

## EFETOS DO CLIMA NA SAÚDE: ANÁLISE DAS INTERNAÇÕES DE CRIANÇAS MENORES DE CINCO ANOS POR PNEUMONIA NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA – PR

PONTES, Catherine Copas – catherine.pontes@live.com  
Graduanda em Enfermagem da Un. Estadual de Ponta Grossa (UEPG/PR)

LEITE, Maysa de Lima – mleite@uepg.br  
Professora do Departamento de Biologia Geral da Un. Estadual de Ponta Grossa (UEPG/PR)

GAVÃO, Natália – gn\_natalia@hotmail.com  
Graduanda em Enfermagem da Un. Estadual de Ponta Grossa (UEPG/PR)

VIRGENS FILHO, Jorim Sousa Das – jvirgens@uepg.br  
Professor do Departamento de Matemática e Estatística da Un. Estadual de Ponta Grossa (UEPG/PR)

**RESUMO:** Durante anos vem se estudando a influência que o clima tem sobre a saúde humana e sabe-se que as variações climáticas são capazes de influenciar a incidência de patologias no indivíduo. A partir disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar doenças do aparelho respiratório em relação a algumas variáveis climáticas (temperatura do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar) no município de Ponta Grossa – PR, no período de 1998 a 2013. Dentro das DAR, pode-se observar uma grande relevância da pneumonia nas taxas de internações, uma vez que ela representa cerca de 66% do total das doenças respiratórias no município. Sendo assim, foram elaboradas taxas de internações de pneumonia e confrontadas com as variáveis climáticas para realização dos testes de correlação de Pearson e de regressão linear múltipla. Dentre essas variáveis climáticas a que se mostrou mais correlacionada à pneumonia foi a temperatura mínima com elevada significância estatística ( $p=0,0001$ ). Já com a regressão linear múltipla obteve-se resultados importantes quando relacionadas as taxas de internações de pneumonia às três variáveis climáticas, tendo um  $R^2$  de 0,9746 altamente significativo ( $p=0,0001$ ) para o modelo anual.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efeitos do clima, epidemiologia, saúde, pneumonia

*INFLUENCE OF CLIMATE ON HUMAN HEALTH: ANALYSIS OF HOSPITALIZATIONS OVER PNEUMONIA FOR CHILDREN UNDER FIVE YEARS OLD IN PONTA GROSSA/PR*

**ABSTRACT:** For years we have been studying the influence that the weather has on human health and it is known that climate change can influence the incidence of diseases in human being. From this, the aim of this study was to quantify and evaluate respiratory diseases compared to some climatic variables (air temperature, rainfall and relative humidity) in the city of Ponta Grossa - PR, in a period 1998-2013. On the DAR hospitalization, it can be observed a great relevance in pneumonia hospitalization rates, since it represents about 66% of all respiratory diseases in the city. Thus, pneumonia hospitalization rates have been prepared and confronted with climatic variables to achieve the Pearson correlation test and multiple linear regression. Among these climatic variables that proved to be more correlated with pneumonia was the minimum temperature with high statistical significance ( $p=0.0001$ ). For the linear regression it was obtained significant results when it was related the pneumonia admission rates to the three climate variables, with a highly significant  $R^2$  of 0.9746 ( $p = 0.0001$ ) for the annual model.

**KEYWORDS:** Climate effects, epidemiology, health, pneumonia

### 1. INTRODUÇÃO

O impacto que o ambiente tem sobre a saúde humana vem sendo estudado e discutido desde a antiguidade, e Hipócrates em 400 a.C, já demonstrou em seu livro *On Airs, Waters, and Places*, evidências de que as variações climáticas podem influenciar na incidência

de patologias em seres humanos, os quais encontram-se vulneráveis à essas particularidades (COELHO, 2010; SOUZA, 2007; ZEM, 2004).

Para que se possa entender o clima e suas variações, e posteriormente, estudá-los quanto sua capacidade de levar à doenças, alguns sistemas de classificação climática são utilizados para definir tipos de clima e sua respectiva região. Dentre estes sistemas encontra-se a classificação de Köppen, que aponta o município de Ponta Grossa para um perfil Cfb, o qual caracteriza-se como sendo "sempre úmido, com clima quente-temperado, sendo que no mês mais quente as temperaturas permanecem abaixo dos 22°C e os restantes onze meses acima dos 10°C, em média" (MAACK, 2012).

Porém, nos últimos anos, as variações climáticas vêm se mostrando cada vez mais intensas na cidade e segundo COSTA (2014) "o mês de janeiro de 2014 foi mais quente que o mesmo período dos anos anteriores. Do 1º dia até o 31º dia, a média de temperatura foi de 28,5°C. Havia 16 anos que a média não passava de 27,1°C".

Considerando que, o homem está sob permanente contato e influência do meio externo, e sendo este extremamente variável, deve-se supor que tal relação pode levar ao benefício ou malefício do ser (ZEM, 2004). Assim sendo, partindo do pressuposto que interações entre o homem e o clima são inevitáveis, estas vêm sendo estudadas constantemente para que, uma vez entendendo essa interação, sejam tomadas medidas capazes de proteger e melhorar a saúde humana.

Algumas doenças se originam ou se manifestam em condições atmosféricas diferentes e segundo AYOADE (1996) essas afecções que atingem o homem "demonstram em suas incidências, correlações íntimas com as condições climáticas e com as estações do ano".

Sabendo-se que é imprescindível ao organismo humano o constante suporte de oxigênio e que sua obtenção ocorre através do ar atmosférico, o aparelho respiratório é um dos sistemas que mais sofre com as condições climáticas e suas variações.

Durante o período de 16 anos de informações as Doenças do Aparelho Respiratório (DAR) ocuparam, em média, o segundo lugar no *ranking* nacional de internações pelo Sistema Único de Saúde, ficando atrás apenas das internações por Gravidez, Parto e Puerpério. No Brasil, as DAR são responsáveis por aproximadamente 14% de todas as internações (DATASUS, 2015).

Dentre as internações por doenças respiratórias, a pneumonia se apresenta como a principal causa de intervenção hospitalar e tanto no Brasil como no município de Ponta Grossa, a pneumonia corresponde a aproximadamente 50% das internações totais por DAR. Outras afecções respiratórias destacam-se também entre as mais comuns, sendo elas a Asma, Bronquite e Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DATASUS, 2015).

Quando se tratam de doenças respiratórias, alguns grupos etários se mostram mais vulneráveis a tais enfermidades e dentre eles destacam-se as crianças menores de cinco anos (DATASUS, 2015).

Estudos apontam que em países em desenvolvimento, cerca de cinco milhões de crianças, com idade inferior a cinco anos, entram em óbito por consequência das DAR, onde a pneumonia se encontra como causa principal. A *World Health Organization (WHO)* aponta que

no ano de 2013, a pneumonia foi responsável por 935 mil óbitos em menores de 5 anos de idade no mundo (GOYA, 2005; TOYOSHIMA, 2005; WHO, 2015).

Apesar de a idade ser o fator predominante para a vulnerabilidade às doenças respiratórias, alguns outros fatores de risco devem ser considerados como: baixo peso ao nascer, desmame precoce, desnutrição, viroses respiratórias progressas e doenças de base (GOYA, 2005).

Atualmente, as doenças respiratórias são muito comuns e as formas de contraí-las também são muito abrangentes, por isso torna-se necessário realizar estudos regionalizados a fim de identificar os períodos de maior ocorrência de internações com intuito de planejar um melhor atendimento aos usuários, além de identificar possíveis fatores, como as alterações climáticas, capazes de contribuir para esse aumento.

Este estudo tem como finalidade avaliar as doenças respiratórias em relação a algumas variáveis climáticas (temperatura do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar) no município de Ponta Grossa, PR, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2013.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para o desenvolvimento deste estudo, inicialmente efetuou-se um levantamento dos dados relativos às internações hospitalares referentes às Doenças do Aparelho Respiratório (DAR), por meio do Departamento de Informática do SUS – DATASUS, no site do Ministério da Saúde ([www.datasus.com.br](http://www.datasus.com.br)) O sistema de informações do DATASUS ordena as doenças seguindo o padrão de Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID 10), o qual foi aprovado no ano de 1989. As Doenças do Aparelho Respiratório (DAR) correspondem ao Capítulo X do CID10, e nele estão categorizadas as patologias e seus devidos códigos, onde destacam-se: Influenza [gripe] (*J09-J11*), Pneumonia (*J12-J18*), Bronquite aguda e bronquiolite aguda (*J20-J21*), Sinusite crônica (*J32*), Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas (*J40-J44*), Asma (*J45-J46*) (DATASUS, 2014).

Para o uso dos dados epidemiológicos adotou-se como critério de inclusão todos os registros de crianças com menos de cinco anos de idade, residentes no município de Ponta Grossa, PR, (Figura 1) no período de estudo, perfazendo um total de 23633 registros. Foram selecionados dados de morbidade por DAR segundo seu número de internações, causas por categorias e faixa etária. Após observação do panorama geral, optou-se por trabalhar com a principal causa das Doenças do Aparelho Respiratório, que foi a pneumonia. A partir disso, definiu-se a faixa etária a ser estudada “menores de 5 anos”, que foi a principal idade acometida por tal doença, durante os 16 anos de estudo.



Figura 1 - Mapa da localização do município de Ponta Grossa-PR.

De posse dos dados houve uma organização e tabulação dos mesmos no EXCEL® e em seguida, foram elaborados gráficos de distribuição mensal, sazonal e anual para posterior análise.

Para levantamento dos dados referentes à população no município de Ponta Grossa no período de 1998 a 2013 foram utilizadas as estimativas e censos disponibilizados pelo IBGE. Para os anos sem informações foram utilizados os registros locais e ajustou-se um modelo de Regressão Exponencial Simples ( $r^2=0,99$ ) para as estimativas populacionais anuais faltantes.

Com a estimativa anual concluída, foi possível fazer a distribuição populacional mensal, o que permitiu a realização da análise sazonal.

Após o término das estimativas mensais foram realizados os cálculos das taxas de internações (TI) de DAR, mês a mês, por dez mil habitantes, utilizando-se a Equação 1.

$$TI = \left( \frac{\text{número de internações}}{\text{população}} \right) * 10.000 \quad \text{Equação 1}$$

Os dados climáticos diários, para o período de 1998 a 2013, foram gerados a partir do "PGECLIMA\_R: Gerador Estocástico de Cenários Climáticos", onde o mesmo forneceu uma simulação das variáveis: *precipitação pluviométrica, umidade relativa, temperaturas máxima e*

*mínima*, tomando como base de dados a série histórica (1980 a 2009) da Estação Meteorológica pertencente ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), com coordenadas geográficas de 25°13' para latitude sul, longitude 50°01' Oeste e altitude de 880 metros. Os dados foram então organizados em planilhas e utilizados para o desenvolvimento de gráficos, tabelas e demais análises, possibilitando um estudo conjunto da ocorrência das doenças e o comportamento das variáveis climáticas.

A partir da obtenção das estimativas das taxas de internação mensal e das variáveis climáticas, testes estatísticos foram realizados com o intuito de se observar se há interferência dessas variáveis nas internações por doenças respiratórias no município de Ponta Grossa, PR.

As taxas de internações médias mensais juntamente com as médias mensais das variáveis climáticas, já mencionadas anteriormente, foram utilizadas na estimativa do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ), o qual mensura o grau de relação mútua entre duas variáveis. O Coeficiente de Pearson, pode variar entre -1 a +1, sendo que, quanto mais próximo desses valores, mais forte é a associação entre as variáveis analisadas, onde zero significa a ausência de correlação e um significa uma correlação perfeita.

O teste de Correlação de Pearson ainda é interpretado dependo do sinal apresentado no resultado, o qual, positivo significa que quando uma variável aumenta a outra a segue no mesmo sentido e se for negativo elas são inversas, ou seja, enquanto uma variável diminui, a outra variável aumenta.

Para avaliação da significância dos coeficientes de correlação obtidos, utilizou-se o teste *t de Student*. Para tanto, se o valor do teste *t* ultrapassar os valores críticos de significância, então o Coeficiente de Pearson é aceito, por conseguir derrubar a hipótese de nulidade  $H_0$ , onde se preconiza que as variáveis não estão correlacionadas, e consequentemente aceita a hipótese alternativa  $H_1$  onde se infere que as variáveis estão correlacionadas.

As taxas de internação também foram avaliadas conjuntamente com os dados referentes às variáveis climáticas para a análise de possíveis interferências do clima nas referidas taxas. Para tanto, realizou-se a análise de modelos matemáticos mensais de regressão linear múltipla para verificar a influência destas variáveis sobre as taxas de internação. O modelo teórico em questão pode ser representado, conforme Downing (2003) por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_{i1}X_{i1} + \beta_{i2}X_{i2} + \beta_{i3}X_{i3} + \epsilon_i \quad \text{Equação 2}$$

Em que:  $Y$  é a variável explicada ou dependente (no caso, taxa de internação), ou seja, é o valor que se quer atingir;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são os parâmetros desconhecidos;  $X_{i1}$ ,  $X_{i2}$  e  $X_{i3}$  são as variáveis independentes (no caso, variáveis climáticas), que representam o fator explicativo na equação e  $\epsilon_i$  o erro residual, na qual procura-se incluir todas as influências no comportamento da variável  $Y$  que não podem ser explicadas linearmente pelo comportamento das variáveis  $X_{i1}$ ,  $X_{i2}$  e  $X_{i3}$  e os possíveis erros de medição.

Concomitantemente à elaboração dos modelos matemáticos mensais, realizou-se o cálculo dos coeficientes de determinação ( $R^2$  múltiplo) para cada modelo, para analisá-los quanto às suas capacidades de justificar as taxas de internação a partir das variáveis climáticas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de estudo (1998 a 2013) no município de Ponta Grossa, PR, pôde-se verificar uma alta taxa de morbidade por Doenças do Aparelho Respiratório (DAR) sendo, em média, a segunda maior causa de internações, levando ao percentual de 14,61% do total de casos, ficando atrás apenas das internações por gravidez, parto e puerpério (GPP), responsáveis por 23,63%. Outros registros como Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) e do Aparelho Digestivo (DAD), e por Lesões, envenenamentos e outras causas externas, completam as cinco causas de internações mais comuns no município, respectivamente, (DATASUS, 2014). Na figura 2 pode-se observar um panorama dessa situação.

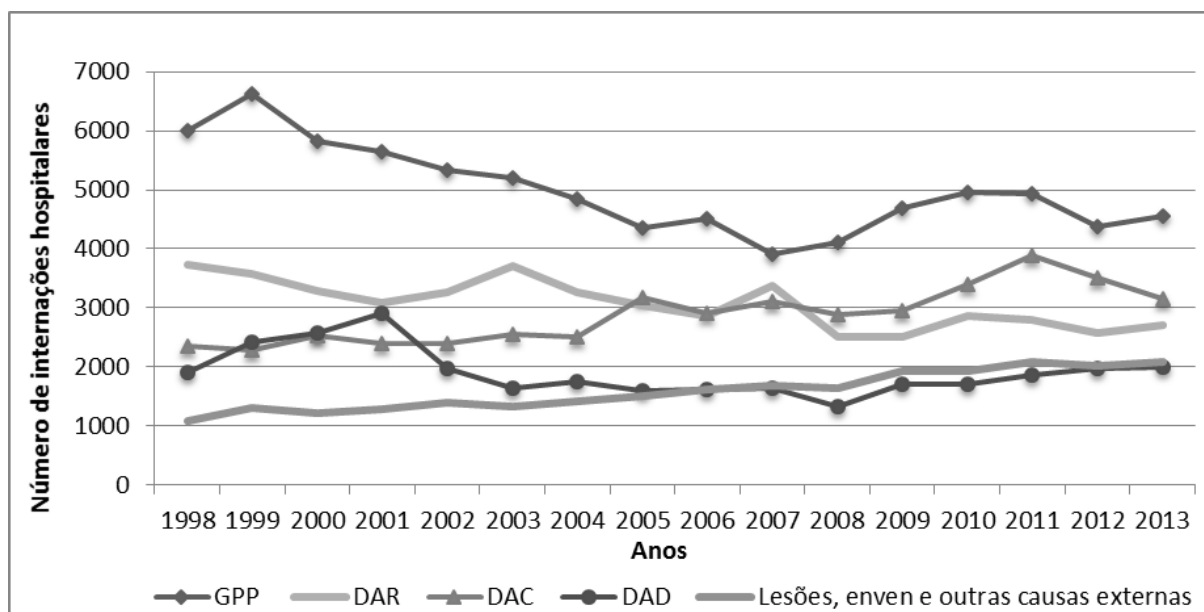


Figura 2 - Número de internações hospitalares no município de Ponta Grossa-PR.

O número total de internações por doenças do aparelho respiratório aponta 49.189 casos num somatório dos dezesseis anos de estudo. Destes, 1998 foi o ano que apresentou maior número de casos, com 3.720, e o ano com menores interferências hospitalares foi o de 2009, com 2.503 internações.

Em uma comparação desses registros com os dados da Região Sul, o total anual de internações no município de Ponta Grossa concorda parcialmente com aqueles, uma vez que nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, as doenças do aparelho respiratório ocupam o primeiro lugar no ranking, enquanto, em Santa Catarina, assim como em nível nacional, os dados por DAR se equivalem (DATASUS, 2014).

Dentre as causas de internação por DAR no município algumas prevalecem, sendo elas: Pneumonia (66% em média), Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas - DPOC (14% em média) e Asma (9% em média). A partir daí, observa-se a relevância da pneumonia dentro das doenças respiratórias, e uma avaliação mensal e sazonal destas taxas médias de internações no município de Ponta Grossa foi realizada para que se pudesse observar o comportamento desta doença ao longo do ano e nas estações, como mostram as figuras 3 e 4.

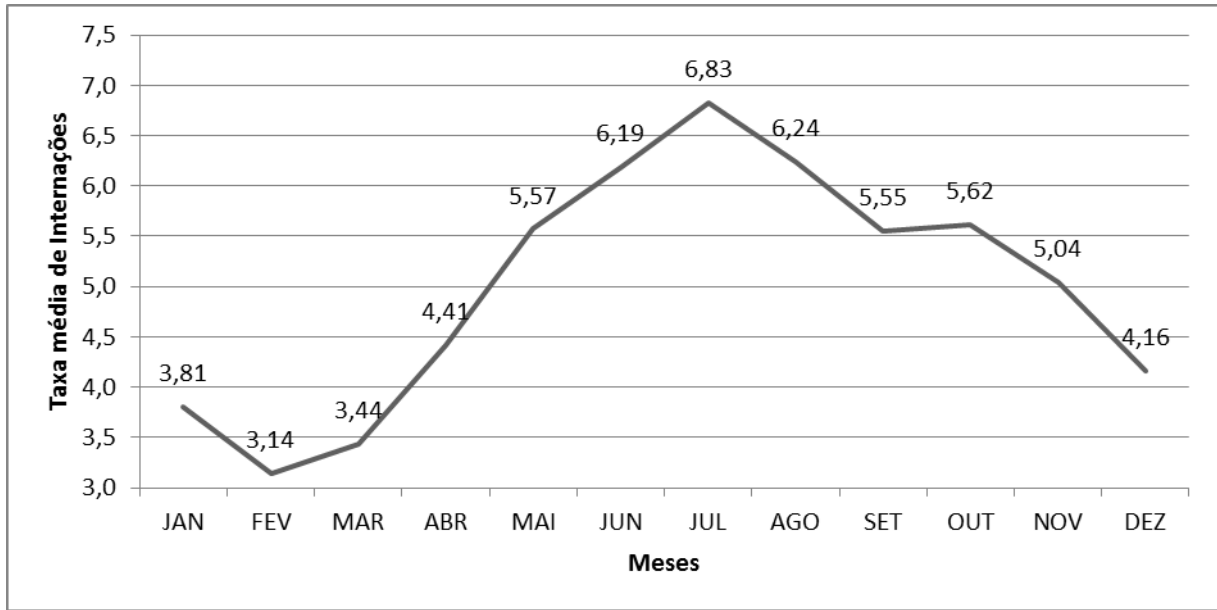


Figura 3 - Taxa média mensal de internações por Pneumonia na população geral de Ponta Grossa, PR, no período de 1998 a 2013.

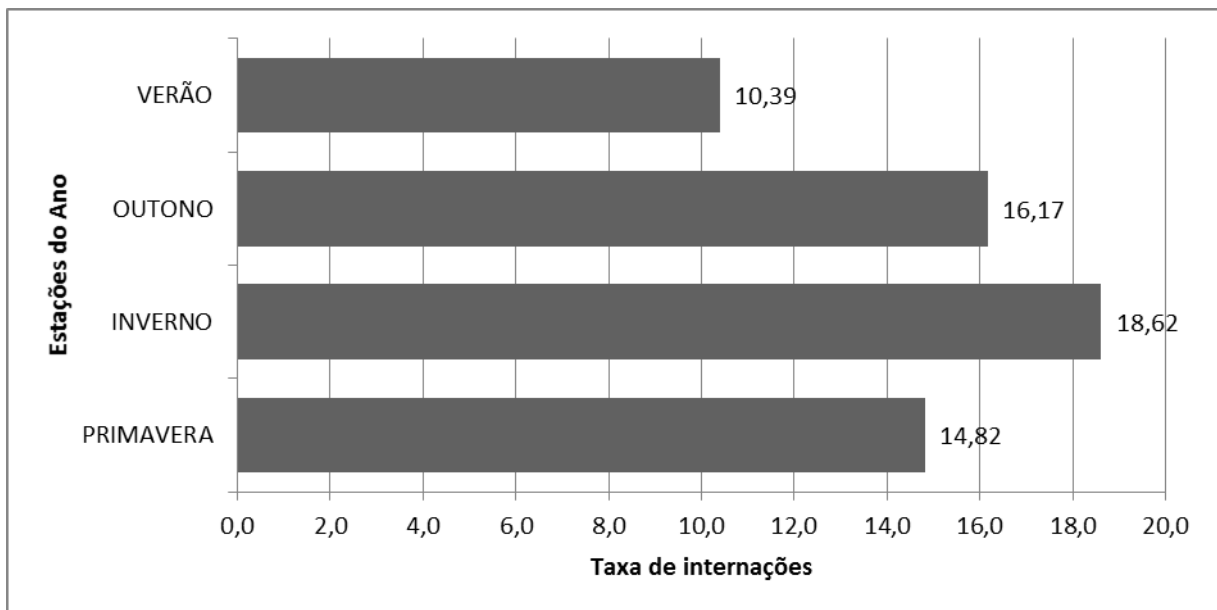


Figura 4 - Taxa média sazonal de internações por Pneumonia na população geral de Ponta Grossa, PR, no período de 1998 a 2013.

Analisando-se as taxas de internações por pneumonia para o município de Ponta Grossa, tanto mensal quanto sazonalmente, há um comportamento que se repete nos anos avaliados, onde as menores taxas de internações são percebidas nos meses de verão, após o qual se elevam durante o outono, tendo seu pico observado no decorrer dos meses invernais, decaindo novamente durante a primavera.

Segundo SORRE (1984), apud ZEM (2004), "as temperaturas muito baixas diminuem a resistência do corpo humano à infecção", e AYOADE (1996), constata que "algumas doenças tendem a ser preferenciais em certas zonas climáticas, enquanto que algumas outras,

principalmente as contagiosas, tendem a seguir um padrão sazonal”. Entretanto, é importante ressaltar que, embora se perceba que surtos de infecções respiratórias estejam associadas à baixas temperaturas, elas não são a causa das infecções, elas apenas influenciam as interações entre patógeno e hospedeiro, aumentando as chances de contaminação (MARTINS, 2013).

Com o intuito de se verificar possíveis correlações entre as variáveis climáticas separadamente e a taxa média de internações por pneumonia, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson, cujos resultados podem ser observados na figura 5.

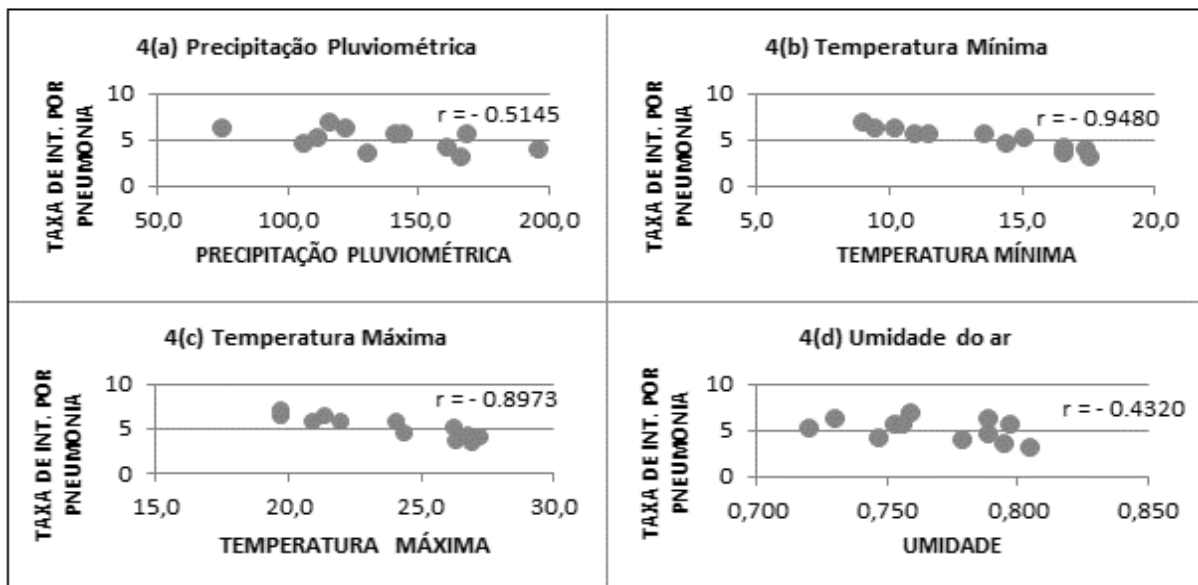


Figura 5 - Teste de correlação de Pearson entre as variáveis climáticas (a) PP, (b) Temp. Mínima, (c) Temp. Máxima, (d) Umidade relativa do ar e a taxa média de internações por pneumonia no município de Ponta Grossa, PR.

Também se observa na figura 5 que todas as variáveis climáticas têm um comportamento de correlação negativa, ou seja, quando há um aumento dos seus respectivos valores, há uma redução na taxa média de internação por pneumonia.

A partir da tabela 1, onde avalia-se a correlação individual de cada variável climática com as taxas de internação, também é possível identificar que, dentre as variáveis climáticas, as que mostraram forte correlação e elevada significância estatística evidenciada pelo teste t de Student ( $p < 0,0001$ ) foram a Temperatura Mínima do ar ( $r = -0,9480$ ), seguida pela Temperatura Máxima do ar ( $r = -0,897$ ).

As outras variáveis climáticas mostraram uma correlação mediana, onde obteve-se um coeficiente de correlação de  $-0,4320$  para umidade relativa do ar e de  $-0,5140$  para precipitação pluviométrica, ambas estatisticamente não significativas ( $p = 0,1607$  e  $0,0869$ , respectivamente). MURARA (2013) obteve resultados semelhantes em seus estudos, encontrando significância estatística para ambas temperaturas, demonstrando que estas são as que mais influenciam no comportamento das doenças respiratórias em geral. Já SILVA et al (2007) encontraram resultados com forte correlação positiva entre internações por pneumonia e precipitação pluviométrica, para a região metropolitana de Salvador, contrapondo-se aos resultados encontrados para o município de Ponta Grossa.

Tabela 1 – Resultados da significância da Correlação de Pearson considerando-se as variáveis climáticas (a) PP, (b) Temp. mínima, (c) Temp. máxima, (d) Umidade relativa do ar e a taxa média de internações por pneumonia no município de Ponta Grossa, PR



	r	R <sup>2</sup>	teste T	(p)
PP	-0.5145	0.2647	-1.8973	0.0869
Temp. mínima	-0.9480	0.8987	-9.4186	< 0.0001
Temp. máxima	-0.8973	0.8052	-6.4293	< 0.0001
Umidade	-0.4320	0.1866	-1.5149	0.1607

Além disso, na busca por um modelo explicativo, testes de regressão linear múltipla foram realizados, colocando em evidência todas as variáveis climáticas conjuntamente contra a taxa média de internação por pneumonia, uma vez que o ambiente externo se compõe de diversas variáveis climáticas e que elas raramente agem de modo independente sobre o organismo humano, e é em sua combinação que se deve buscar explicações para as reações orgânicas (BELTRANDO e CHEMERY (1995) apud ZEM, 2004).

Na tabela 2 pode-se observar os modelos obtidos com a regressão linear múltipla sazonal e média anual considerando-se os doze meses.

Tabela 2- Modelos sazonais e médias anual de regressão linear múltipla entre as variáveis climáticas, temperatura mínima, umidade relativa do ar e PP, contra a taxa de internações por pneumonia no município de Ponta Grossa, PR.

TX PNEUMO x T. MÍN (b1) x UR (b2) x PP (b3)	R <sup>2</sup> yy	(p)	Modelo Regressão Múltipla
VERÃO	0.0776	0.8011	Y' = -1,8488 + 5,4738*X1 - 101,6160*X2 - 0,0027*X3
OUTONO	0.0331	0.9355	Y' = 60,6978 - 0,6768*X1 - 43,9486*X2 - 0,0052*X3
INVERNO	0.2809	0.2492	Y' = -35,9996 + 6,1840*X1 - 25,2177*X2 + 0,0299*X3
PRIMAVERA	0.3975	0.0967	Y' = -100,4352 - 4,2231Z*X1 + 220,3081*X2 + 0,0356*X3
MÉDIA ANUAL	0.9746	< 0.0001	Y' = 18.748 - 0.3653*X1 - 12.4028*X2 + 0.0053*X3

Considerando-se os modelos de regressão múltipla para as taxas de internação por pneumonia na localidade em estudo, observa-se na tabela 2 que não foram obtidos ajustes satisfatórios nos modelos sazonais, os quais foram todos não significativos. No entanto, o melhor resultado adveio da taxa média anual de internações com um R<sup>2</sup> de 0,9746, altamente significativo (p < 0,0001), indicando assim, que esse modelo matemático, baseado nas médias anuais dos elementos climáticos (precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa do ar (%)) e temperatura mínima do ar (°C) foi capaz de explicar satisfatoriamente aproximadamente 97% dos índices de internações por pneumonia.

Os valores menos satisfatórios observados dos coeficientes de determinação, por exemplo, no verão e outono (0,0776 e 0,0331, respectivamente), indicam que durante essas estações as variáveis climáticas não foram suficientes para prever a ocorrência da doença, devendo considerar-se que outras variáveis importantes também estão relacionadas à sua manifestação, como condições socioeconômicas, comportamentais, ambientais, e de qualidade de vida da população (MONTEIRO, 1987; OLIVEIRA, 2011).

Dentro da morbidade por pneumonia, algumas faixas etárias se mostram mais suscetíveis, e nas faixas estudadas, o intervalo de "1 a 4 anos" é claramente o mais propenso a ela, seguido pela faixa "menor de 1 ano". A partir dos "60 anos ou mais" observa-se novamente frequências levemente mais elevadas, enquanto o menor número de casos é registrado na faixa dos "15 aos 19 anos" de idade (Figura 6).

Para tal afirmação foi necessária uma análise proporcional ao total populacional dentro de cada faixa etária, pois, embora a faixa etária de "1 a 4 anos" se mostre com maiores índices de internações por pneumonia, ela não é a mais populosa no município de Ponta Grossa.

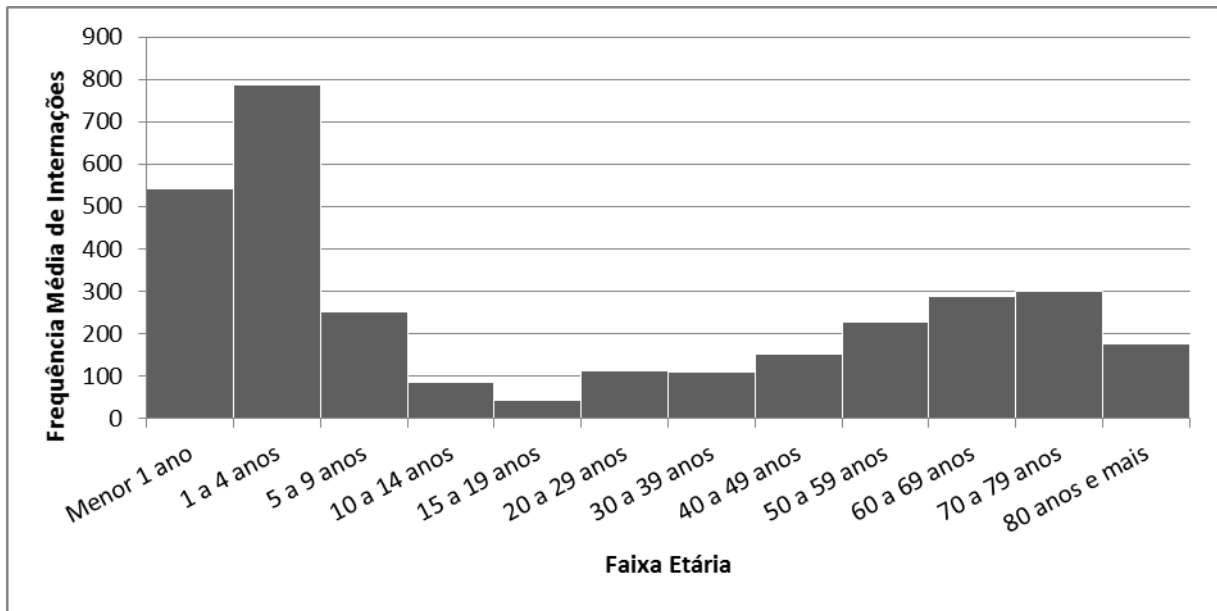


Figura 6 - Frequência média de internações por faixa etária no município de Ponta Grossa, PR.

Os dados do município de Ponta Grossa revelam que crianças abaixo dos cinco anos são as mais atingidas pela pneumonia. Nesse sentido, o colunista CRUZ (2012) aponta afirmações de alguns autores que dizem que as crianças têm uma imaturidade imunológica e por isso são mais propensas as infecções das vias orais superiores, resfriados e gripes e também as alérgicas como asma e chiado no peito.

Segundo SHAH (1994) apud GOYA (2005), a relação entre baixa idade e morbidade/mortalidade por pneumonia "pode ser explicada pelo fato de crianças mais jovens apresentarem vias aéreas mais estreitas e sistema imunológico em processo de formação", encontrando-se ainda imaturo.

Buscando-se um maior detalhamento, foram realizados cálculos de taxa de internação de crianças menores de 5 anos de idade, tanto por doenças respiratórias de forma geral quanto por pneumonia, mensalmente (figura 7) e sazonalmente (figura 8).

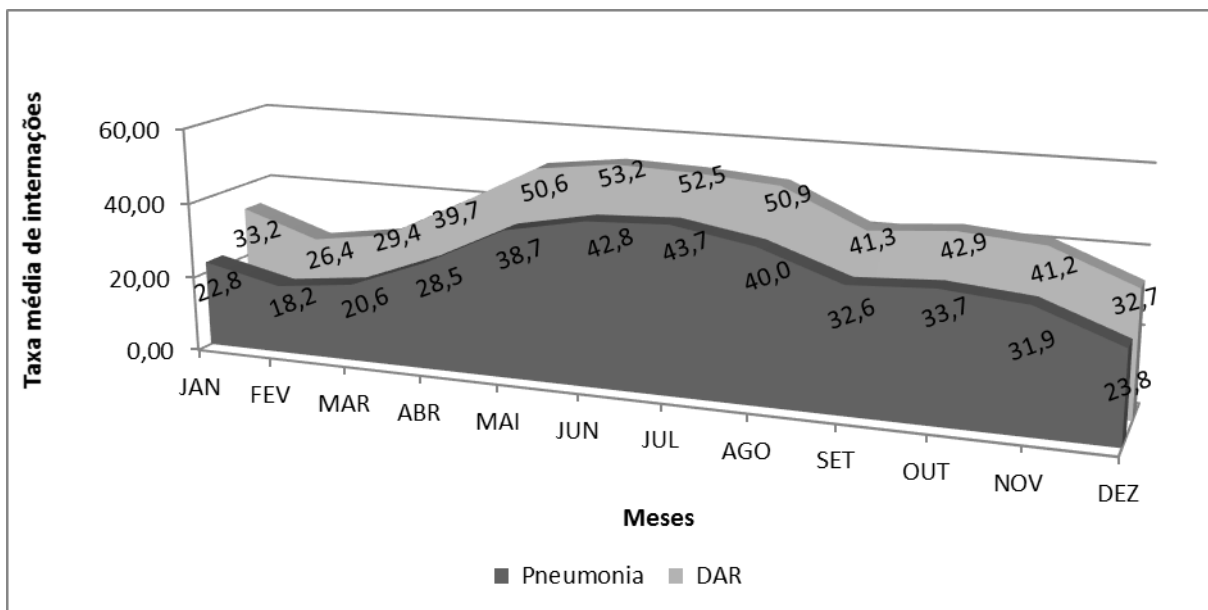


Figura 7 - Taxa média mensal de internações por DAR em geral e pneumonia, em crianças menores de cinco anos de idade, no município de Ponta Grossa, PR, nos anos de 1998 a 2013.

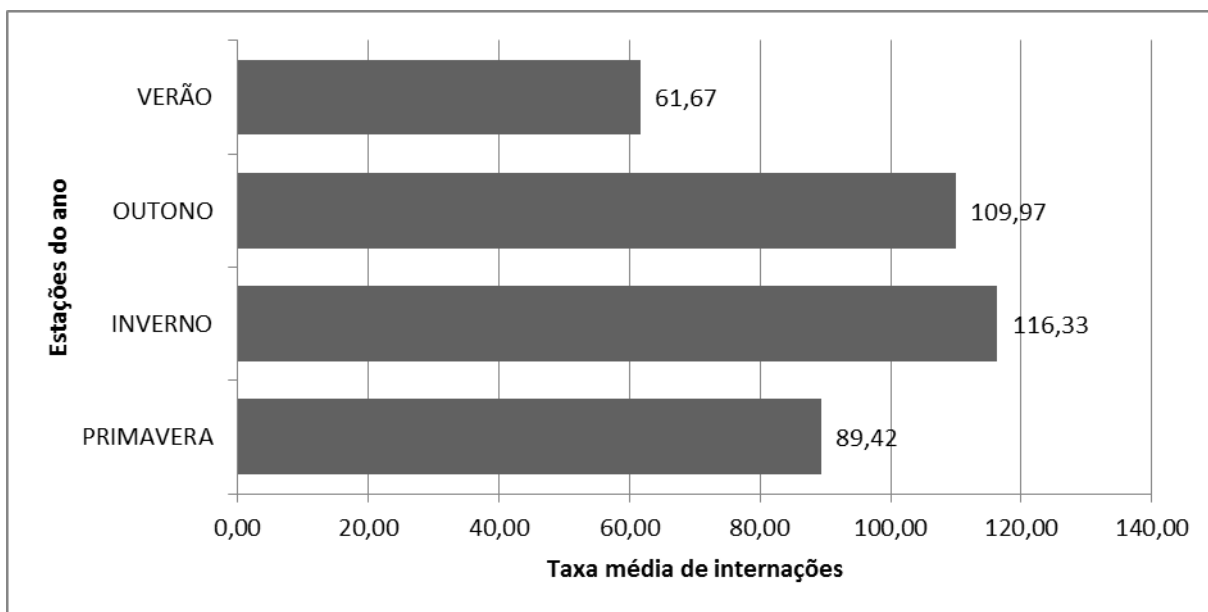


Figura 8 - Taxa média de internações sazonais em crianças menores de cinco anos por pneumonia no município de Ponta Grossa, PR, nos anos de 1998 a 2013.

Pode-se observar na figura 7 que a pneumonia é uma afecção respiratória responsável por boa parte do total computado na taxa geral de internações em crianças menores de 5 anos, uma vez que, através de simples comparação entre as duas taxas, ela representa aproximadamente 75% destas internações no município de Ponta Grossa – PR. Esses dados condizem com os resultados encontrados em nível nacional, onde 270.381 crianças até quatorze anos de idade foram hospitalizadas por pneumonia no ano de 2014, sendo que 80% delas tinham entre um e quatro anos de idade (DATASUS, 2015).

Concordando com os resultados obtidos para as internações gerais por pneumonia, as taxas de internação de crianças menores de cinco anos com essa patologia tiveram uma distribuição semelhante durante os meses do ano, sendo que no verão há um índice mais

baixo de internações, com um aumento significativo durante o outono e seu pico máximo sendo claramente observado nos meses de inverno. Tal fato evidencia que durante o período de baixas temperaturas e elevada umidade do ar há um aumento das taxas de internações (Figura 8), decaindo novamente na primavera, com a retomada lenta da elevação da temperatura do ar.

Tabela 3 - Resultados da Correlação de Pearson entre as variáveis climáticas (a) PP, (b) Temp. Mínima, (c) Temp. Máxima, (d) Umidade relativa do ar e a taxa média de internações por pneumonia em crianças < de 5 anos de idade, no município de Ponta Grossa, PR.

	r	R <sup>2</sup>	teste T	(p)
PP	-0.5537	0.3066	-2.1026	0.0617
Temp. máxima	-0.9268	0.8589	-7.8016	< 0.0001
Temp. mínima	-0.9623	0.9260	-11.1827	< 0.0001
Umidade	-0.3091	0.0955	-1.0277	0.3282

A partir da realização do teste de Correlação de Pearson (tabela 3) foi possível constatar quais variáveis climáticas mais se correlacionaram com as taxas de internações de crianças, e assim, da mesma forma que nas internações por pneumonia com faixa etária indefinida, a temperatura mínima foi a que mostrou a mais forte correlação (r=-0,9623), seguida da temperatura máxima (r=-0,9268), ambas altamente significativas (p < 0,0001).

A variável umidade relativa do ar não mostrou correlação significativa (r=-0,3091) com (p)= 0.3282, enquanto a variável precipitação pluviométrica apresentou uma correlação mediana (r=-0,5537), porém sem significância estatística (p=0,0617).

Os testes da análise de regressão linear múltipla também foram realizados com a finalidade de se avaliar todas as variáveis conjuntamente. Os modelos sazonais e o anual podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 - Modelos de regressão linear múltipla entre as variáveis climáticas, temperatura mínima, umidade relativa do ar e PP, e a taxa de internações por pneumonia em crianças < de 5 anos de idade, no município de Ponta Grossa, PR.

TX PNEUMOCAS < 5 ANOS x T. MÍN x UR x PP	R <sup>2</sup> yy	(p)	Modelo Regressão Múltipla
VERÃO	0,1685	0,6858	Y' = - 60.1681 + 100.0577*X1 - 2053.583*X2 + 0.1145*X3
OUTONO	0,0349	0,8707	Y' = 118.4167 - 0.2679*X1 + 98.8229*X2 - 0.1351*X3
INVERNO	0,2053	0,2236	Y' = 567.1497 + 25.5604*X1 - 1124.149*X2 + 0.4653*X3
PRIMAVERA	0,3391	0,0557	Y' = -975.694 - 34.5165*X1 + 1194.245*X2 + 0.3063*X3
MÉDIA ANUAL	0,9422	< 0.0001	y' = 98.2365 - 2.6467*X1 - 42.5795*X2 + 0.0129*X3

Através da análise de regressão linear múltipla realizada, os melhores resultados foram obtidos pela avaliação conjunta das três variáveis ao longo de todo o ano (R<sup>2</sup>= 0,9422), sendo que a principal variável climática responsável pela elevação da taxa foi a temperatura mínima do ar, conforme já discutido anteriormente. Pode-se observar no resultado do modelo anual que as internações de crianças por pneumonia comportam-se de forma semelhante às internações totais por esta patologia, onde o modelo regressivo indica que, aproximadamente 94% dos casos podem ser explicados pelas variáveis climáticas, com elevada significância estatística ((p) < 0,0001).

Entretanto, os modelos não apresentaram resultados satisfatórios quando analisados sazonalmente, sendo que melhor resultado para esta análise foi o encontrado na primavera com um  $R^2$  de 0,3391, porém, também sem significância estatística ( $p=0,0557$ ).

Os ajustes menos satisfatórios observados, por exemplo, no outono e inverno ( $R^2$  0,0349 e 0,2053, respectivamente), indicam que durante essas estações as variáveis climáticas não foram suficientes para prever a ocorrência da doença, devendo se considerar que inúmeras variáveis aleatórias são responsáveis pela incidência dessa doença, e que o clima acaba sendo um componente importante para a ocorrência de diversos tipos de doenças, somado a outros fatores extrínsecos e intrínsecos dos seres (OLIVEIRA, 2011; ZEM, 2004).

Alguns autores demonstram que o estudo da sazonalidade se mostra importante para a prevenção de algumas doenças como, por exemplo, infecções pelo Vírus Sincial Respiratório (VSR) que "é um dos principais agentes etiológicos das infecções que acometem o trato respiratório inferior entre lactentes e crianças menores de 2 anos de idade, podendo ser responsável por até 40% das pneumonias durante os períodos de sazonalidade" (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013). As infecções por esse vírus se caracterizam por serem predominantes no inverno e no início da primavera, mas dependendo da região, essa sazonalidade muda. No caso do Paraná o pico de VSR ocorre entre os meses de abril e agosto (SESA, 2016).

Sabendo disso, o Ministério da Saúde criou, juntamente com a Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias do SUS (CONITEC), um protocolo para uso de um medicamento capaz de prevenir infecções pelo VSR, o palivizumabe, o qual é utilizado durante o período sazonal do vírus.

No caso das crianças, muitas vezes a desnutrição também pode estar envolvida na deterioração da saúde, levando a maiores riscos para infecções, porém, outros fatores como baixo peso ao nascer, desmame precoce, viroses respiratórias pregressas, doenças de base, anemias e imunossupressão medicamentosa constantemente se relacionam às doenças do aparelho respiratório e à pneumonia (GOYA, 2005; ZEM 2004). Esses, entre outros, são fatores que influenciam a saúde humana, e principalmente as crianças, porém, não serão tratados nesse estudo, por se tratarem de uma visão mais complexa.

#### **4. CONCLUSÃO**

Nesta análise dos dados de internações por Doenças do Aparelho Respiratório nota-se que estas patologias levam um grande número de indivíduos à hospitalização dentro do município de Ponta Grossa. Considerando-se a avaliação climática sazonal, quando comparada às taxas de internações por DAR, pode-se concluir que, com o decréscimo da temperatura, os registros de internações aumentam. Assim sendo, nos meses de inverno foi observado o pico máximo de hospitalizações no município de Ponta Grossa, PR.

A umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica apresentaram baixa influência na ocorrência das doenças do aparelho respiratório, sendo evidenciado pelos testes de correlação entre as taxas de internações e os dados climáticos para essas condições.

Através da análise de regressão linear múltipla, tanto geral quanto para crianças, os melhores resultados foram obtidos pela avaliação conjunta das três variáveis ao longo de todo o ano, sendo que a principal variável climática responsável pela elevação da taxa foi a temperatura mínimado ar.

Embora o clima se mostre de grande importância na incidência de doenças respiratórias deve-se considerar que outras variáveis também são responsáveis por causar patologias no ser humano, como no caso das crianças, onde o sistema de proteção contra

patógenos ainda não está completamente formado, levando a uma maior atenção em relação à proteção da saúde dos mesmos.

Conhecer a sazonalidade de certas doenças permite que os Sistemas de Saúde tomem medidas de prevenção e promoção da saúde da população, principalmente quando se trata de faixas etárias com características conhecidas e que possam receber tratamento específico, reduzindo assim a necessidade de intervenções hospitalares.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora DIFEL, 1996. 321p.;

BRASIL, Ministério da Saúde. **Aprova o protocolo de uso do Palivizumabe**. Portaria nº 522 de 13 de maio de 2013. Diário Oficial da União, nº 90 de 13 de maio de 2013, seção 1, página 56;

COELHO, M. S. Z. S.; GONÇALVES, F. L. T; LATORRE, M. R. D. de O. Statistical Analysis Aiming at Predicting Respiratory Tract Disease Hospital Admissions from Environmental Variables in the City of São Paulo. **Journal of Environmental and Public Health**. New York. abr. 2010;

COSTA.T. **Ponta Grossa registra temperatura mais alta do ano, Segundo Simepar**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pr/campos-gerais-sul/noticia/2014/01/ponta-grossa-registra-temperatura-mais-alta-do-ano-segundo-simepar.html>> Acesso em: 09 Mar. 2014;

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/mxqid10lm.htm>> Acesso em: 03 abr. 2015

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

GOYA, A.; FERRARI, G. F. Fatores de risco para morbimortalidade por pneumonia em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 23, n. 2, p.99-105, 2005.

MAACK. R. **Geografia física do estado do Paraná**. 4 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526p.;

MARTINS, A. L O; TREVISOL, F. S. Internações hospitalares por pneumonia em crianças menores de cinco anos de idade em um hospital no Sul do Brasil. **Revista AMRIGS**, Porto Alegre, v. 57, n. 4, p.304-308, out/dez. 2013.

MONTEIRO, C.A; BENÍCIO, M. H. D. 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, maio 1987.

MURARA, P. G. Clima e Saúde: Variações Atmosféricas e Enfermidades Circulatórias. IN ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, XVII., 2010. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre. 2010. 7 p.

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**, Uberlândia, v. 16, n. 9, p.86-102, jun. 2013.

OLIVEIRA, J. S. de. **Variáveis meteorológicas e as ocorrências de doença meningocócica no município de Manaus de 2007 a 2009**. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Saúde. **Início do período de aplicação do medicamento Palivizumabe para o tratamento profilático do Vírus Sincicial Respiratório (VSR) e Ampliação do número de Pólos de Aplicação no Estado do Paraná**. Nota técnica Conjunta SESA nº 04/2016. Curitiba, 29 de fevereiro de 2016.

SILVA, B. M. P da, et al. Tendência da Morbimortalidade por Pneumonia na Região Metropolitana de Salvador – 1980 a 2004. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, p.294-308, 5 mar. 2007.

SOUZA. C. G., **A influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambientes urbanos**. 2007, 199f. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007;

TOYOSHIMA, M. T. K; ITO, G. M; GOUVEIA, N. Morbidade por Doenças Respiratórias em Pacientes Hospitalizados em São Paulo/SP. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 51, n. 4, p.209-213, jul. 2005.

WHO, World Health Organization. **Pneumonia**. 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs331/en/>>. Acesso em: 01 mai. 2015.

ZEM. J. M, **interações entre a temperatura do ar e a incidência de Doenças respiratórias na população infantil da cidade de são José dos Pinhais/PR**. 2004, 172f. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

Texto submetido à RBClimate em 09/10/2015