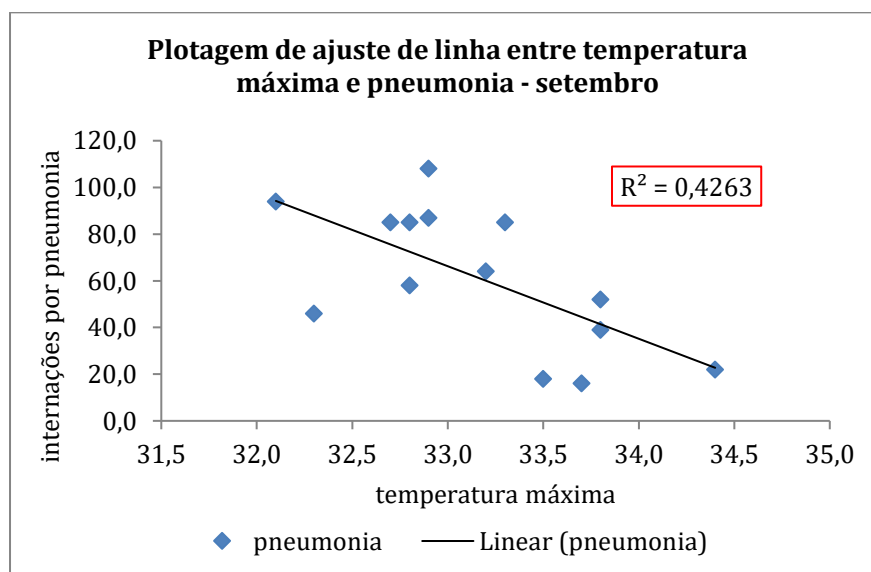
Figura 9 - Relação entre Temperatura Máxima mensal e Internação por pneumonia – agosto de 2008 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O segundo valor mais alto do teste de regressão linear, referente ao mês de setembro, é visualizado em forma de gráfico na figura 10, para qual o valor encontrado foi de $R^2 = 0,4263$. A maior distribuição dos casos se encontra na variação de 32,1°C a 33,3°C de temperatura máxima. Assim como os meses supracitados os casos diminuem a partir de temperaturas mais extremas, a partir dos 33,5°C a 34,4°C.

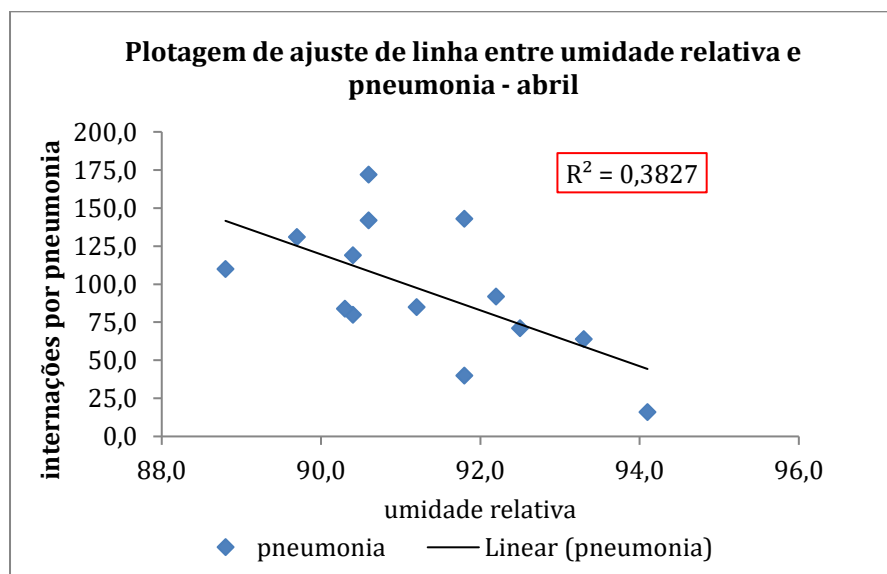
Figura 10 - Relação entre Temperatura Máxima mensal e Internação por pneumonia – setembro de 2008 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Após a temperatura máxima, a umidade relativa mostrou as outras maiores significâncias estatísticas, com $R^2 = 0,3827$ nos meses de abril e $R^2 = 0,3521$ em dezembro. A figura 11 mostra as internações por pneumonia mais intensas quando a umidade relativa variou de 90,6% a 91,8%. A partir dos 92,2% as internações diminuem. Esses dados correspondem as médias mensais de abril.

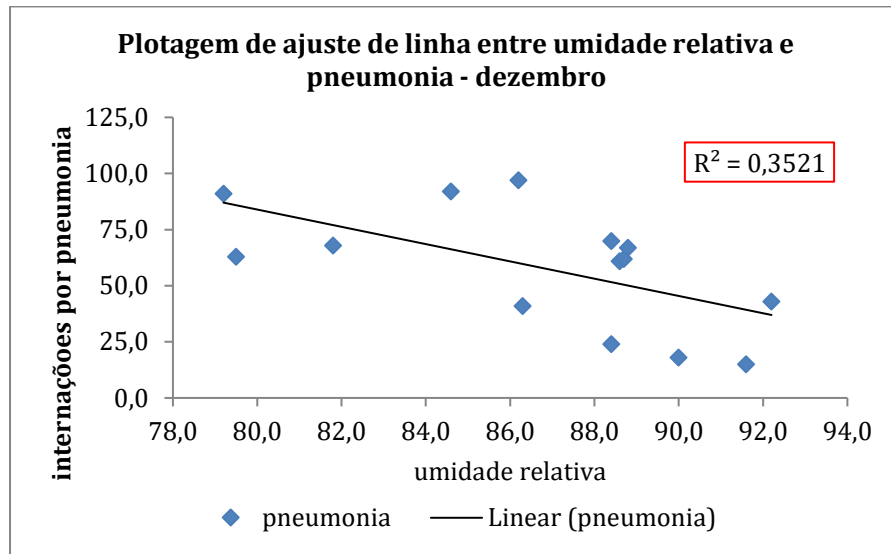
Figura 11 - Relação entre Umidade relativa mensal e Internação por pneumonia – abril de 2008 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na figura 12, é possível observar que as médias mensais de dezembro apresentam mais casos de internação por pneumonia quando a umidade relativa média apresentou 84,6% a 86,2%, com 92 e 97 casos, respectivamente.

Figura 12 - Relação entre Umidade relativa mensal e Internação por pneumonia – dezembro de 2008 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Através da regressão linear foi observado que a variáveis, temperatura máxima e umidade relativa apresentou maiores valores de coeficiente de determinação, entretanto nas demais variáveis, ou seja, precipitação pluvial e temperatura mínima os valores de coeficiente de determinação foram pouco explicativos.

Após análise individual do teste de regressão em cada variável meteorológica, aplicou-se a regressão linear múltipla, onde é observado na tabela 5 os resultados estatísticos do teste.

Tabela 5- Regressão Múltipla aplicado as variáveis meteorológicas e internações por pneumonia médias mensais no intervalo de 2008 a 2021.

Regressão Linear Múltipla				
Variáveis Meteorológicas	Estimativa	Erro padrão	Teste T	P-valor
Temperatura Máxima	-33,03332	4,20220	-7,861	4,80e-13 ***
Temperatura Mínima	61,78854	7,73061	7,993	2,23e-13 ***
Umidade Relativa	-2,90349	0,73874	-3,930	0,000125 ***
Precipitação	-0,04688	0,02324	-2,017	0,045287 *
Signif. codes	0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1			

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A regressão múltipla demonstra que as médias mensais das variáveis meteorológicas, Temperatura Máxima e Mínima, Umidade Relativa e Precipitação possuem associação significativa com as internações por pneumonia, conclui-se isso devido todas as variáveis

terem p-valor menor que o nível de confiança estipulado, 5% (<0,05). É válido destacar que essa associação é inversa.

Tabela 6- Regressão Múltipla aplicado as variáveis meteorológicas e internações por pneumonia médias mensais no intervalo de 2008 a 2021.

Coeficiente de Determinação - Regressão Múltipla			
R ²	0,8414	P-valor	2,2e-16

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Através da modelagem da regressão múltipla foi encontrado o valor $R^2 = 0,8414$ com p-valor de $2,2e-16$ (tabela 6). Sendo assim, pode-se apontar que mais de 80% dos dados de internação por pneumonia deste estudo podem ser explicados pelo modelo de regressão encontrado, cujo coeficiente de determinação é de 84,14%.

Os valores do coeficiente de determinação mostram que 53% das internações por pneumonia estão associadas a temperaturas máximas entre 31°C e 33°C no período de agosto no município de estudo, mês no qual a climatologia caracteriza-se como a do mês menos chuvoso e com altas temperaturas ao longo do mês (FREITAS, et al., 2022). Estudos como o de Miranda (2016), mostram essa associação positiva entre temperatura máxima e internações por pneumonia, a autora fez o estudo para a cidade de São Paulo – SP, em que os resultados mostraram associação, com 35% dos casos associados a temperatura máxima nos períodos mais secos do ano. Já o trabalho realizado por Souza (2013) buscou analisar dados de pneumonia e condições climáticas em diferentes cidades da região amazônica, na qual o autor encontrou valores significativos nas cidades de Rio Branco – AC ($R^2 = 0,56$), Manaus – AM ($R^2 = 0,44$), Macapá – AP ($R^2 = 0,41$) e Palmas – TO ($R^2 = 0,39$), todas associadas com temperatura máxima. Dessa forma, esses resultados encontrados em diferentes cidades na região amazônica corroboram com os resultados da presente pesquisa. Diferentes resultados podem ser observados quando se analisa especificamente temperatura do ar, já que alguns estudos (SOUSA, et al., 2007) encontram associação com temperatura mínima e outras com temperatura máxima. Isso pode ser explicado através de um estudo de série (HERRERA, 2013, p.142) que analisou pacientes com pneumonia e que verificaram que existe uma certa variação do causador da pneumonia o “*S. pneumoniae*” e “*L. pneumophila*” em que o microrganismo sofre variação pelas mudanças de estação. Logo, foi encontrado que

temperaturas altas estavam relacionadas a pneumonia causada por *L. pneumophila* e temperaturas baixas ocasionado por *pneumococcus (S. pneumoniae)*.

A pneumonia ocorre principalmente no inverno, com temperatura amenas, porém no verão com temperaturas mais altas pode vir a ocorrer também. Condições climáticas como altas temperaturas ocasionam desidratação no organismo humano, o que pode prejudicar as barreiras mecânicas respiratórias (defesa natural que inicia nas narinas e através dos pelos protetores e do turbilhonamento aéreo impossibilitam a entrada de microrganismos) (LOPES et al., 2014). Nas regiões quentes, o corpo humano perde mais líquido conforme transpira e quando não há reposição do líquido acontece um ressecamento na mucosa das barreiras mecânicas respiratórias e por conseguinte a barreira natural sofre mais riscos de possibilitar a entrada de bactérias causadoras da patologia, assim como a entrada de microrganismos já presentes no organismo (HCOR, 2021).

A umidade relativa apresentou altos valores de coeficiente de determinação no presente trabalho, dito isso, algumas regiões apresentam maior e outras menor associação com essa variável, como apontado pelo trabalho de Freitas Júnior (2018), no qual o teste do coeficiente de determinação encontrou o valor de 0,38 quando analisado os dois semestres do ano de 2005 na cidade de Fortaleza, isso para um estudo de caso que relacionava pneumonia e variáveis climáticas na internação de crianças de 1-4 anos. Esse resultado é aproximado do valor encontrado no presente estudo que também foi de 0,38 no mês de abril (Tabela 5). As altas taxas de umidade podem acentuar a concentração de fungos e pólen na atmosfera e esse fator pode proporcionar a intensificação dos efeitos da exposição alergênica (PACKE e AYRES (1985); HOLZ, et al., 2002). Esse aumento dos fungos e pólen no ar acabam sendo associados a crises no aparelho respiratório, ocasionando assim internações por pneumonia (SANTOS, 2016).

O coeficiente de determinação observado na regressão múltipla se ajusta de maneira mais eficaz, já que considera a influência em conjunto das variáveis meteorológicas na ocorrência da pneumonia. O R^2 encontrado releva que 84% das internações são capazes de prever a ocorrência de pneumonia na região de Santarém através do comportamento das condições de tempo e, portanto, os 27% podem estar relacionados a outros fatores, como condições ambientais, socioeconômicas e comportamentais (MONTEIRO, 1987; OLIVEIRA, 2011; PONTES et al., 2016). O estudo de Souza (2003) observou resultados sinérgicos da

temperatura do ar, umidade relativa e precipitação na ocorrência de pneumonia, com $R^2=0,18$ na cidade de Campina Grande – Paraíba e $R^2=0,23$ João Pessoa – Paraíba. Logo, a literatura já descreve o efeito conjunto das variáveis meteorológicas na pneumonia em outras regiões do país. Devido a climatologia singular de cada região, como norte e nordeste, é esperado que se observe coeficientes de determinação bem diferentes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos dados meteorológicos e de saúde foi possível encontrar classificação forte e média através do coeficiente de determinação nas variáveis temperatura máxima e umidade relativa quando associado as internações por pneumonia no município de Santarém. As demais variáveis estudadas, temperatura mínima e precipitação não apresentaram resultados explicativos. Já a regressão linear múltipla demonstrou que mais de 80% dos dados de internação são explicados pelas variáveis meteorológicas do período do estudo.

Doenças respiratórias como a pneumonia pode ser ocasionada por diversos fatores e a análise regionalizada e específica mostra a importância em observar os efeitos meteorológicos na saúde.

Uma limitação foi identificada na região de estudo, na qual há falta de outras variáveis meteorológicas para uma maior análise, em específico dados de poluição do ar que é mencionado na literatura que há forte interferência na atividade viral, logo sendo um dado de extrema importância para pesquisa.

Desta forma, aconselha-se aos órgãos pertinentes da área da saúde pública e do governo a implementação de programas de saúde que consideram a interferência das condições climáticas em internações por pneumonia e outras doenças das vias respiratórias. Além disso sugere-se maiores estudos através de outras técnicas e métodos que investiguem a associação entre saúde respiratória humana e clima nas regiões tropicais.

REFERÊNCIAS

ANS, AGÊNCIA NACIONAL DA SAÚDE SUPLEMENTAR. **Mapa Assistencial 2020: 106ª Reunião Câmara de Saúde Suplementar**. Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ans/pt-br/arquivos/aceso-a-informacao/participacao-da->

sociedade/camss-camara-de-saude-suplementar/apresentacao_css/apresentacao_mapa_assistencial_2020_-_dipro.pdf. Acesso em 28 ago. 2022.

BARKER, William; MULLOOLY, John. Impact of epidemic type A influenza in a defined adult population. **Am J Epidemiol**; 115:798-813, 1980.

BARROS, Franciele Silva de; SILVA, Marina Piacenti da. Fatores Ambientais associados à pneumonia em três cidades do estado de São Paulo. **Journal contribution**. VII congresso Brasileiro de Biometeorologia, Ambiente, Comportamento e Bem estar, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5181529.v1>. Acesso em: 28 ago. 2022.

CARDOSO, Andrey Moreira. A persistência das infecções respiratórias agudas como problema de Saúde Pública. **Cadernos de Saúde Pública** [online], v. 26, n. 7, p. 1270-1271, 2010. Acessado em: 7 set. 2022.

CARSTENSEN, John M; PERSHAGEN, Goran; EKLUND, Gunnar. Mortality in relation to cigarette and pipe smoking: 16 years observation of 25,000 Swedish men. **J Epidemiol Community Health**, 41:166-172, 1987.

BRASIL, Ministério da Saúde. DATASUS. **Informações de Saúde (Tabnet)**. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/informacoes-desaude/tabnet>. Acesso em: 28 ago. 2022.

DUARTE, Denise Helena Silva. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. 2000. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/T.16.2000.tde-18072006-182858. Acesso em: 22 set. 2022.

DOWNING, Douglas; CLARK, Jeffrey. **Regressão Linear Múltipla**. Estatística Aplicada. 2. ed. São Paulo: Saraiva, p.263-277, 2003.

FERNANDES, Vinicius; LEITE, Maysa de Lima. Relação entre sazonalidade e mortalidade por pneumonia em idosos no município de Paranavaí, Paraná. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, [S.l.], v. 5, n. 5, p. 144-157, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/1060>>. Acesso em: 16 jan. 2023.

FRANCISCO, Priscila Maria Stolses Bergamo; DONALISIO, Maria Rita; LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira. Internações por doenças respiratórias em idosos e a intervenção vacinal contra influenza no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 7, n. 2, p. 220-7, 2004.

FREITAS JÚNIOR, Dáviney Sales de. **Variação temporal e espacial da pneumonia em Fortaleza: relação com o clima e variáveis socioeconômicas**. 2018. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

FREITAS, B. S.; DA SILVA, T. A.; REIS, M. A. G.; LIMA, L. dos S.; GOMES, A. C. S. Análise de associações entre internações de diabetes mellitus e condições atmosféricas no período de 2010 a 2020 no município de Santarém, Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 30,

n. 18, p. 647–667, 2022. DOI: 10.55761/abclima.v30i18.15482. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15482>. Acesso em: 13 set. 2022.

GLEZEN, W. P., GREENBERG, S. B.; ATMAR, R. L.; PIEDRA, P. A.; Couch R. B. Impact of respiratory virus infection on persons with chronic underlying conditions. **JAMA**, v. 283, n. 4, p. 499-505, 2000.

GOMES, Lucy. Fatores de risco e medidas profiláticas nas pneumonias adquiridas na comunidade. **Jornal de Pneumologia** [online], v. 27, n. 2, p. 97-114, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-35862001000200008>. Acesso em: 16 jan. 2023.

HCOR, Hospital do Coração. **Pneumonia também pode atacar no verão**. Associação Beneficente Síria, 2021. Disponível em: <https://www.hcor.com.br/imprensa/noticias/pneumonia-tambem-pode-atacar-no-verao/>. Acesso em: 13 set. 2022.

HOLZ, O.; MÜCKE, M.; PAASCH, K.; BÖHME, S.; TIMM, P.; RICHTER, K.; MAGNUSSEN, H.; JÖRRES, R. A. Repeated ozone exposures enhance bronchial allergen responses in subjects with rhinitis or asthma. **Clin Exper Allergy**, 32: 681–689, 2002.

HUXLEY, E. J; VIROSLAV, J.; GRAY, W. R. PIERCE, A. K. Pharyngeal aspiration in normal adults and patients with depressed consciousness. **Am J Med**, 64:564-568, 1978.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 28 ago. 2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 28 ago. 2022.

JACINTO, A. I.; SIMAS, M. T. M.; BIANCHI, R.; OLIVEIRA, K. N.; RECH, C. M. C. B. **Aspectos físico-territoriais e atrações turísticas do município de Santarém, Pará**, 2006. Disponível em: <http://www2.ifes.com.br/webifef/revista/REVISTA%20DE%20TURISMO/EDI%7%C3%ARTIGOS%20%AA20EDI%7%C3%ASPECTOS>. Acesso em: 19 out. 2021.

KALIL, Irene. **Pneumonia: especialista esclarece sintomas e formas de prevenção**. Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), 2013. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/pneumonia-especialista-esclarece-sintomas-e-formas-depreven%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 01 set. 2017.

KOIVULA, Irma; STEN, Marja; MAKELA, Pirjo Helena. Risk factors for pneumonia in the elderly. **Am J Med**, 96:313-320, 1994.

KOPPEN, Wladimir. Das geographische system der klimat. **Handbuch der klimatologie**, p. 46, 1936.

LOPES, Agnaldo José; NORONHA, Arnaldo; MAFORT, Thiago. Mecanismos de defesa do aparelho respiratório. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto (TÍTULO NÃO-**

CORRENTE), [S.l.], v. 9, n. 2, abr. 2014. ISSN 1983-2567. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/9173>>. Acesso em: 27 set. 2022.

FERREIRA, Maria Eugenia Costa. “Doenças tropicais”: o clima e a saúde coletiva. Alterações climáticas e a ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu, PR. **Terra Livre**, [S. l.], v. 1, n. 20, p. 179-192, 2015. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/terralivre/article/view/183>. Acesso em: 13 set. 2022.

MANSUR, Ana Isabel. **Pneumonia mata 504 pessoas e passa a covid-19 como principal causa de morte no DF**. Correio Braziliense, 2022. Disponível em: <<https://www.correio braziliense.com.br/cidades-df/2022/03/4990367-pneumonia-mata-504-pessoas-e-passa-a-covid-19-como-principal-caoa-de-morte-no-df.html>>. Acesso em: 01, set de 2022.

MIRANDA, Marina Jorge de. Análise temporal das internações por gripe e pneumonia associadas às variáveis meteorológicas no município de São Paulo, SP. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 37 (2), 61-71, 2016.

MONTEIRO, Carlos Augusto; BENÍCIO, Maria Helena D’Aquino. Estudo das Condições de Saúde das Crianças do Município de São Paulo, SP (Brasil), 1984/1985. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 380-386, 1987.

MOURA, Marcelo de Oliveira; ZANELLA, Maria Elisa; SALES, Marta Celina Linhares. CONFORTO TÉRMICO EM FORTALEZA-CE. **Revista da ANPEGE**, [S. l.], v. 6, n. 06, p. 177–189, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6584>. Acesso em: 27 set. 2022.

OLIVEIRA, G. L.; RIBEIRO, A. P.; PEREIRA, C. C. A.; MACHADO, C. J. O novo coronavírus e a pneumonia: análise comparativa de internações e óbitos no Brasil entre 2019 e 2020. **Revista Thema**, [S. l.], v. 18, n. ESPECIAL, p. 332–342, 2020.

OLIVEIRA, José Clênio Ferreira de. **Efeitos diretos e indiretos de variáveis meteorológicas na saúde qualidade de vida da população urbana da cidade de Maceió, AL**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2004.

OLIVEIRA, Josildo Severino de. **Variáveis meteorológicas e as ocorrências de doença meningocócica no município de Manaus de 2007 a 2009**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PACKE, G. E; AYRES, Jon G. Asthma outbreak during a thunderstorm. **Lancet**, p. 199-204. 1985. doi: 10.1016/s0140-6736(85)91510-7.

POBB, K.; LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J. S.; STOCCO, C.; DAL GOBBO, B. L. Aspectos epidemiológicos e influência de variáveis climáticas nos casos notificados de meningite em crianças no município de Ponta Grossa – PR, 2002-2011. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 13, 2021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13736>. Acesso em: 2 set. 2022.

PONTES, C. C.; DE LIMA LEITE, M.; GAVÃO, N.; DAS VIRGENS FILHO, J. S. (2016). Efeitos do Clima na saúde: Análise das internações de crianças menores de cinco anos por pneumonia no município de Ponta Grossa-PR. **Revista brasileira de climatologia**, v. 18, 2016.

ROCHA, E.; SOUZA, E. B.; SANTOS, F. A. A.; LOPES, M. N.; SANTOS, D. M.; ROLIM, P. A. M.; NETO, B. S.; MAIA, I. F. **Zoneamento climático: relatório preliminar ZEE-PA**, Belém: SIPAM, p. 31, 2009.

ROSA, A. M.; IGNOTTI, E; HACON, S. S.; CASTRO, H. A. Analysis of hospitalization for respiratory diseases in Tangará da Serra, Brazil. **J Bras Pneumol**, Brasília, v. 34, p. 575-582, 2008.

RUIZ, M.; EWIG, S.; TORRES, A.; ARANCIBIA, F.; MARCO, F.; MENSA, J.; SANCHEZ, M.; MARTINEZ, J. A. Severe community-acquired pneumonia: risk factors and follow-up epidemiology. **Am J Respir Crit Care Med**, 160(3):923-929, 1999. doi: 10.1164/ajrccm.160.3.9901107.

SANTOS, Wanessa Djanis de Queiroz. **Relação entre elementos climáticos e as internações por doenças respiratórias nos municípios de Martins – RN e Apodi – RN**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SOUSA, Nadja Maria Nascimento. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em Campina Grande e João Pessoa**. 2003. 81f. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba, 2003. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/8660>.

SOUSA, Nadja Maria Nascimento; DANTAS, Renílson Targina; LIMEIRA, Rodrigo César. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Meteorologia** [online], v. 22, n. 2, p. 183-192, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862007000200004>. Acesso 16 jan. 2023.

SOUSA, T. C. M.; AMANCIO, F.; HACON, S. S.; BARCELLOS, C. Doenças sensíveis ao clima no Brasil e no mundo: revisão sistemática. **Revista Panam Salud Publica**, 42:e85, 2018.

SOUZA, Marcelo Henrique Favacho de. **Estudo bioclimático de doenças respiratórias na Amazônia legal: casos de asma e pneumonia**. 2013.111 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

VICTORA, C. G.; KIRKWOOD, B. R.; ASHWORTH, A. BLACK, R. E.; ROGERS, S.; SAZAWAL S.; CAMPBELL H.; GOVE, S. Potential interventions for the prevention of childhood pneumonia in developing countries: improving nutrition. **Am J Clin Nutr**, 70:309-320, 1999.

ZHANG, Zhongheng. Multiple imputations with multivariate imputation by chained equation (MICE) package. **Annals of translational medicine**, v. 4, n. 2, 2016. Doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.12.63.