

## CONDICIONANTES CLIMÁTICOS E INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA: ESTUDO DE CASO EM RIBEIRÃO PRETO/SP<sup>1</sup>

Natacha Cíntia Regina Aleixo<sup>2</sup>  
João Lima Sant'Anna Neto<sup>3</sup>

**Resumo:** O objetivo deste artigo foi analisar a influência da dinâmica climática e dos tipos de tempo nas hospitalizações por pneumonia na cidade de Ribeirão Preto/SP/Brasil. Coletaram-se dados meteorológicos (temperatura mínima, máxima, precipitação pluvial e umidade relativa) do IAC do período de 1978 a 2008. Além disso, foram utilizados os dados do CPDH/USP referentes às internações diárias por pneumonia em Ribeirão Preto do período de 2002 a 2007. Esses dados foram tratados com técnicas estatísticas descritivas, modelos de regressão e análise rítmica. Os resultados demonstraram que condições diárias de temperatura mínima com valores inferiores a 15°C, temperatura média com valores inferiores a 21,5°C e amplitude térmica superior a 14,8°C associaram-se ao aumento do risco de hospitalizações por pneumonia com significância estatística. Além disso, episódios de quatro a cinco dias de temperatura mínima abaixo da média demonstrou associação com o aumento de hospitalizações por pneumonia na cidade. Portanto, conclui-se que em conjunto os dados de saúde, dados dos elementos climáticos e da dinâmica atmosférica podem ser produzidos e analisados com vista à construção de indicadores que ofereçam bases para políticas públicas visando à produção de uma cidade mais saudável.

**Palavras-chave:** climatologia geográfica, bioclimatologia humana, pneumonia.

### **Climate condition and hospitalizations for pneumonia: case study in the Ribeirão Preto/SP**

**Abstract:** The aim of this study was to analyze the influence of climate dynamics and weather types in hospitalizations for pneumonia in the city of Ribeirão Preto / SP/Brazil. Were collected weather data (minimum temperature, maximum, rainfall and relative humidity) of the IAC from 1978 to 2008. Were also used data regarding daily hospitalizations for pneumonia in Ribeirão Preto of the CPDH / USP of the period 2002-2007. These data were processed with descriptive statistical techniques, regression models and rhythmic analysis. The results showed that conditions of daily minimum temperature with values less than 15°C with average temperature values below 21.5°C and thermal amplitude greater than 14.8°C were associated with increased risk of hospitalization for pneumonia statistical significance. In addition, episodes four to five days of below average minimum temperature were associated with increased hospital admissions for pneumonia in the city. Therefore, it is concluded that together health data, data from weather elements and atmospheric dynamics can be produced and analyzed for the construction of indicators that provide bases for public policy aimed at producing a healthier city.

**Key-words:** geographical climatology, human bioclimatology, pneumonia.

<sup>1</sup> Trabalho premiado como melhor Tese da ANPEGE no biênio 2011-2013.

<sup>2</sup> Doutora em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP campus Presidente Prudente. Professora Doutora do curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas (CEST/UEA). E-mail: natachaaleixo@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professor Titular do curso de Geografia da UNESP campus Presidente Prudente. E-mail: joaolima@fct.unesp.br

## INTRODUÇÃO

A variação dos tipos de tempo no espaço urbano relaciona-se à dinâmica atmosférica na escala regional e global e também ao próprio clima urbano produzido pelos agentes sociais.

O clima das cidades brasileiras mudou. Estudos realizados desde a década de 1970 e 1980 no país têm verificado alterações térmicas, hídricas, pluviométricas e da qualidade do ar nas áreas metropolitanas, cidades de porte médio e mais recentemente nas cidades de pequeno porte.

O clima urbano das cidades potencializa os problemas advindos da desigualdade socioespacial e a vulnerabilidade socioambiental da população e propicia nos espaços, condições favoráveis à ocorrência de diferentes tipos de patologias.

Mas quais seriam os grupos de doenças potencializadas pelo clima? Quais as variáveis climáticas e as faixas de exposição relacionadas a essas doenças? Qual é o excedente de casos devido à sazonalidade e variabilidade climática?

A frequência dos agravos, surtos e epidemias são análogas às condições fisiológicas da população, condições socioambientais, às práticas socioculturais bem como a presença de reservatórios e hospedeiros que podem potencializar doenças relacionadas à água.

Por outro lado, a poluição do ar pode potencializar a ocorrência das doenças relacionadas ao ar, como as respiratórias. Os períodos de seca prolongada, baixa umidade relativa do ar e aumento de poluentes na atmosfera são estados agravantes para a ocorrência das doenças respiratórias, conforme a realidade socioambiental.

A produção do espaço urbano e do seu entorno também transformaram o modo de vida do homem, suas práticas socioculturais e diferentes condições de vulnerabilidade socioambientais decorrentes de uma sociedade regulada por um modo de produção que acentua as desigualdades sociais.

Sabe-se que qualquer alteração nas propriedades químicas ou físicas do ar, afeta de maneira imediata o sistema respiratório e potencializa os agravos. Além disso, a alteração na composição do ar também propicia efeitos agudos e crônicos em períodos longos de exposição.

No Brasil, no período de 1995 a 2007, as doenças respiratórias representaram a segunda maior causa de morbidade da população brasileira, perdendo apenas para as internações por gravidez, parto e puerpério.

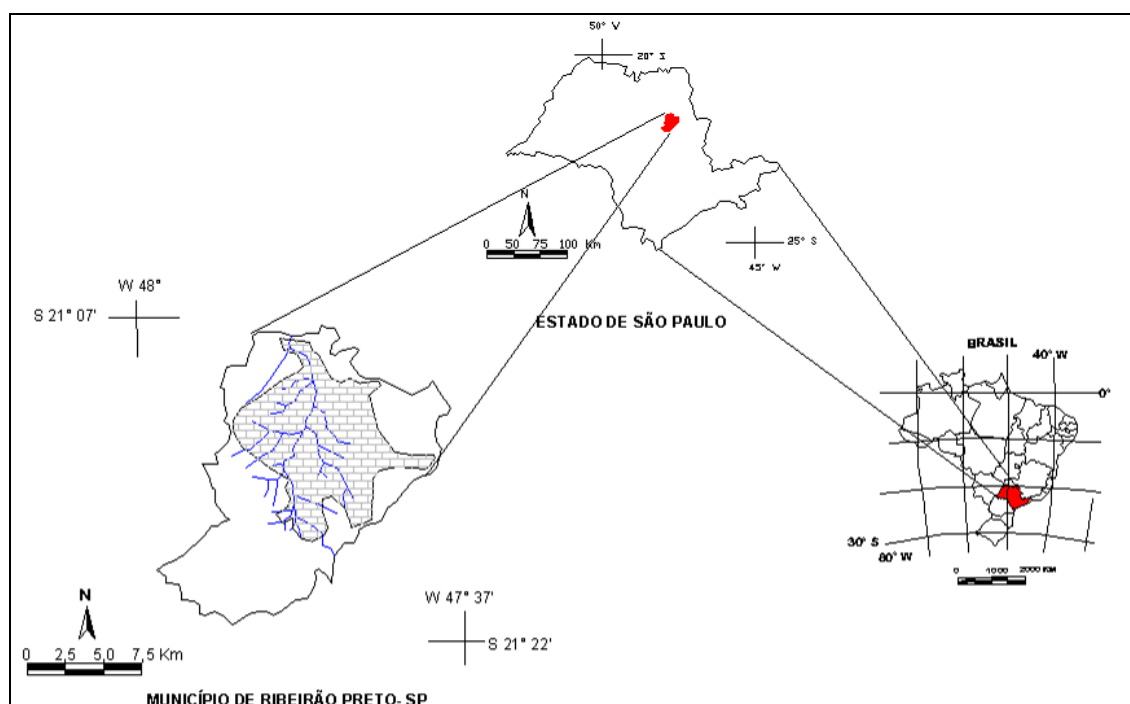
Os dados do estado de São Paulo apresentam similaridade com os dados nacionais. No interior deste estado, o município de Ribeirão Preto, apresentou o total de 9.021 internações por pneumonia no período de 1998 a 2008, sendo a patologia com maior número de casos de internações dentre todas as patologias do grupo de causa das doenças respiratórias.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica climática e os tipos de tempo como condicionantes da ocorrência de hospitalizações por pneumonia na cidade de Ribeirão Preto/SP.

### ***Localização e caracterização do recorte espacial do estudo***

O município de Ribeirão Preto localiza-se na região Nordeste do Estado de São Paulo, como se observa no Mapa 1. Possui altitude de 518m e população de 605.114, sendo 603.401 a população urbana e 1.713 a rural. (IBGE, 2011).

Segundo Monteiro (1973), a cidade encontra-se na depressão periférica paulista e apresenta uma tipologia climática com dois períodos distintos, primavera-verão com chuvas abundantes e elevada temperatura do ar com predomínio de sistemas equatoriais e tropicais, e outono-inverno seco, com períodos bem marcados de escassez de chuvas controlados por sistemas tropicais e polares.



Mapa 1. Localização da área de estudo.

Grande parte da área urbana de Ribeirão Preto situa-se na porção baixa da bacia do rio Pardo e apresenta relevo suavemente ondulado (HENRIQUES, 2003). A configuração geomorfológica restringe a circulação do vento e facilita a concentração de poluentes e calor no espaço urbano.

O estudo de Elias (1996) na região de Ribeirão Preto verificou que, a atividade agroindustrial canavieira ligada ao meio técnico-científico-informacional estava intimamente associada à expansão territorial urbana na região de Ribeirão Preto. Decorrente desse processo aumentaram-se os fluxos de capitais, mercadorias e pessoas ligados aos investimentos do agronegócio e as inúmeras vantagens que se imaginavam originárias das atividades agroindustriais.

A cidade de Ribeirão Preto ficou conhecida como “Califórnia brasileira”, com base no agronegócio e na estrutura produtiva do município e região. Contudo, “os investimentos não foram capazes de trazer melhorias à qualidade de vida da população como um todo; ao contrário, acentuou as desigualdades e os conflitos por emprego, renda, saúde, educação e lazer”. (GOMES, 2009, p. 11)

O espaço urbano de Ribeirão Preto é paradoxal: de um lado, têm-se espaços de alta renda, providos com equipamentos urbanos e infraestrutura; de outro lado, bairros populares com pouca infraestrutura e assentamentos denominados favelas. (GOMES, 2009). Essa situação desigual de condições socioambientais que vive a população urbana propicia o desvelar da vulnerabilidade socioambiental e potencializa os problemas de saúde.

A produção de cana-de-açúcar e a ocupação desordenada do espaço urbano influenciou a expansão territorial urbana, a densidade demográfica e aproximou os cidadãos com menores condições socioeconômicas e suas respectivas moradias dos canaviais, onde se realiza de abril a novembro a prática das queimadas. Com isso, ocorre o comprometimento da saúde dos habitantes da cidade pela liberação de gases e partículas poluentes lançadas na atmosfera.

A queima da biomassa aliada à baixa umidade e temperatura são fatores potenciais desencadeantes dos agravos respiratórios na cidade.

Diferentes estudos demonstraram que a exposição aos gases e particulados provenientes da queima da cana-de-açúcar provocam implicações negativas a saúde dos trabalhadores rurais e da população em geral, com efeitos em curto prazo como sintomas respiratórios, fadiga, dores de cabeça, morbidades respiratórias, alterações cardiovasculares, desgaste físico e indicadores de doenças em longo prazo como o risco de câncer. (ALEIXO, 2013)

Dessa maneira, por intensas pressões da sociedade foi sancionada a lei 11.241/2002 no estado de São Paulo, sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar, regulamentada pelo Decreto nº 47.700, de 11 de março de 2003.

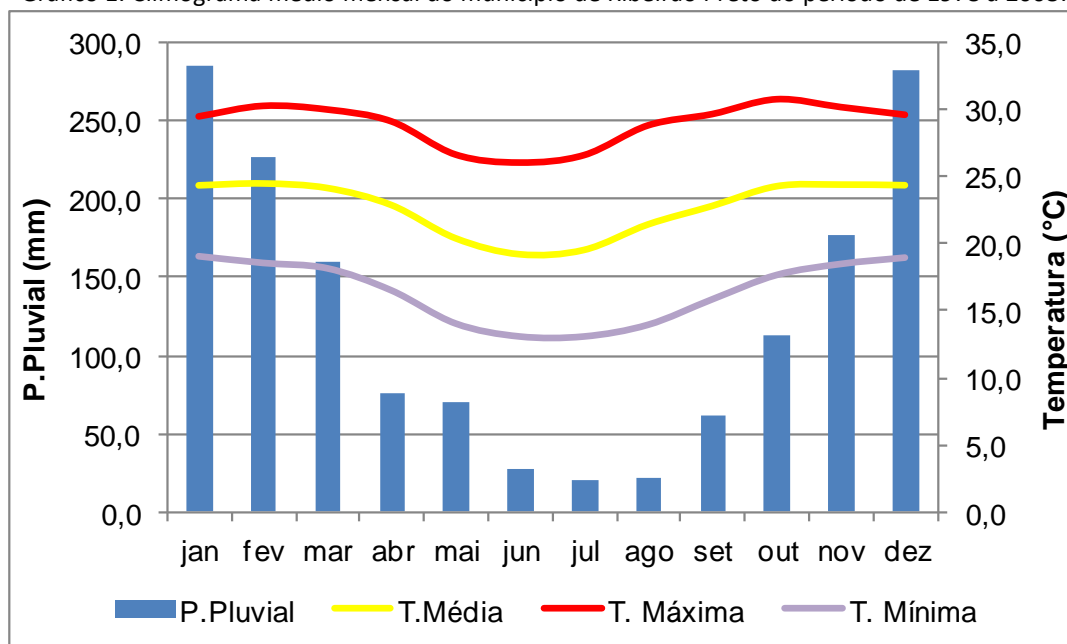
A eliminação gradativa agendada no decreto nº 47.700, é dividida para as plantações em áreas mecanizáveis, iguais ou superiores a 150 ha., em que o prazo da eliminação da queima da palha é do ano de 2002 até 2021. Contudo, a eliminação da queima da palha nas áreas inferiores a 150 ha. e áreas não-mecanizáveis deverá ocorrer entre 2011 e 2031.

No ano de 2007, foi estabelecido durante o evento *Ethanol Summit* na cidade de São Paulo, um protocolo denominado Agroambiental entre o Governo do Estado de São Paulo e a União da Agroindústria Canavieira (UNICA). O protocolo exige a eliminação gradativa da prática da queima da palha da cana-de-açúcar em menor período de tempo. De acordo com protocolo, os períodos para realização das queimadas deverão ser de 2002 a 2014 para áreas mecanizáveis e para as áreas consideradas não mecanizáveis de 2011 a 2017.

Dessa maneira, a queima da palha da cana-de-açúcar vem diminuindo ao longo dos anos no estado de São Paulo, para o cumprimento do Protocolo Agroambiental, prática que favorece a qualidade do ar em muitos municípios, como Ribeirão Preto, e a qualidade de vida do trabalhador rural e dos cidadãos.

Como pode ser observado no gráfico 1, referente ao climograma médio mensal do município de Ribeirão Preto, no período de 1978-2008, os maiores totais pluviométricos ocorreram entre os meses de outubro e março, bem como as temperaturas médias.

Gráfico 1. Climograma médio mensal do município de Ribeirão Preto do período de 1978 a 2008.



A diminuição mais acentuada das chuvas começa nos meses do outono em abril e maio, e se amplifica durante o período do inverno, de junho a agosto, quando também a temperatura média diminui, caracterizando um inverno com temperaturas amenas. No mês de setembro, as chuvas iniciam-se com maior força, pela atuação dos sistemas equatoriais e polares.

As temperaturas mínimas mensais do período de 1978 a 2008, principalmente nos meses de maio a agosto chegam a valores extremos. Com relação ao período de inverno, esse fator é importante para evidenciar a relação entre a incidência das doenças respiratórias, pois, o corpo humano está em contato com o ambiente e necessita se readaptar aos eventos extremos térmicos; assim, para as pessoas pré-dispostas as patologias torna-se potencialmente agravante.

A umidade relativa do ar é alta durante os meses chuvosos de dezembro a abril, mas de junho a outubro os valores caem e em alguns anos a média mensal nos meses de inverno fica abaixo de 60%.

Além disso, no final do outono e início do inverno, as amplitudes térmicas são mais altas e impelem a fisiologia humana a se readaptar termicamente de maneira constante; podendo debilitar os sistemas imunológicos da população mais sensível; logo, a amplitude térmica extrema também se torna um fator agravante para as doenças do aparelho respiratório. Nos meses de outono-inverno, atingem valores superiores a 20°C em alguns dias, além disso, desde março a quantidade de dias com amplitudes de 14°C a 20°C aumenta, com ápice no mês de julho e agosto.

Neste sentido, é importante identificar a influência dos elementos climáticos e dos tipos de tempo que condicionam o incremento de internações por pneumonia na cidade.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Partiu-se da abordagem teórica do sistema clima urbano proposto por Monteiro (1976), além da análise rítmica que detalha a sucessão dos tipos de tempo e é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos, pela representação concomitante dos elementos climáticos em escala horária e diária, conforme Monteiro (1971).

Para isso, foram coletados dados diários dos elementos climáticos (temperatura máxima, mínima, umidade relativa e precipitação pluvial) da cidade de Ribeirão Preto do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) do período de 1978 a 2008.

Também foram utilizados dados diários de internações por pneumonia de 2002 a 2008 de todos os hospitais públicos e privados, coletados no Centro de Processamento de dados Hospitalares da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (CPDH/USP).

Esses dados foram tratados por meio de técnicas estatísticas descritivas: valor máximo, mínimo, média, mediana e percentil.

Além disso, foi utilizado o cálculo da regressão logística para cada variável climática; as que apresentaram valores de p menor ou igual a 0,05 foram consideradas na análise por limites térmicos.

Para realização da regressão, organizaram-se os dados das internações utilizando os valores abaixo e acima da mediana (percentil 50).

Os limites térmicos diários para cada variável foram determinados utilizando-se dos valores por quartil (q1, q2, q3, q4) conforme Silva (2010). Esses foram apresentados em quatro faixas de exposição, “abaixo de 25%, entre 25 e 50%, entre 50 e 75% e maior que 75%” (SILVA, 2010, p.39). Entretanto, a poluição do ar não foi utilizada como variável nem fator de controle, pois, os dados da estação manual de monitoramento da qualidade do ar da cidade no período analisado foram mensurados semanalmente, portanto, incongruentes com o modelo estatístico utilizado.

Dessa forma, mesmo sabendo que compreender a dinâmica e os efeitos da poluição na cidade são importantes para o entendimento da patologia respiratória estudada, a análise do monitoramento dos gases e particulados seriam generalizados e falsos para dar a dimensão da poluição na área urbana.

No intuito de verificar a associação entre episódios diários de temperaturas abaixo da média e o excesso de morbidade por pneumonia na cidade foi utilizada a seguinte equação:

$$\Delta\% = \left[ \frac{(Ap - Bp)}{Bp} \right] \times 100$$

*Ap= Depois do período- Total de admissões 15 dias depois do evento extremo;*

*Bp= Antes do Período - Total de admissões registradas durante 15 dias antes do evento extremo para os seguintes momentos:*

- ✓ nos 7 dias antes dos eventos extremos em comparação com 7 dias depois;
- ✓ nos 15 dias antes comparados com os 15 dias depois.

Fonte: Monteiro *et al.*, 2011; Nogueira *et al.*, 2009.

A partir disso, buscou-se a identificação dos principais tipos de tempo que predominam nos períodos de aumento das internações por pneumonia acima do percentil 95, ou seja, os tipos de tempo que repercutem diretamente na dinâmica dos elementos climáticos com consequências ao cotidiano da sociedade. Dessa forma, foram realizados gráficos de análise rítmica do período de abril a agosto de 2007, que incorporam a circulação atmosférica regional na gênese dos fenômenos climáticos.

A dinâmica da circulação atmosférica regional foi analisada por meio de cartas sinóticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN (Serviço Meteorológico Marinho), pelas imagens de satélite GOES e pelos boletins Climanálise (CPTEC/INPE).

Ressalta-se que a amostra desta pesquisa, apesar de não se basear apenas no atendimento do SUS, uma vez que teve acesso aos dados das internações por Pneumonia de todos os hospitais públicos e privados de Ribeirão Preto, não delimitou os grupos etários mais suscetíveis (crianças e idosos), obtendo esse viés.

Os idosos apresentam enfermidades pré-existentes e suas complicações podem causar a gênese da pneumonia. Além disso, as crianças até dois anos aproximadamente, também apresentam maior suscetibilidade à pneumonia devido à incompleta constituição do aparelho respiratório, o que não se associa a influência dos fatores ambientais sobre a ocorrência da doença, sendo mais difícil evidenciar o papel do clima e dos tipos de tempo nos agravos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A influência da dinâmica climática sobre a incidência de doenças respiratórias é complexa, pois o processo saúde-doença depende de vários determinantes sociais, e definir o quanto da doença é condicionado pelos tipos de tempo atuantes e/ou por outros fatores socioambientais é um desafio.

Os tipos de tempo ao mesmo tempo em que condicionam a ocorrência de algumas doenças, também podem tornar-se variáveis de confusão nos estudos, por exemplo, ao se tentar observar apenas a influência da poluição do ar sobre o aumento das hospitalizações por doenças respiratórias.

Apesar do desafio de compreender essa complexa relação do clima e da poluição do ar no processo saúde-doença, diversos estudos (BAYONKI, 2010; CASTILHO, 2006; COELHO-ZANOTTI, 2007; SILVA, 2010; SOBRAL, 1988; SOUZA, 2007) em diferentes localidades



brasileiras têm demonstrado a associação da dinâmica climática, dos tipos de tempo e da poluição do ar no aumento de casos por doenças respiratórias.

Para avaliar a relação entre os elementos climáticos e a ocorrência de casos de pneumonia, primeiramente, verificou-se o incremento de casos devido à sazonalidade.

No período do inverno ocorre de maneira habitual a diminuição da temperatura do ar, das chuvas e da umidade relativa do ar. Esses fatores potencializam situações de agravo ao aparelho respiratório, pelo ressecamento da mucosa nasal, além da gênese da pneumonia, e ainda podem favorecer o aumento de internações por pneumonia, como se pode observar na figura 1. Além disso, a amplitude térmica acentuada nos meses de inverno como nos anos de 2003, 2006 e 2007, pode corroborar para a ocorrência da doença.

Entretanto, a cada ano a variabilidade climática demonstra heterogeneidade na influência ao longo dos meses do ano. Por isso, é necessária além da análise mensal, observar como os tipos de tempo na escala diária e semanal, se relacionam com o agravo da doença.

Pela análise diária, evidenciou-se que a diminuição da temperatura e umidade relativa sobre as hospitalizações por pneumonia não é linear; na maioria dos anos, a diminuição da temperatura e da umidade relativa deu-se em um intervalo de tempo de dias ou mesmo semanas de defasagem com relação ao aumento dos casos de morbidade por pneumonia.

A partir dos padrões de defasagem identificados na análise diária buscou-se delimitar quais os limites térmicos que aumentam as chances da ocorrência de hospitalizações da doença na cidade. Definiram-se os quartis ( $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$ ,  $q_4$ ) para as variáveis climáticas relacionadas aos dias com internações e sem internações.

De acordo com a tabela 1, quando ocorre períodos de dias com temperatura mínima menor que  $15^{\circ}\text{C}$ , aumenta-se em 1,87 vezes as chances de ocorrer excesso de internações por pneumonia. A partir da faixa de  $17,8\text{-}19,6^{\circ}\text{C}$  de temperatura mínima, diminuem as chances em 0,7 vezes e com valores superiores a  $19,6^{\circ}\text{C}$ , as chances são menores em 0,6 vezes. Com isso, observa-se que o aumento da temperatura mínima reduz o risco de excesso de internações por pneumonia na cidade.

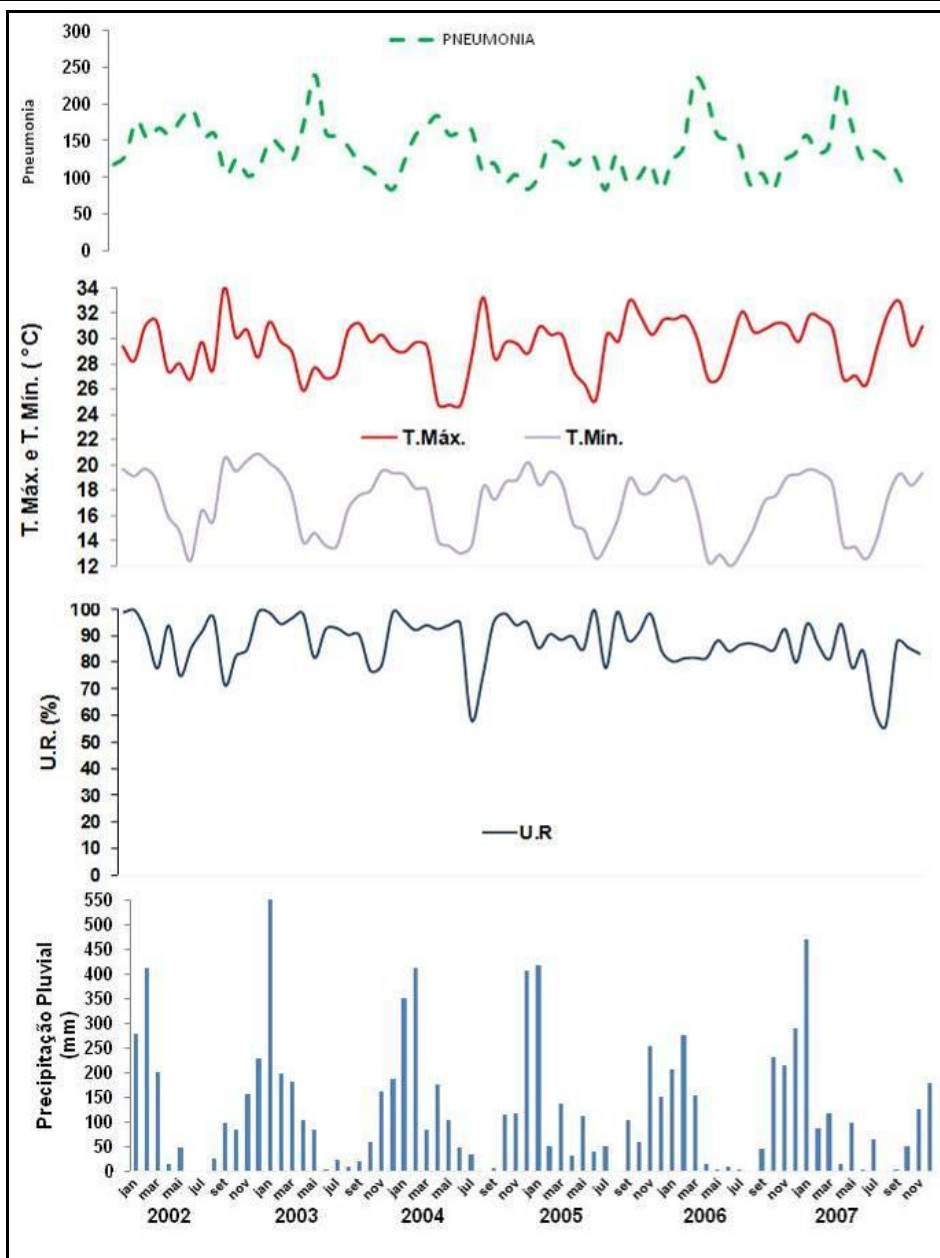


Figura 1. Elementos climáticos e internações por pneumonia de 2002 a 2007.

Tabela 1. Resultados da regressão logística das variáveis climáticas por faixa limites de temperatura (quartis) e internações por pneumonia na cidade de Ribeirão Preto/SP de 2002 a 2007.

Temperatura mínima	p	Exp (B)	Temperatura média	p	Exp (B)
< 15 °C	0,00	1,87	< 21,5°C	0,00	2,19
15°C I----17,8°C	0,64	1,20	21,5°C I----23,7°C	0,36	0,91
17,8°C I----19,6°C	0,00	0,70	23,7°C I----25,3°C	0,00	0,67
> 19,6°		1	> 25,3°C		1

Fonte: IAC e CPDH/USP (2012).

Para a temperatura média, conforme a tabela 1, três faixas de exposição também apresentaram associação estatística significativa: com temperatura média inferior a 21,5°C, apresenta-se chances de ocorrer dias com internações por pneumonia acima do percentil 50 em 2,19 vezes. Na faixa de 23,7-25,3°C e superior a 25,3°C, as razões de chances diminuíram

para 0,6 e 0,7 respectivamente. Esses resultados demonstram que o chances de morbidade por pneumonia aumenta com a redução da temperatura média e diminuem com o aumento dos valores desta variável.

Para a temperatura máxima, os resultados demonstraram associação estatística significativa para duas faixas de temperatura: temperatura máxima menor que 27,5°C aumenta em 1,42 vezes mais chances de ocorrência de excesso de internações, conforme a tabela 2. Na faixa de 30-31,9°C diminui as chances de excesso de internações.

Tabela 2. Resultados da regressão logística das variáveis climáticas por faixa limites de temperatura (quartis) e internações por pneumonia na cidade de Ribeirão Preto/SP de 2002 a 2007.

Temperatura máxima	p	Exp (B)	Amplitude Térmica	p	Exp (B)
< 27,5°C	0,00	1,42	< 10,3°C		1
27,5°C I----30,0°C	0,67	0,96	10,3°C I----12,7°C	0,03	0,81
30,0°C I----31,9°C	0,03	0,80	12,7°C I----14,8°C	0,03	1,14
> 31,9°C		1	>14,8 °C	0,01	1,40

Fonte: IAC e CPDH/USP (2012).

A amplitude térmica na tabela 2, apresentou significância estatística em todas as faixas de exposição. No entanto, o excesso de internações por pneumonia esteve associado ao aumento da amplitude térmica: a faixa de exposição do primeiro quartil (< 10,3°C) e a faixa de 10,3-12,7°C, atuam como fator protetor; na faixa de 12,7-14,8°C, ocorre o aumento de chances em 1,10 vezes e no último quartil, com amplitude térmica superior a 14,8°C, aumentou para 1,40 vezes.

Neste contexto, nos dias de maior amplitude térmica, em que a fisiologia humana exige maior condição de adaptabilidade e reajuste no metabolismo, agravam-se os casos de internações por pneumonia.

A umidade relativa do ar não demonstrou significância estatística em nenhuma faixa de exposição, conforme a tabela 3.

A temperatura efetiva demonstrou aumento de 1,95 vezes às chances na faixa de exposição inferior a 22°C. A faixa de exposição maior que 25°C demonstrou ser protetora com redução do risco da doença.

Segundo os resultados da regressão logística por faixa de exposição, inferiu-se que as baixas temperaturas mínimas, médias e máximas, além da amplitude térmica alta, aumentam as chances de internações acima da mediana.

Nos países europeus, muitos estudos associaram a ocorrência de doenças respiratórias e cardiovasculares com as ondas de frio e calor. Sobre as ondas de frio: ALMENDRA (2010);

CARVALHO (2007); DÍAZ *et al.* (2005); MONTEIRO *et al.* (2011), constataram sua influência no agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares.

Tabela 3. Resultados da regressão logística das variáveis climáticas por faixa limites de umidade e temperatura (quartis) e internações por pneumonia na cidade de Ribeirão Preto/SP de 2002 a 2007.

Umidade Relativa	p	Exp (B)	T. Efetiva	p	Exp (B)
< 63,3%	0,09	1,17	< 22°C	0,00	1,95
63,3%  ----70,9%	0,47	1,07	22 -----25°C		1
70,9%  ----77,5%	0,99	0,99	>25 °C	0,01	0,51
> 77,5%		1			

Fonte: IAC e CPDH/USP (2012).

A influência da vulnerabilidade ao calor extremo, também foi associada à taxa de mortalidade na área metropolitana de Lisboa. Conforme Andrade *et al.* (2011), a mortalidade de viúvos demonstrou-se importante para vulnerabilidade em relação ao calor extremo, além de refletir a importância da análise da variável idade e o estado de isolamento físico e social. Além disso, de acordo com Monteiro (1993, p.8), “o aumento do gradiente térmico da ilha de calor em Porto/Portugal, associado à poluição do ar têm agravado os casos de crises asmáticas”. No inverno português, o risco climático ocorre devido à diminuição brusca das temperaturas e das ondas de frio, que proporcionam condições para o aumento dos casos de doenças respiratórias e doenças cardiovasculares. Como não são frequentes os episódios de ondas de frio na cidade, buscou-se associar os episódios extremos de temperatura<sup>4</sup> mais representativos na cidade, que não caracterizam uma onda de frio<sup>5</sup>, porém, representam os que têm maior impacto no cotidiano dos cidadãos e são percebidos pela população.

Os resultados do quadro 1 demonstraram que depois de episódios de quatro dias com temperatura inferior à mínima média, uma semana depois ocorre incremento de 3,68% dos casos de internações por pneumonia e duas semanas depois diminui o incremento para 2,76%.

Entretanto, depois de episódios de cinco dias com temperatura inferior à mínima média, o incremento de pneumonia depois de uma semana sobe para 13,88% e duas semanas depois para 13,46%.

Desta forma, não apenas o surgimento de dias com valores extremos possuem importância para a saúde, mas a duração dos episódios (quantidade de dias com temperaturas abaixo da

<sup>4</sup> Considerou-se como temperatura extrema a ocorrência de valores  $\leq 12^{\circ}\text{C}$  e  $13^{\circ}\text{C}$ .

<sup>5</sup> Segundo a definição da Organização Meteorológica Mundial ocorre onda de frio quando num período de 6 dias consecutivos, a temperatura mínima do ar é inferior em  $5^{\circ}\text{C}$  ao valor médio das temperaturas mínimas diárias.

mínima média) demonstrou associação com o maior incremento de internações por pneumonia em Ribeirão Preto.

Quadro 1. Excesso de internações por pneumonia relacionadas e eventos extremos de temperatura.

Temperatura extrema	PNEUMONIA	
	7 dias	15 dias
4 dias	3,68	2,76
5 dias	13,88	13,46

Fonte: IAC e CPDH/USP (2012).

### ***Os tipos de tempo agravantes***

A identificação dos tipos de tempo por meio da análise rítmica revela a gênese dos fenômenos climáticos que habitualmente relacionam-se em caráter cronologicamente diário no cotidiano social, permitindo o intercâmbio dos elementos climáticos e fatores geográficos do clima dentro de uma realidade regional, “capaz de oferecer parâmetros válidos a consideração dos diferentes problemas geográficos”. (Monteiro, 1971, p.9)

No mês de abril de 2007, conforme a figura 2, a umidade relativa mínima diária, não ultrapassou os padrões de atenção da OMS, mas, desde o dia 9 até o dia 17, manteve-se relativamente baixa congruente ao período de aumento dos casos de internações. Durante o mês ocorreu elevada amplitude térmica, mas a partir do dia 23 a amplitude atinge 14°C e pode estar intimamente associada à elevação das internações por pneumonia a partir do dia 26 de abril.

No mês de maio, o aumento das internações por pneumonia a partir dia 15 teve influência dos extremos de umidade relativa que chegaram a atingir menos de 30% e das baixas temperaturas que foram constantes pela atuação da massa polar atlântica e posteriormente das incursões da frente fria, que acarretaram em variações bruscas de temperatura e alta amplitude térmica, favorecendo o aumento recorrente das internações da doença até o fim do mês.

Em junho, a entrada da massa polar atlântica seguida de uma frente, fez com que ocorresse uma queda nos valores termo-higrométricos na cidade, como observado na figura 4, que pode ter potencializado um aumento brusco de internações. Os valores de umidade relativa permaneceram baixos, também contribuindo para um período de aumento das hospitalizações entre os dias 16 a 22.

Ressalta-se que nos primeiros dias do mês ocorreram falhas na mensuração dos dados de umidade relativa.

Pela figura 5 o mês de julho iniciou-se com alta nas hospitalizações pela doença, em decorrência dos fatores demonstrados no mês anterior, cuja escassez de chuvas inferiu diretamente nos baixos valores de umidade relativa do ar e a amplitude térmica pela chegou a 17°C.

A partir do dia 18 devido às incursões das frentes frias e da massa polar atlântica ocorreu variação térmica brusca na cidade, com valores de umidade relativa do ar inferiores a 30%, potencializando o aumento das internações por pneumonia.

Durante o mês de agosto, a amplitude térmica foi alta e a maior ocorrência da pneumonia ocorreu com o predomínio dos sistemas estáveis como a massa polar atlântica tropicalizada e a atuação das frentes frias. (Figura 6)

A umidade relativa apresentou valores extremos, que chegam a ser menores que 20% do dia 2 ao dia 10 e do dia 13 ao dia 25. Durante os dias 17 a 25, a atuação da massa tropical atlântica continentalizada acentuou a amplitude térmica (de 15 a 17,6°C). Além disso, no dia 12 de agosto a velocidade do vento é superior a 4,6 m/s favorecendo o transporte de partículas na atmosfera urbana.

Esses fatores são extremamente prejudiciais ao aparelho respiratório, pois, a secura da mucosa nasal aliada ao aumento de gases poluentes e particulados prejudica o transporte mucociliar, principalmente nos grupos de maior risco como idosos, cardiopatas ou que possuem enfermidades respiratórias prévias.

A partir da análise rítmica efetuada nos cinco meses do ano de 2007, pode-se evidenciar que as internações por pneumonia acima do percentil 95, ocorrem com o predomínio de sistemas atmosféricos estáveis como a massa polar atlântica e massa polar atlântica tropicalizada, com 68,4% do total dos casos; a massa tropical atlântica e massa tropical atlântica continentalizada com 15,8%; a frente polar atlântica e frente estacionária com 10,5% dos casos e a massa tropical continental com 5,3%.

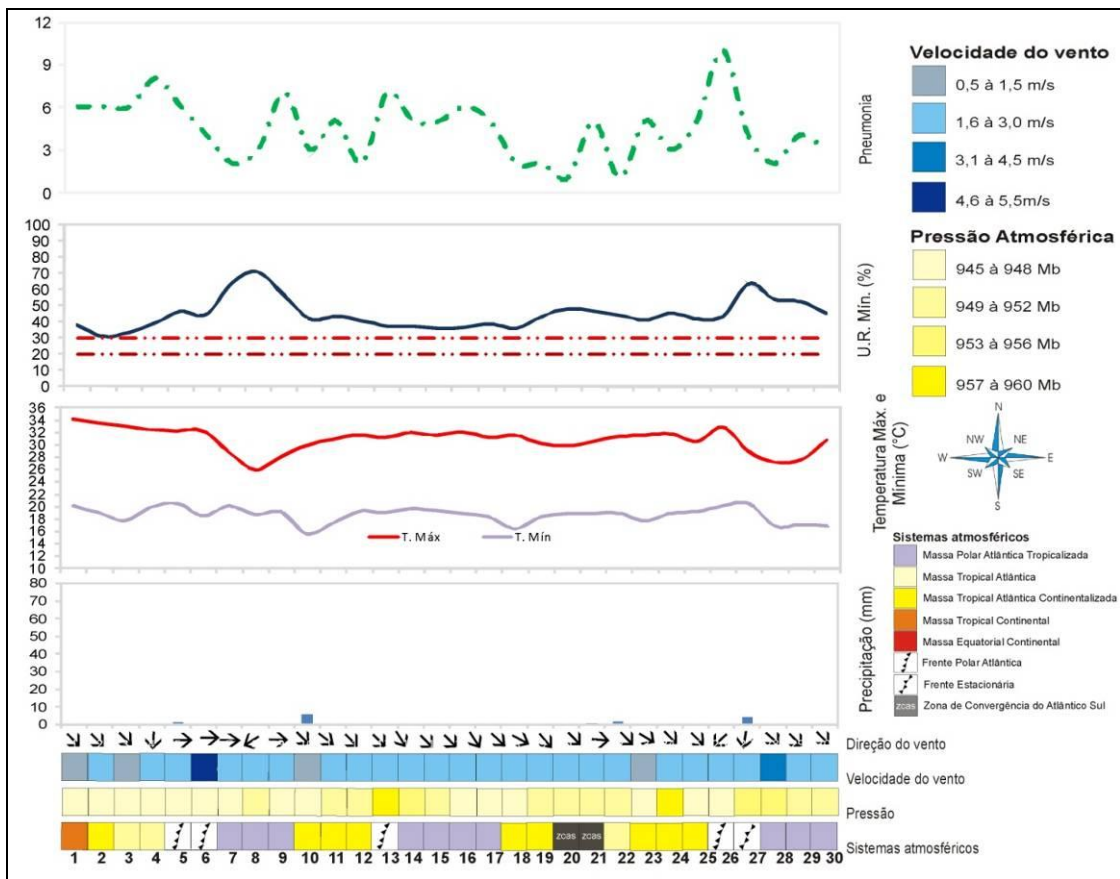


Figura 2. Análise Rítmica e interações por pneumonia no mês de abril de 2007.

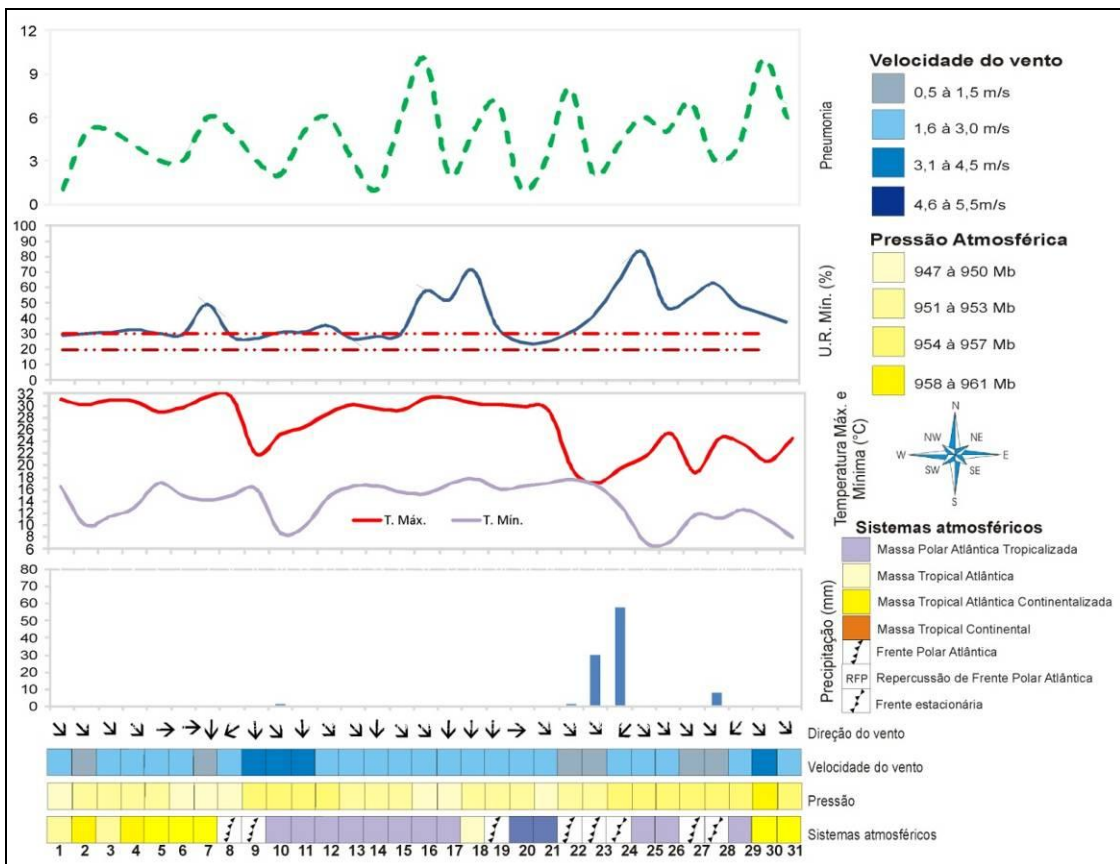


Figura 3. Análise Rítmica e interações por pneumonia no mês de maio de 2007.

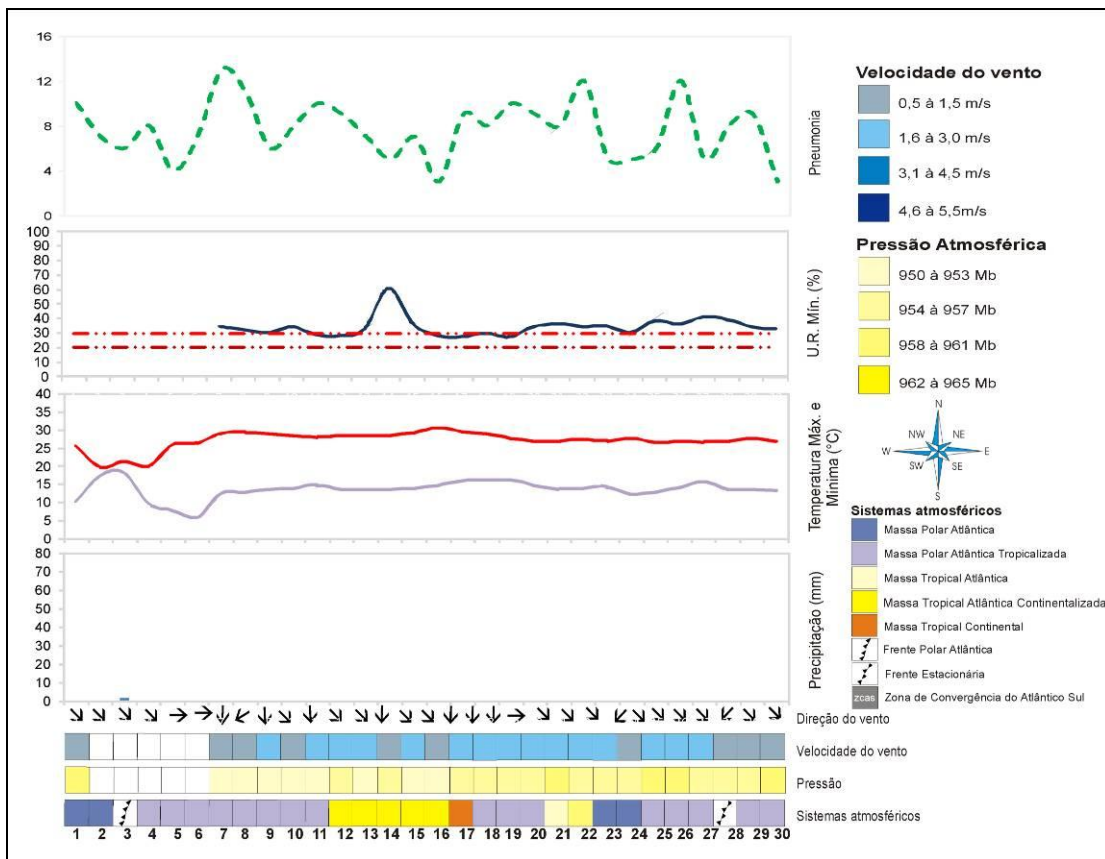


Figura 4. Análise Rítmica e interações por pneumonia no mês de junho de 2007.

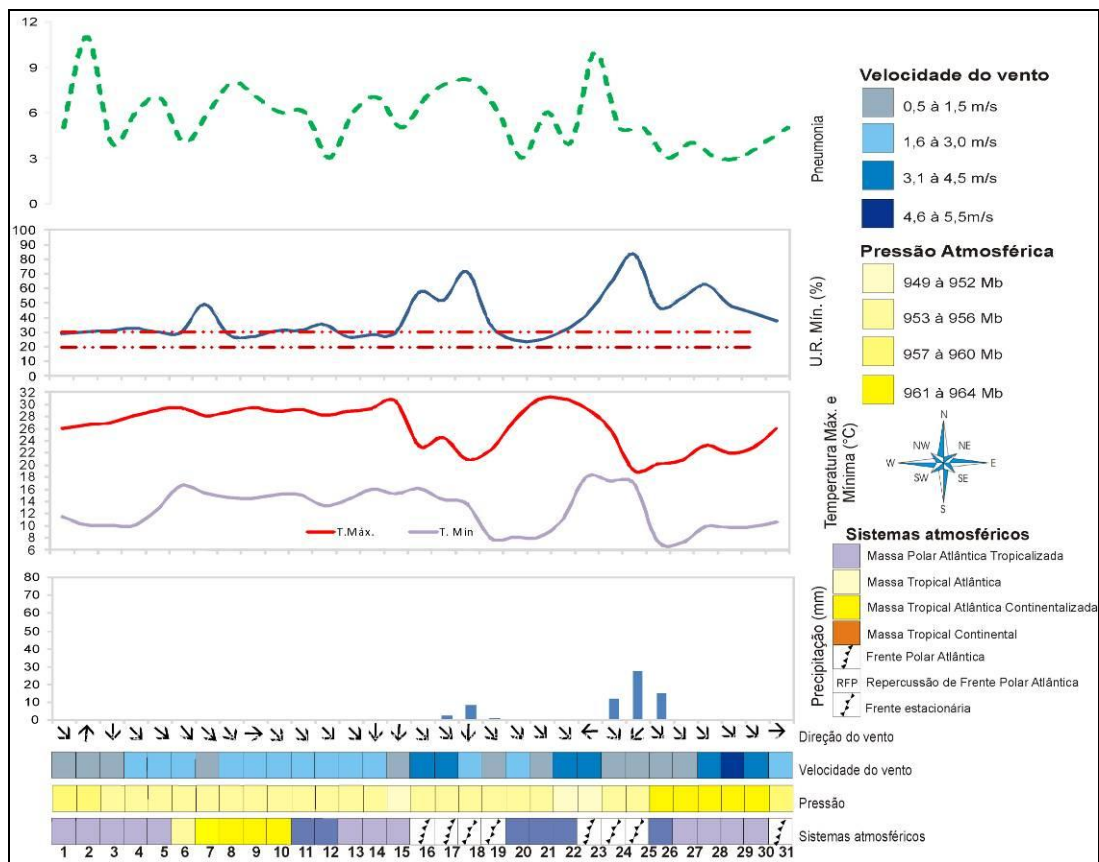


Figura 5. Análise Rítmica e interações por pneumonia no mês de julho de 2007.



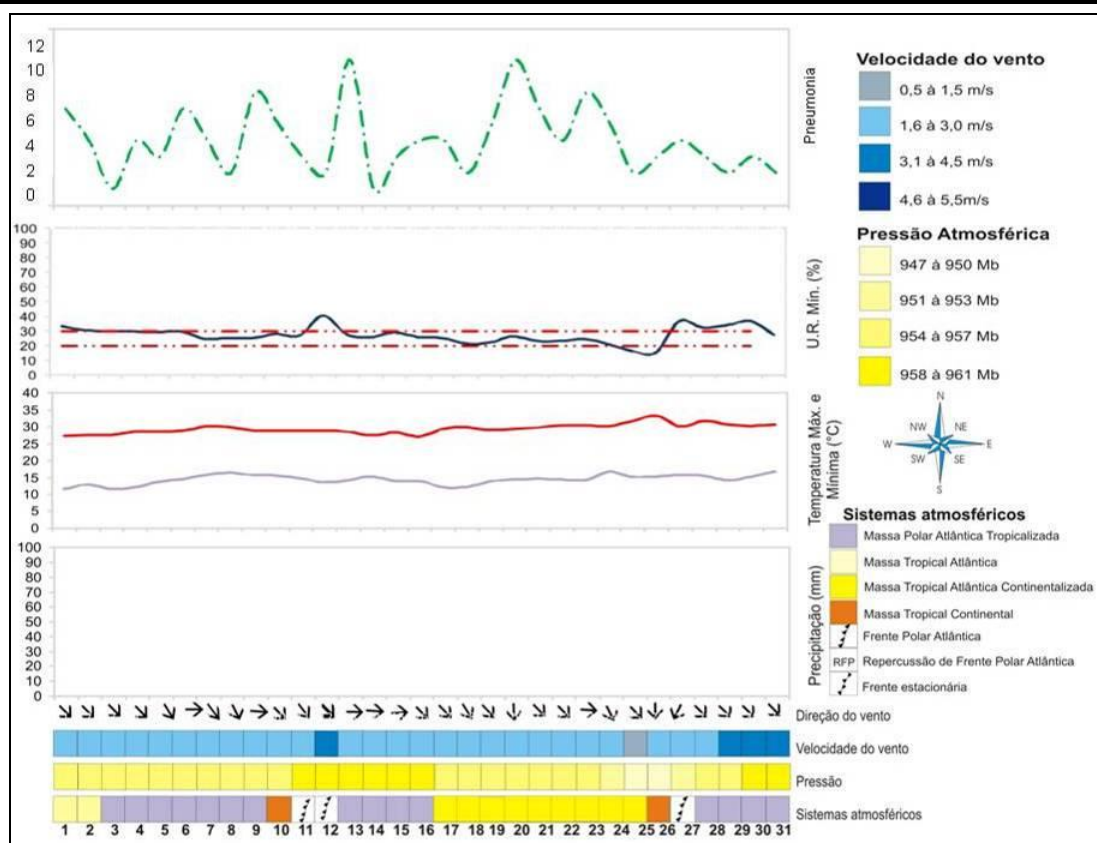


Figura 6. Análise Rítmica e interações por pneumonia no mês de agosto de 2007.

## CONCLUSÕES

Diversos estudos no Brasil associaram o aumento de agravos respiratórios aos eventos extremos da temperatura, umidade, aumento da amplitude térmica e desconforto térmico para o frio (BAYONKI 2010; COELHO-ZANOTTI 2007; SILVA 2010; SOUZA 2007).

Na cidade de Ribeirão Preto-SP, a diminuição da temperatura mínima, temperatura efetiva e umidade do ar também se associaram com o aumento de internações por pneumonia. Além disso, a alta amplitude térmica também apresentou associação significativa.

A respeito dos valores limites que aumentam o risco da pneumonia, a diminuição da temperatura mínima, média, máxima e temperatura efetiva com valores inferiores a 15°C, 21,5°C, 27,5°C, 22°C, respectivamente, apresentaram as maiores razões de chances para o aumento da morbidade. Além disso, o aumento da amplitude térmica maior que 14,8°C foi associado com o aumento do risco da doença com significância estatística.

Desta maneira, os episódios mais representativos mostraram para o recorte espacial estudado, que depois de quatro ou cinco dias de temperaturas mínimas inferiores à média, tem-se o aumento de 3,68% e 13,88% dos casos de pneumonia numa defasagem de sete

dias. Esses achados relacionam-se à atuação dos sistemas atmosféricos da massa polar atlântica e da massa polar atlântica tropicalizada.

Ressalta-se que as doenças respiratórias, em geral, podem ser agravadas pela menor capacidade de adaptação bioclimática em idosos e crianças, além de se considerar o tipo de material construtivo da residência, a condição socioeconômica para utilização de equipamentos como aquecedores, as condições socioambientais do ambiente vivido, bem como a percepção climática e a vestimenta.

Entretanto, no que tange aos condicionantes climáticos diagnosticados, os mesmos podem oferecer subsídios às atividades de planejamento, monitoramento, organização dos serviços de saúde e prevenção da pneumonia e outros agravos condicionados pelos diferentes tipos de tempo.

Em conjunto: os dados da saúde, os dados dos elementos climáticos e da dinâmica atmosférica podem ser pensados e produzidos com vista à construção de indicadores que ofereçam bases para delimitar, mapear, analisar e buscar soluções para os espaços e lugares vulneráveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXO, N.C.R. A fumaça dos canaviais nos ares do campo e das cidades. **Boletim DATALUTA**, v.1, p. 1-16, 2013.

ALMENDRA, R. **Geografia da doença cardiovascular: Enfarte agudo do miocárdio – padrões e sazonalidade**. 2010. Dissertação de mestrado em Geografia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

ANDRADE, H; NOGUEIRA, H; CANÁRIO, P. Vulnerabilidade urbana ao calor extremo na área metropolitana de Lisboa. In: VIII do Congresso de Geografia Portuguesa, 2011, Lisboa. **Anais...Lisboa**, 2011.

BAYONKI, S.M. **Fatores socioeconômicos e ambientais e doenças respiratórias em Curitiba/PR**. Tese de doutorado em Geografia, UFPR: Curitiba, 2009.

CARVALHO, V.F. M. **Contributos Bioclimáticos para o Planeamento Urbano Sustentável**. Dissertação de Mestrado em Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano. Universidade do Porto: Porto, 2007.

CASTILHO, F.J.V. **Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP**. Dissertação de mestrado em Geografia. UNESP: Rio Claro, 2006.

COELHO-ZANOTTI, M.S.S. **Uma análise estatística com vista a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função das condições meteorológicas na cidade de São Paulo**. 2007, 195p. Tese de doutorado meteorologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

DÍAZ J. *et al.*. Mortality impact of extreme winter temperatures. *Int J Biometeorol.* v.49, p. 179–183, 2005.

ELIAS, D. **Meio técnico-científico-informacional e urbanização na região de Ribeirão Preto (SP)**. 1996. Tese de doutorado em Geografia, Universidade de São Paulo, 1996.

GOMES, M. A. S. **Parques urbanos de Ribeirão Preto-SP: na produção do espaço, o espetáculo da natureza**. 2009, 260f. Tese de doutorado em Geografia. Universidade de Campinas, 2009.

HENRIQUES, O.K. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto/SP: Bases para conservação**. Tese de doutorado em Biologia. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto/S/P, 2003.

MONTEIRO, A. **O clima urbano do Porto. Contribuição para definição de estratégias de Planeamento e Ordenamento do Território**. Porto: Universidade do Porto. Tese de doutoramento, 1993.

MONTEIRO, A. **The use of Cold Spell's Index to quantify the excess of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) morbidity during winter: Case Study of Porto**. No prelo. Foundation for Science and Technology (FCT), Portugal, 2011.

MONTEIRO, C. A de F. Análise rítmica em climatologia – problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia* 1, São Paulo, n. 1, 1971.

MONTEIRO, C. A de F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas**. USP/IGEOP. São Paulo, 1973.

MONTEIRO, C.A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1976.

NOGUEIRA, P.; NUNES, A.; NUNES, B.; FALCÃO, J.; FERRINHO, P. Internamentos hospitalares associados à onda de calor de Agosto de 2003: evidências de associação entre morbidade e ocorrência de Calor. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**. v.27, n.2, p. 87-102, 2009.

SILVA, E.N. **Ambientes atmosféricos intraurbanos em São Paulo e possíveis correlações com doenças do aparelho respiratório e circulatório**. Tese de doutorado em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo 2010.

SOBRAL, H.R. **Poluição do ar e doenças respiratórias em criança da Grande São Paulo: um estudo de geografia médica**. Tese. (Doutorado em Geografia). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1988.

SOUZA, C.G. **A influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambiente urbano**. Dissertação em Geografia, FCT/UNESP: Presidente Prudente, 2007.

**Artigo recebido em 02/12/2013.**

**Artigo aceito em 09/03/2014.**