

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS**

**VARIABILIDADE CLIMÁTICA E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS  
RESPIRATÓRIAS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE, ENTRE  
2012 E 2016**

**Macalysser Junior da Cruz**

Belo Horizonte, MG

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS**

**VARIABILIDADE CLIMÁTICA E INTERAÇÕES POR DOENÇAS  
RESPIRATÓRIAS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE, ENTRE  
2012 E 2016**

**Macalysser Junior da Cruz**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado à disciplina da  
Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para  
graduação, Bacharelado em Ciências Socioambientais.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Carla Jorge Machado.

Belo Horizonte, MG

2018

## **AGRADECIMENTOS**

Começarei os agradecimentos a minha família, pela força dada ao longo do curso. Um agradecimento especial ao meu Tio principalmente, à minha Mãe, ao meu Pai e meus irmãos.

Agradeço à minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Carla Jorge Machado, pela confiança no meu trabalho, pela orientação, dedicação e fundamental ajuda e dicas preciosas. Ao Professor Alisson Flávio Barbieri pela indicação da Prof.<sup>a</sup> Carla para fazer a orientação deste trabalho e aos demais professores deste curso inovador.

Agradeço aos meus amigos do curso, principalmente ao Leonardo, por toda força e ajuda durante minha trajetória no curso.

Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

Bachelard (1996).

## RESUMO

Este trabalho analisou o número de internações por doenças respiratórias no município de Belo Horizonte – MG no período de 2012 a 2016, sob a ótica da variação de parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. O trabalho teve os objetivos de correlacionar os números de internações totais por doenças respiratórias com estes aspectos, em escala mensal, verificando quais destes mais se associaram à morbidade respiratória, no município de Belo Horizonte e também mostrar quais faixas etárias tiveram maior percentual de pessoas internadas. Utilizou-se do método de correlação linear de Person para avaliar a correlação do número de internações com a variabilidade climática do período, com base no banco de dados do Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), respectivamente. Foi utilizado o Excel® 2013 para a tabulação dos dados e a geração dos gráficos e das tabelas, e o Software RStudio Versão. 1.0.153 para o cálculo da correlação. Os resultados mostraram que houve associação, em algum grau, de todas as variáveis meteorológicas com o número de pessoas internadas mês a mês. Concluiu-se que o maior percentual de internação ocorreu na faixa etária de 1 a 4 anos. Períodos com temperaturas mais amenas, apresentaram números mais elevados de internações. A variável temperatura foi a que mais se correlacionou às internações durante o período estudado, enquanto que a variável Umidade Relativa do Ar analisada, de forma individual, não obteve resultados significativos.

**Palavras Chave: Clima. Internações. Doenças Respiratórias. Belo Horizonte.**

## ABSTRACT

This study analyzed the number of hospitalizations due to respiratory diseases in the municipality of Belo Horizonte - MG from 2012 to 2016, considering the variation of meteorological parameters of temperature, relative humidity and precipitation. The objective of the study was to correlate the numbers of total admissions for respiratory diseases with these aspects, in a monthly scale, verifying which of them were most associated with respiratory morbidity in the city of Belo Horizonte, and also to show which age groups had the highest percentage of people hospitalized. Person's linear correlation method was used to evaluate the correlation of the number of hospitalizations with the climatic variability of the period, based on the database of the Ministry of Health - SUS Hospital Information System (SIH / SUS) and the Bank of Meteorological Data for Teaching and Research (BDMEP), respectively. Excel® 2013 was used for tabulation of data and generation of graphs and tables, and Software RStudio Version. 1.0.153 for the correlation calculation. The results showed that there was an association, to some degree, of all meteorological variables with the number of people hospitalized month after month. It was concluded that the highest percentage of hospitalization occurred in the age range of 1 to 4 years. Periods with milder temperatures, presented higher numbers of hospitalizations. The temperature variable was the one that most correlated to the hospitalizations during the studied period, while the variable Relative Air Humidity analyzed, individually, did not obtain significant results.

**Keywords: Climate. Hospitalizations. Respiratory diseases. Belo Horizonte.**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2012 .....	27
<b>Tabela 02.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2013.....	28
<b>Tabela 03.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2014.....	29
<b>Tabela 04.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2015.....	30
<b>Tabela 05.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2016.....	31
<b>Tabela 06.</b> Umidade relativa média e internações totais por gripe, asma, pneumonia e bronquite aguda, por mês, em Belo Horizonte, 2012.....	33
<b>Tabela 07.</b> Coeficiente de correlação de Pearson por variável climática em relação a doenças respiratórias em Belo Horizonte, 2012 a 2016.....	39
<b>Tabela 08.</b> Coeficiente de correlação de Pearson por variável climática em relação a doenças respiratórias em Belo Horizonte, 2012 a 2016.....	47
<b>Tabela 09.</b> Coeficiente de correlação de Pearson por variável climática em relação a doenças respiratórias em Belo Horizonte, 2012 a 2016.....	50

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Doenças respiratórias crônicas mais comuns e suas características.....	16
<b>Quadro 2.</b> Doenças respiratórias agudas mais comuns e suas características.....	17
<b>Quadro 3.</b> Poluentes atmosféricos e seus efeitos sobre a saúde humana.....	19
<b>Quadro 4.</b> Elementos que caracterizam o clima e suas definições.....	26
<b>Quadro 5.</b> Número total de internações por Gripe, Asma, Pneumonia e Bronquite aguda em Belo Horizonte, por mês, entre 2012 a 2016.....	62

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Precipitação, Umidade relativa do ar e internações por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2012. ....	32
<b>Figura 02.</b> Precipitação e Umidade relativa do ar e internações totais por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2013. ....	34
<b>Figura 03.</b> Precipitação, Umidade relativa do ar e internações totais por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2014. ....	35
<b>Figura 04.</b> Precipitação, Umidade relativa do ar e internações por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2015. ....	36
<b>Figura 05.</b> Precipitação, Umidade relativa do ar e internações por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2016. ....	38
<b>Figura 06.</b> Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações por doenças respiratórias, Belo Horizonte, 2012.....	40
<b>Figura 07.</b> Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2013. ....	42
<b>Figura 08.</b> Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2014. ....	43
<b>Figura 09.</b> Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações por doenças respiratórias, por mês, Belo Horizonte, 2015. ....	44
<b>Figura 10.</b> Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2016. ....	45
<b>Figura 11.</b> Variação das temperaturas máxima, mínima e média compensada e internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte, por mês, entre 2012 a 2016.....	48
<b>Figura 12.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2012. ....	50
<b>Figura 13.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2013. ....	51
<b>Figura 14.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2014. ....	52
<b>Figura 15.</b> Precipitação, Umidade relativa do ar e internações por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2015. ....	53
<b>Figura 16.</b> Número total de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2016. ....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>BDMEP</b>	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
<b>CID 10</b>	Código Internacional de Doenças, 10ª revisão
<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional de Meio Ambiente
<b>DRA</b>	Doença Respiratória Aguda
<b>DRC</b>	Doença Respiratória Crônica
<b>FEAM</b>	Fundação Estadual do Meio Ambiente
<b>IQA</b>	Índice de Qualidade do Ar
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IVAS</b>	Infecção das Vias Aéreas Superiores
<b>J00-J99</b>	Doenças Respiratórias
<b>Max</b>	Temperatura máxima
<b>Mim</b>	Temperatura mínima
<b>mm</b>	Milímetro
<b>NO2</b>	Oxido de Nitrogênio
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>PBH</b>	Prefeitura de Belo Horizonte
<b>PM10</b>	Material particulado
<b>SHI</b>	Sistema de Informações Hospitalares
<b>SHI -SUS</b>	Sistema de Informações Hospitalares do SUS
<b>SO2</b>	Dióxido de enxofre
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Objetivo.....	14
1.1.1 Objetivos específicos.....	14
1.2 Justificativa .....	14
1.3 Doenças respiratórias.....	15
1.4 Ação do clima e dos poluentes sobre saúde humana.....	18
<b>CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E METODOLOGIA</b> .....	20
2.1 Revisão de literatura: fatores ambientais associados a doenças respiratórias.....	20
2.2 Metodologia .....	24
2.2.1 Local e tipo de Estudo .....	24
2.2.2 Fonte de Dados.....	24
2.2.3 Análise dos dados.....	25
2.2.4 Variáveis do Estudo.....	26
<b>CAPITULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO: ASPECTOS METEOROLÓGICOS ASSOCIADOS A DOENÇAS RESPIRATÓRIAS</b> .....	27
3.1 Padrões do clima e de internações – 2012 a 2016 .....	27
3.2 Precipitação e Umidade Relativa do ar 2012 a 2016.....	32
3.2.1 Precipitação e Umidade – 2012.....	32
3.2.2 Precipitação e Umidade – 2013.....	34
3.2.3 Precipitação e Umidade – 2014.....	35
3.2.4 Precipitação e Umidade – 2015.....	36
3.2.5 Precipitação e Umidade – 2016.....	38
3.3 Temperaturas – 2012 a 2016.....	40
3.3.1 Temperaturas – 2012.....	40
3.3.2 Temperaturas – 2013.....	42
3.3.3 Temperaturas – 2014.....	43
3.3.4 Temperaturas – 2015.....	44
3.3.5 Temperaturas – 2016.....	45

3.4 Escala mensal de 2012 a 2016 .....	48
3.5 Internações por faixa etária – 2012 a 2016.....	50
3.5.1 Internações por faixa etária – 2012.....	50
3.5.2 Internações por faixa etária – 2013.....	51
3.5.3 Internações por faixa etária – 2014.....	52
3.5.4 Internações por faixa etária – 2015.....	53
3.5.5 Internações por faixa etária – 2016.....	54
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>62</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O estado de saúde do ser humano está condicionado a diversos aspectos, entre eles os aspectos sociais e ambientais que afetam a saúde dos indivíduos. Os primeiros estão relacionados aos hábitos de vida sociais das pessoas e o segundo com aspectos climáticos, por exemplo. Segundo (Carvalho, 2013):

As condições econômicas e sociais influenciam decisivamente as condições de saúde de pessoas e populações. A maior parte da carga das doenças — assim como as iniquidades em saúde, que existem em todos os países — acontece por conta das condições em que as pessoas nascem, vivem, trabalham e envelhecem. Esse conjunto é denominado “determinantes sociais da saúde”, um termo que resume os determinantes sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais da saúde. (Carvalho, 2013, p.19).

Dentre as principais causas de doenças da sociedade urbana está a questão da qualidade de vida socioambiental do indivíduo. Os fatores externos ao corpo humano estão no cerne de muitas das moléstias, responsáveis pelo agravamento da saúde da população Souza (2008). O processo adaptativo do ser humano às cidades, implicou no aumento de casos de doenças crônicas de várias causas, à medida em que as condições do ambiente, de forma cumulativa, pioram suas condições. (Souza, 2008).

Neste sentido, o ser humano tenta adaptar-se a estas diferentes condições, entre elas, à variabilidade climática, que é natural e faz parte do ciclo climático global, entretanto, alterações neste sistema podem ser causados pelos próprios seres humanos. Chuvas mais volumosas em determinados locais podem ser causadas, por exemplo, pelas chamadas “ilhas de calor”, muito presente nas grandes cidades, onde a presença de muitos prédios dificulta a circulação do ar. Isso, aliado a impermeabilização do solo, provoca um aumento de temperatura em uma determinada localidade. Outro aspecto meteorológico que pode ser intensificado pelo ser humano é a umidade relativa do ar. A presença de uma quantidade significativa de árvores nas cidades possibilita aumento localizado na umidade relativa local. Neste sentido, o ser humano tem com o meio ambiente uma relação mútua, onde ambos podem ser prejudicados e beneficiados.

Neste contexto inserem-se as doenças respiratórias, as quais refletem de forma mais evidente essa relação população e meio ambiente, mais especificamente a associação de doenças do aparelho respiratório e condições climáticas. Em Belo Horizonte, capital do Estado Minas Gerais, localizado na região Sudeste do Brasil, temos estações climáticas bem definidas. O verão se apresenta com um volume de chuvas bem considerável, e o inverno, característico por ser frio e seco. Espera-se que neste período o município registre um aumento no número de pessoas internadas por doenças respiratórias. Os problemas respiratórios aumentam em condições climáticas que favorecem o agravo destes, como por exemplo, umidade relativa do ar, temperatura e amplitude térmica elevada. De acordo com Bezerra (2015), as variações no clima têm impactos diretos na saúde dos indivíduos, e os estudos que abordam essa temática tem se intensificado nas últimas décadas, devido, em parte, às possibilidades de ocorrência das mudanças climáticas que afetarão diretamente e indiretamente o homem.

Entretanto, as doenças respiratórias não estão apenas correlacionadas com fatores climáticos desfavoráveis e a variabilidade climática dos aspectos meteorológicos, mas também a níveis de poluição atmosférica condicionados pelo clima e suas variantes. Questiona-se, entretanto, quais aspectos meteorológicos mais se associam à internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte? Esses fatores se alteraram entre os anos de 2012 e 2016? Quais as faixas etárias mais vulneráveis a variações climáticas em detrimento de agravos respiratórios, crianças ou idosos?. Neste trabalho será analisada a associação de fatores climáticos – temperaturas máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação – com a morbidade respiratória no município de Belo Horizonte, em escala mensal, durante o período de 2012 a 2016.

O trabalho é direcionado ao estudo das variáveis climáticas citadas, relacionadas às doenças respiratórias (CID10, 10ª revisão: J00-J99) na capital mineira em um período de cinco anos. O trabalho será dividido em quatro capítulos. O primeiro tem como objetivo apresentar os objetivos e as justificativas do trabalho, bem como contextualizar brevemente as doenças respiratórias. No segundo, será apresentado uma breve revisão bibliográfica sobre a associação entre fatores climáticos e poluição atmosférica com doenças respiratórias. Posteriormente a isso, serão apresentados os procedimentos metodológicos aqui utilizados. No terceiro capítulo, serão apresentados os resultados e as discussões do estudo. O quarto capítulo apresentará as conclusões e as considerações finais.

## **1.1 Objetivo**

Este trabalho tem o objetivo geral de analisar a associação de internações totais por doenças respiratórias com aspectos meteorológicos no município de Belo Horizonte, no período de 2012 a 2016.

### **1.1.1 Objetivos Específicos**

- 1) Analisar, para as doenças respiratórias, os números de internações totais associadas a aspectos climáticos, em escala mensal, e verificar quais destes mais se associaram a morbidade respiratória de 2012 a 2016, na capital mineira;
- 2) Verificar o padrão de internações por doenças respiratórias durante o período de 2012 a 2016, analisando se houve ou não um aumento, face às variações do clima no período;
- 3) Verificar em quais faixas etárias mais frequentemente ocorreram internações de pessoas por doenças respiratórias em Belo Horizonte.

## **1.2 Justificativa**

Estudos vem mostrando que altos níveis de poluição do ar, em conjunto com fatores climáticos desfavoráveis, tem associação direta com o número de internações e mortes por doenças respiratórias nas grandes cidades do Brasil e do mundo. Há uma tendência natural de aumento de poluição e de anomalia climática (menos chuvas, ar mais seco, inversão térmica, entre outros fatores). Conforme Barbieri (2013), a região sudeste do Brasil deverá experimentar aumentos de temperatura de 2 a 6 °c até fim do século, o que acarretaria em redução do transporte de umidade para esta região, afetando o regime de chuvas e aumentando no número de dias secos e quentes, o que deve gerar impactos na saúde da população.

Aliado a isso, há uma projeção de aumento da expectativa de vida ao nascer no Brasil, onde se tem a previsão da transição demográfica com crescimento do número de idosos na população brasileira, os quais são um grupo vulnerável à doenças respiratórias.

Ainda segundo Barbieri (2013), a transição demográfica, que prevê alteração na estrutura etária brasileira com um avanço na proporção de adultos mais envelhecidos e idosos na população, aliada às mudanças climáticas, resultará em reestruturação das características da população, o que pode gerar, ou agravar, situações específicas de vulnerabilidade socioambiental. Torna-se necessário então, um maior conhecimento atual sobre o assunto, conhecendo-se os reais efeitos de variações climáticas sobre a população.

#### **1.4 Doenças Respiratórias**

As doenças respiratórias são divididas em crônicas e agudas. Segundo o Ministério da saúde (2010), doenças respiratórias crônicas (DRC) são doenças tanto das vias aéreas superiores como das inferiores. As mais comuns são: a asma, a rinite alérgica e a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), e representam um dos maiores problemas de saúde mundialmente. Bezerra et al. (2015) destaca que:

As DRC estão aumentando em prevalência particularmente entre as crianças e os idosos, afetam a qualidade de vida e podem provocar incapacidade nos indivíduos afetados, causando grande impacto econômico e social (Bezerra et al., 2015. p.435).

Já as doenças respiratórias agudas (DRA), segundo Façanha (2014), abrangem amplo casos de eventos mórbidos de diferentes etiologias e de distinta gravidade que comprometem o trato respiratório. Suas principais manifestações clínicas são tosse, dificuldade respiratória, dor de garganta, corrimento nasal e dor de ouvido. As DRA podem ser doenças infecciosas, resfriado comum e pneumonias, por exemplo. (Façanha, 2014).

De acordo com Souza (2008), na Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID 10), há um capítulo destinado às doenças do aparelho respiratório. E fazem parte desse grupo de doenças, as infecções agudas das vias aéreas superiores - como a influenza (gripe) e pneumonia -, infecções agudas das vias aéreas inferiores e doenças crônicas tanto das vias aéreas superiores, quanto inferiores. Nos Quadros 01 e 02 estão descritas as doenças respiratórias (agudas e crônicas) mais comuns que acometem a população brasileira, e suas características.

Quadro 01. Doenças respiratórias crônicas mais comuns e suas características.	
Doenças respiratórias crônicas	Características
<b>Rinite alérgica</b>	Inflamação aguda ou crônica, infecciosa, alérgica ou irritativa da mucosa nasal, sendo os casos agudos, em sua maioria, causada por vírus, ao passo que os casos crônicos ou recidivantes são geralmente determinados pela rinite alérgica, induzida pela exposição a alérgenos, que, após sensibilização, desencadeiam resposta inflamatória mediada por imunoglobulina
<b>Asma</b>	Afecção pulmonar caracterizada pela inflamação das vias aéreas, que leva à diminuição ou até mesmo obstrução do fluxo de ar. Sua fisiopatologia está ligada a fatores genéticos e ambientais, manifestando-se por meio de crises de falta de ar.
<b>Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica</b>	Progressiva e irreversível que afeta os pulmões, apresentando como principal característica a destruição de muitos alvéolos pulmonares e o comprometimento dos restantes. É mais comum em indivíduos do sexo masculino com idade avançada, sendo que também é frequente sua observação em indivíduos que já tiveram tuberculose.

Fonte: Adaptado de Ministério da saúde, 2010.

Quadro 02. Doenças respiratórias agudas mais comuns e suas características.	
Doenças respiratórias agudas	Características
<b>Influenza (Gripe)</b>	Influenza, comumente conhecida como gripe, é uma doença viral febril, aguda, geralmente benigna e autolimitada. Mais comum nas épocas mais frias do ano. Frequentemente é caracterizada por início abrupto dos sintomas, que são predominantemente sistêmicos, incluindo febre, calafrios, tremores, dor de cabeça, mialgia e anorexia, assim como sintomas respiratórios com tosse seca, dor de garganta e coriza. A infecção geralmente dura 1 semana e com os sintomas sistêmicos persistindo por alguns dias, sendo a febre o mais importante.
<b>Pneumonia</b>	Pneumonias são provocadas pela penetração de um agente infeccioso ou irritante (bactérias, vírus, fungos e por reações alérgicas) no espaço alveolar, onde ocorre a troca gasosa. Esse local deve estar sempre muito limpo, livre de substâncias que possam impedir o contato do ar com o sangue. Mudanças bruscas de temperatura é um dos fatores causadores da doença.
<b>Bronquite aguda</b>	Causada geralmente por vírus, embora, em alguns casos, possa ser resultado de uma infecção bacteriana. As crises também podem ser desencadeadas pelo contato com poluentes ambientais e químicos (poeira, inseticidas, tintas, ácaros, etc.).

Fonte: Adaptado de Ministério da saúde, 2010.

## 1.5 Ação do clima e dos poluentes na saúde humana

A poluição do ar está mais associada às grandes cidades, por suas fábricas, indústrias e grande volume de veículos a combustão. Entretanto essa poluição é dependente da condição climática do local. Cidades onde a umidade relativa do ar média está acima de 60%, ventos constantes e chuva de forma periódica, em geral não apresentam problemas em relação à poluição do ar considerada ruim. Conforme Duchiate (1992):

As condições meteorológicas são particularmente importantes, na medida em que os ventos turbulentos ajudam a dispersar os poluentes. Estes também são depositados pelas chuvas, que "lavam" o ar. A combinação da estabilidade atmosférica com ausência de chuvas torna-se, assim, profundamente desfavorável à dispersão dos poluentes. (Duchiate, 1992, p.313).

Segundo Fonseca (2004) apud Souza (2007), a saúde está ligada diretamente com o ambiente onde se vive e o clima por suas alterações cíclicas, e variações inesperadas e danosas para o homem e meio social é certamente, um fator que interage de maneira direta com a saúde humana.

Atualmente, reconhece-se que os efeitos dos contaminantes do ar na saúde diferenciam-se em distintas formas de contaminação. Essa pode ser sucedida em episódios agudos, com altos níveis de contaminação durante um curto espaço de tempo, que coincide com os transtornos meteorológicos, potencializando o problema. Pode ocorrer, também, de forma cotidiana em níveis intermediários, como a exposição rotineira à poluição do ar numa metrópole. Souza (2007, p.70)

Abreu e Ferreira (1999) realizaram uma análise na identificação das principais doenças respiratórias que atingem a população urbana do município de Belo Horizonte. Foi elaborado um perfil epidemiológico das doenças mais frequentes, verificando a influência direta e indireta das condições climáticas no organismo humano. Segundo os autores, a conclusão obtida foi que existe uma relação bem evidente entre as doenças respiratórias e as condições climáticas.

A relação entre o número de casos de doenças respiratórias, que acontecem ao longo do ano, e a temperatura é inversamente proporcional, ou seja, na medida em que a temperatura do ar cai, ocorre um incremento do número de casos de internação, concentrando-se, principalmente, em estações de outono e inverno (temperaturas mais baixas). Abreu e Ferreira (1999) apud Souza (2007, p. 71).

Segundo o estudo de Abreu e Ferreira (1999), épocas caracterizadas pelo aumento da velocidade dos ventos e maior ocorrências de chuvas, geram uma redução do número de casos de doenças do aparelho respiratório, devido ao efeito de dispersão e eliminação de poluentes e dos microrganismos do ar. Assim, conhecer como o tempo atmosférico influi sobre a saúde é um importante método de prevenção de doenças. Abreu e Ferreira (1999) apud Souza (2007). O Quadro 03 mostra a origem e os efeitos dos poluentes sobre a saúde humana, os quais são intensificados por condições climáticas adversas.

Quadro 03. Poluentes atmosféricos e seus efeitos sobre a saúde humana.	
Poluente	Origem e efeitos sob a saúde
<b>Ozônio</b>	Resultado de combustões a temperaturas elevadas, seus níveis são mais elevados no verão e durante a tarde. Atenua as doenças respiratórias pré-existentes. A exposição prolongada provoca sintomas como bronquite.
<b>No3</b>	É liberado, predominantemente, por veículos motores, centrais elétricas e processos industriais. Seu efeito tóxico é mais acentuado nas crianças e os asmáticos têm uma resposta brônquica aumentada.
<b>So2</b>	É produzido pela combustão de combustíveis fósseis (como o petróleo) em centrais elétricas. Seus níveis estão relacionados com os de material particulado e com maior mortalidade e morbidade por doenças respiratórias, particularmente com a asma brônquica e bronquite crônica.
<b>Aerossóis e Material Particulado</b>	A exposição aguda e crônica, perante as partículas inaladas (principalmente de pequenas dimensões), está associada aos efeitos adversos sobre o aparelho respiratório e maior mortalidade. Derivam de diversos poluentes, que, quando respiráveis, são, muitas vezes, depositadas no pulmão.
<b>CO</b>	Produzido pela combustão incompleta em veículos automotores, a exposição aos altos níveis de CO está associada aos prejuízos dos reflexos, capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado, trabalho e visual.

Fonte: Gomes (2002); Souza (2007).

## **CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E METODOLOGIA**

### **2.2 Revisão de literatura: Doenças Respiratórias associadas a aspectos climáticos**

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que a poluição atmosférica aliada a condições climáticas favoráveis, cause cerca de 20 mil óbitos/ano, valor cinco vezes superior ao número de óbitos estimado pelo tabagismo ambiental/ passivo, e 10,7 mil óbitos/ano decorrentes da poluição do ar em ambientes internos. De acordo com Bezerra et al. (2015), as doenças respiratórias crônicas (DRC) representam um dos maiores problemas de saúde pública mundial e milhões de pessoas de todas as idades sofrem dessas doenças e de alergias respiratórias em todos os países do mundo. Mais de 500 milhões delas vivem em países em desenvolvimento. São doenças que afetam a qualidade de vida do indivíduo e podem provocar sua incapacidade, causando impacto econômico e social. (Bezerra et al, 2015).

Esses dados mostram a importância de se conhecer alguns aspectos relacionados às doenças respiratórias e os perigos que estes aspectos trazem ao estado de saúde do ser humano de forma direta ou indireta, e ressaltam também a urgência na adoção de medidas para diminuir as chances de um indivíduo vir a ter estas doenças em algum momento da vida.

Conforme Arbex (2012), a grande área de contato existente entre a superfície do sistema respiratório e o meio ambiente faz com que o clima e a qualidade do ar interfira diretamente na saúde respiratória. Somado a isso, uma quantidade significativa dos poluentes inalados atinge a circulação sistêmica através dos pulmões e pode causar efeitos em diversos órgãos e sistemas. Ainda segundo Arbex (2012), os poluentes aéreos afetam o sistema respiratório devido a:

Altas concentrações de oxidantes e pró-oxidantes contidos nos poluentes ambientais, como material particulado (MP) de diversos tamanhos e composição, e nos gases, como O<sub>3</sub> e óxidos de nitrogênio, em contato com o epitélio respiratório, provocam a formação de radicais livres de oxigênio e de nitrogênio que, por sua vez, induzem o estresse oxidativo nas vias aéreas. Em outras palavras, um aumento da presença de radicais livres que não foram neutralizados pelas defesas antioxidantes inicia uma resposta inflamatória. (Arbex, 2012, p.645).

Conforme Aragão (2016), a associação entre os diversos poluentes presentes no ar e as doenças respiratórias já é bastante conhecida. Em estudo realizado no município de São Paulo, foi encontrada associação entre os níveis de SO<sub>2</sub> e ozônio com atendimentos de emergência por pneumonia e gripe em idosos da cidade. Esse poluente é um irritante respiratório que causa decréscimo da função pulmonar e afeta, principalmente, pessoas com doenças respiratórias prévias. Já o ozônio consegue atingir partes mais profundas do pulmão, causando danos ainda mais graves em pessoas com doenças respiratórias prévias, como a asma. (Aragão, 2016).

Já para Bezerra (2015) apud Aragão (2016), condições socioeconômicas foram identificadas como modificadores de efeito na associação entre a exposição ao material particulado (PM<sub>10</sub>) e mortalidade por doenças respiratórias para todas as idades. Baixa renda per capita foi associada a um aumento da mortalidade e alta renda foi identificada como fator protetor. O estudo foi realizado na Colômbia. Neste sentido, em um estudo realizado por (Bell et al. (2005) apud Aragão (2016) foi feita uma recomendação para um cuidado especial com populações de baixa renda na relação entre a exposição à poluição ambiental e os riscos para a saúde.

Os indivíduos com menor nível socioeconômico podem apresentar maior exposição aos poluentes porque residem próximos a rodovias e indústrias, possuem profissões de maior risco ocupacional e possuem baixo acesso a serviços de saúde pública. Esses fatores tornam esses indivíduos mais susceptíveis aos efeitos danosos da poluição. (Bell et al., 2005, p. 72).

Em estudo feito por Nardocci et al. (2013) foram encontradas associações significativas entre as concentrações no ar de PM<sub>10</sub> e internações por doenças respiratórias totais, internações por doenças respiratórias em menores de 5 anos e internações por doenças cardiovasculares em adultos maiores de 39 anos, quando analisada uma serie temporal. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo feito por Nascimento et al. (2015), onde apontam para uma relação significativa entre a concentração do poluente MP<sub>2,5</sub> (material com partículas menores que o PM<sub>10</sub>) e o número de atendimentos hospitalares em crianças abaixo de 12 anos, mesmo com níveis abaixo dos padrões recomendados pela OMS.

Conforme Braga et al. (2007) um estudo no município de Itabira, Minas gerais, mostrou que a poluição do ar na cidade esteve associada a aumentos nos atendimentos de pronto-socorro por doenças respiratórias entre crianças e adolescentes e por doenças

cardiovasculares entre adultos, e que os efeitos respiratórios se mostraram mais prolongados do que os efeitos cardiovasculares. Resultados semelhantes foram encontrados por Gouveia et al. (2006) onde foi mostrado que os níveis diários dos poluentes, com destaque para o material particulado inalável (PM10), e o número diário de internações para as várias causas respiratórias, apresentaram um padrão sazonal bastante característico, com maiores valores nos meses de inverno. Ainda segundo o estudo:

Os maiores riscos foram observados para internações por asma. Por exemplo, um aumento de 10µg/m<sup>3</sup> no nível diário de PM10 esteve associado a um aumento de 2,4% nas internações de crianças menores de 5 anos por doenças respiratórias, de 2,1% por pneumonia e de 4,6% por asma. (Gouveia et al, 2006, p.1871).

Em relação às variáveis climáticas e doenças respiratórias, um estudo realizado no município de Presidente Prudente, São Paulo mostrou que:

O crescente número de internações no ano de 2002 ocorreu numa evolução entre os meses de junho até o auge em setembro quando foi registrada a maior amplitude térmica do ano (com a menor mínima absoluta) e pôde influenciar, diretamente, na morbidade do aparelho respiratório (uma vez que já foram comprovadas suas relações diretas com as alterações bruscas de temperaturas e umidade relativa baixa). (Souza, 2007, p.120).

Ainda segundo Souza (2007) em Presidente Prudente, São Paulo, “períodos de estiagem prolongada, oscilações e quedas de temperatura e umidade relativa, na maioria das vezes, a baixo de 60%, estiveram presentes nos momentos em que houve aumento do número de casos de internação, por agravos respiratórios.” (Souza, 2007, p.122).

Estudo feito por Souza (2012), mostrou que associações de correlação positivas foram encontradas entre as variáveis meteorológicas e a incidência de doenças respiratórias (pneumonias) em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, e são semelhantes aos encontrados em outras cidades do Brasil, em especial àqueles observados no município de São Paulo, estado de São Paulo, tanto na diversidade dos indicadores meteorológicos associados quanto na magnitude dos efeitos estimados. (Souza, 2012).

Anjos (2011), em estudo feito no município de Maringá, Paraná, encontrou na análise de regressão múltipla nos meses de inverno de número de óbitos por doenças respiratórias e variáveis climáticas (temperatura mínima, temperatura máxima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica), um resultado de regressão linear de ( $R=0,91$ ) e ( $R^2= 0,83$ ), indicando que há uma correlação de moderada a alta entre as variáveis. Estudo feito por Mariano et al. (2010) apud Silva (2012) mostrou a importância de se partir dos parâmetros climáticos para uma melhor compreensão as relações do clima com as populações:

Os parâmetros climáticos (temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, pressão atmosférica e ventos) influenciam diretamente e indiretamente na saúde humana, pois o ser humano está permanente em contato com o meio ambiente atmosférico pelo intermédio de trocas térmicas, hídricas e gasosas. Mariano et al. (2010, p.1) apud Silva (2012).

Diversos estudos relatam a relação entre aspectos climáticos e doenças respiratórias, temperaturas mais amenas ou sua queda repentina – alta amplitude térmica – e longos períodos sem chuvas, por exemplo, corroboram, aliados a poluição do ar, para o agravamento do sistema respiratório, aumentando os casos de internações. Souza (2007) destaca que:

A qualidade do ar nas cidades não depende somente da quantidade de poluentes existentes (lançados por diversas fontes emissoras), mas, também, pela forma de como a atmosfera age, tendo seu papel fundamental para a dispersão ou, até mesmo, concentração desses. (Souza, 2007, p.71).

As características do clima local, o clima urbano (ilhas de calor e circulação do ar) somados com as características do ambiente urbano (a topografia, as edificações, a impermeabilização, a circulação de veículos e pessoas) moldam o microclima local e tem efeitos sobre a saúde da população ali residente. (Souza, 2007).

## **2.3 Metodologia**

### **2.3.1 Local e tipo de Estudo**

O estudo é ecológico de série temporal. O local do estudo foi o município de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, que conta atualmente com cerca de 2.513.451 habitantes segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e está localizado a Latitude 19°55'S e Longitude 43°56'W. Belo Horizonte, conforme a Prefeitura do Município (PBH), apresenta clima predominante tropical, basicamente pelo regime sazonal de chuvas; estações úmida, chuvosa e seca. A precipitação média mensal é 276mm (Novembro a Março) e 42mm (Abril a Outubro), a temperatura média anual em torno de 21,1°C, com pequena variação de estações. A altitude média é de 852 metros.

### **2.3.2 Fonte de Dados**

Para as doenças respiratórias, os dados de internação hospitalar foram retirados junto ao Departamento de Informática do SUS - Sistema Único de Saúde (DATASUS). Esses dados foram oriundos do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), gerido pelo Ministério da Saúde e processados pelo DATASUS, e fornecem dados de internações diárias (microdados) e mensais (agregados) de hospitais conveniados ao Sistema Único de Saúde (SUS). Os dados meteorológicos (precipitação, temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar) foram retirados do sistema BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do INMET da estação meteorológica nº 83587, localizada na Avenida do Contorno, nº8159, em Belo Horizonte.

### 2.3.3 Análise dos Dados

Para o cálculo da correlação entre doenças respiratórias e aspectos climáticos, foram analisados dados meteorológicos do município de Belo Horizonte, utilizando o Excel® 2013 para tabulação dos dados e geração dos gráficos e das tabelas e o Software RStudio Versão 1.0.153 para a análise de correlação de Pearson. O método adotado para análise dos dados é estatístico, por meio de análise de correlação, onde se mede o grau de associação entre duas ou mais variáveis. Foram comparados dados totais de internações com os dados meteorológicos. Para isso foi realizada a Correlação Linear de Pearson.

O coeficiente de Pearson ( $r$ ) varia de -1 a +1, e quanto mais próximo desses valores, mais forte ou mais fraca a associação das variáveis. O valor zero indica ausência de correlação. Foi calculada a correlação de Pearson entre as internações por doenças respiratórias e cada parâmetro meteorológico (precipitação pluviométrica, temperatura do ar média - máxima e mínima e compensada - e umidade relativa do ar).

Sabe-se que as doenças das vias aéreas superiores (IVAS) apresentam uma maior sensibilidade a variações climáticas. Conforme Conceição (2015), as infecções das vias aéreas superiores se mantêm em crescimento nos meses do ano com temperaturas mais quentes. Entretanto, o trabalho irá analisar todas as doenças do aparelho respiratório (Código Internacional de Doenças - CID10, 10ª revisão: J00-J99), não descartando aquelas que a literatura descreve não haver correlação direta com aspectos climáticos. Porém, apesar de que algumas delas apresentarem tal característica, entende-se que, neste caso, sua presença na análise total das doenças não irá prejudicar os resultados dentro dos objetivos propostos. É válido ressaltar também que o enfoque aqui utilizado se detém a verificar quais aspectos climáticos mas se associam a totalidade das doenças do aparelho respiratório, e não quais doenças são mais ou menos vulneráveis a esses aspectos.

### 2.3.4 Variáveis do Estudo

O estudo utilizou as seguintes variáveis descritas a seguir:

- a) **Umidade relativa do ar:** percentual de partículas de água suspensas no ar, expressa numericamente de 1 a 100%, sendo 60% o ideal para a saúde humana, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS);
- b) **Temperatura:** expressa em graus Celsius (c°) e dividida em três subcategorias: Média compensada (média de três leituras ao longo do dia (09h, 15h e 21h) mais a máxima e a mínima registrada), temperatura mínima (menor temperatura registrada em um dado período) e máxima (maior temperatura registrada em um dado período);
- c) **Precipitação de chuva:** expressa em milímetros (mm), sendo que 1 mm significa um milímetro de chuva de altura em um espaço de um metro quadrado. (Quadro 04);
- d) **Índice de qualidade do ar (IQA):** Expressa a média de concentração de poluentes em determinado local e período. Será analisada apenas para o ano de 2014, pois não há outros anos para a análise
- e) **Internações:** Número absoluto de internações por doenças respiratórias, em determinado período.

Quadro. 4 Elementos que caracterizam o clima e suas definições.	
<b>Precipitação Pluviométrica 1mm</b>	1 mm significa que, se tivéssemos nesse local uma caixa aberta, com 1 metro quadrado de base, o nível da água dentro dela teria atingido 1 mm de altura naquele dia.
<b>Temperatura Mínima</b>	Temperatura mais baixa registrada no dia, semana, mês ou ano.
<b>Temperatura máxima</b>	Temperatura mais alta registrada no dia, semana, mês ou ano.
<b>Temperatura média compensada</b>	Uma média de três leituras ao longo do dia (09h, 15h e 21h) mais a máxima e a mínima registrada.
<b>Umidade Relativa do ar</b>	Mede a porcentagem de vapor d'água que há no ar. Quando o ar está saturado de água, a umidade é de 100%.

Fonte: Elaborado a partir de Mendonça (2017).

### CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO: ASPECTOS METEOROLÓGICOS ASSOCIADOS A DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

As variáveis climáticas estudadas aqui – Precipitação, Umidade e Temperatura – influenciam diretamente a dispersão e concentração de poluentes no ar, interferindo na qualidade de vida e no estado de saúde do indivíduo, por isso, suas variações têm efeitos diretos e indiretos sobre os indivíduos. Este capítulo analisa a associação entre o número de internações totais por doenças respiratórias e variáveis climáticas no período de 2012 a 2016 no município de Belo Horizonte, sendo que para ano de 2014 será analisado também o Índice qualidade do ar. Busca-se também analisar o número absoluto e o percentual de internações em diferentes faixas etárias em cada um desses anos.

#### 3.1 Padrões do clima e de internações – 2012 a 2016

No ano de 2012, o número total de autorizações de internação hospitalar (AIH) aprovadas por doenças respiratórias em Belo Horizonte se concentrou no período entre Março a Outubro, contabilizando mais de mil internações em cada um desses meses (Tabela 01). Abril totalizou 1.330 internações e Junho, 1.425, os maiores números do período.

Tabela 01. Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2012.

Mês	Internações	Precipitação (mm)	*Max (c°)	**Mim (c°)	***Media (c°)	Umidade (%)
Janeiro	1090	407,5	27,2	18,7	22,5	69
Fevereiro	949	34,3	28,8	19,9	23,8	58
Março	1093	196,4	28,2	19,4	23,2	64
Abril	1143	111,3	27,6	19,1	22,8	65
Mai	1330	61,1	24,3	16,1	19,5	67
Junho	1268	17	25,7	16,8	20,5	64
Julho	1425	0	25,3	15,3	19,8	54
Agosto	1219	0	24,4	15,2	19,3	55
Setembro	1050	22,8	28,8	17,3	22,3	49
Outubro	1004	32,1	29,7	18,9	23,8	51
Novembro	903	310	27,6	18,7	22,6	70
Dezembro	854	143	30,4	21,1	25,2	60

\*Temperatura máxima média; \*\*Temperatura mínima média; \*\*\*Temperatura média compensada.

Fonte de dados: Datasus e BDMEP.

Nota-se um aumento considerável de internações nos meses de inverno (Junho, Julho e Agosto), onde as temperaturas são mais amenas e o ar fica mais seco (Tabela 01). Também houve número de internações acima de mil nos meses mais chuvosos do ano (Janeiro e Março), entretanto, nos meses de menor precipitação pluviométrica, foram registrados o maior número de internações.

Em 2012, o mês com maior número de internações foi Julho (1.425), neste mesmo mês, em 2013, o número foi 1.230 pessoas internadas, redução de 1,1%. As internações no mês de Abril aumentaram na mesma proporção. Nota-se uma queda do número de pessoas internadas no final do inverno até Dezembro, onde a temperatura média máxima aumenta ligeiramente neste período.

No ano de 2013 o número de internações por doenças respiratórias foi menor nos meses de Janeiro, Fevereiro e no período de Outubro a Dezembro (Tabela 02). Os resultados se mostram semelhantes ao ano anterior, onde as internações se concentraram nos meses de Março a Outubro. O mês com maior número de internações foi Abril (1.353), seguido do mês seguinte com 1.295 internações. Tabela 02.

Tabela 02. Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2013.

Mês	Internações	Precipitação (mm)	*Max(c°)	**Mim(c°)	***Média (c°)	Umidade %
Janeiro	872	426,8	27,7	19,7	23,0	71
Fevereiro	835	75,4	29,6	20,1	24,4	59
Março	1055	127,9	28,1	19,8	23,4	69
Abril	1353	99,4	26,1	17,2	21,2	67
Mai	1295	46,7	25,6	16,2	20,5	63
Junho	1096	23,1	25,9	16,2	20,6	65
Julho	1230	0	25,8	15,6	20,0	58
Agosto	1030	0	26,6	15,3	20,5	51
Setembro	1022	32,8	27,5	16,7	21,5	56
Outubro	986	137,7	26,8	17,0	21,3	65
Novembro	976	108,2	27,5	18,1	22,3	66
Dezembro	906	495	27,9	19,4	23,1	75

\*Temperatura máxima média; \*\*Temperatura mínima média; \*\*\*Temperatura média compensada.

Fonte de dados: Datasus e BDMEP

Percebe-se também que há um aumento progressivo das internações do mês de Janeiro até o mês de Abril. O primeiro semestre do ano contabilizou 6,506 pessoas internadas em Belo Horizonte, ao passo que no segundo semestre houve 6.150.

A Tabela 03 mostra um maior número de internações no ano de 2014 nos meses de Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro, seguindo a tendência de 2012 e 2013. As internações se concentraram nesses meses, o mês de Maio ultrapassou 1.600 pessoas internadas. Em todo o ano foram totalizadas 12.581 internações, o que está dentro da média dos dois últimos anos.

**Tabela 03. Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2014.**

Mês	Internações	Precipitação (mm)	*Max (c°)	**Mim (c°)	***Media (c°)	Umidade (%)	****iqa( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Janeiro	887	103,9	30,4	20,4	24,7	56,5	42,9
Fevereiro	815	22,9	29,8	20,4	24,5	55,8	29,7
Março	889	73,7	28,0	19,5	23,1	67,3	36,5
Abril	1118	235,8	27,6	18,4	22,3	68,6	42,3
Maio	1610	18,5	26,1	16,2	20,6	62,4	39,0
Junho	1322	13,1	25,5	15,5	19,9	62,2	37,1
Julho	1138	48,1	23,9	14,6	18,8	62,8	33,8
Agosto	1087	3,3	27,0	14,8	20,5	51,2	50,2
Setembro	1073	1,8	29,0	16,7	22,4	46,3	55,6
Outubro	941	69,4	29,3	17,2	22,8	48,8	70,6
Novembro	937	215,5	28,7	17,9	22,8	64,0	49,2
Dezembro	764	138,1	28,9	19,0	23,8	60,7	44,0

\*Temperatura máxima média; \*\*Temperatura mínima média; \*\*\*Temperatura média compensada. \*\*\*\* Índice de Qualidade do Ar. Fonte de dados: Datasus e BDMEP

Para o ano de 2014 foram fornecidos, pela prefeitura de Belo Horizonte, os dados referentes ao índice de qualidade do ar, IQA (média de poluição dos poluentes, So<sub>2</sub>, CO, e PM<sub>10</sub>), da cidade de todos os meses do ano. A estação medidora é a mesma que mede os aspectos meteorológicos. Os poluentes também tem associação com doenças respiratórias, sendo moldados pela variação climática, entretanto, percebe-se na Tabela 03, que os meses de maior nível de poluição atmosférica antecederam meses de pouca chuva e baixa umidade relativa do ar, indicando que é o clima que condiciona, e não somente ele, os níveis de qualidade do ar.

Nota-se com isso que, os meses com maior número de pessoas internadas por doenças respiratórias não coincidiram com os meses de maior média de poluição do ar, e sim com o clima favorável e suas variáveis.

O ano de 2015 não apresentou resultados muito distintos dos três anos anteriores em relação ao número de internações e o ritmo das variáveis climáticas. As internações continuaram a concentra-se nos meses de com temperaturas mais amenas, totalizando nestes meses 5.083 internações, o que representa 44% do total de pessoas internadas durante todo o ano. Tabela 04.

**Tabela 04. Número de internações totais por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2015.**

Mês	Internações	*Max (c°)	**Mim(c°)	***Media (c°)	Umidade (%)
Janeiro	793	31,3	21,4	25,5	52,8
Fevereiro	715	28,9	20,3	23,9	66,3
Março	994	28,7	20,3	23,8	65,6
Abril	1361	27,3	19,3	22,5	66,8
Maio	1377	24,7	16,8	20,0	67,3
Junho	1321	24,5	15,8	19,5	62,4
Julho	1024	25,1	16,0	20,0	59,0
Agosto	866	26,7	16,2	20,8	52,2
Setembro	845	30,4	19,1	24,2	49,6
Outubro	808	32,2	20,0	25,5	47,7
Novembro	734	30,6	20,4	25,0	59,9
Dezembro	707	30,0	19,6	24,5	62,6

\*Temperatura máxima média; \*\*Temperatura mínima média; \*\*\*Temperatura média compensada.

Fonte: Datasus e BDMEP.

O mês com o maior número de internações foi Maio e o menor foi Dezembro, que inclusive, foi o mês com menos internações desde 2012. Tratou-se de um mês com temperaturas elevadas e chuvas acima de 100mm em média, e a umidade relativa ficou em torno de 60%. O total de internações no ano de 2015 segue a média dos últimos três anos, porém um pouco abaixo, onde a média está em torno de 12 mil por ano, no ano de 2015 o total de foi de 11.545 internações.

As temperaturas médias máxima neste ano foram maiores em relação aos anos anteriores como média de anual de 28,4°C, contra 27,3°C, 27,1°C e 27,8°C nos anos de 2012, 2013 e 2014, respectivamente. Este fato ocorreu também em relação as temperaturas médias mínimas, com valores de 18°C em 2012, 17,6°C em 2013, 17,5°C em 2014 e 18,8°C em 2015.

Em 2016 o número total de internações foi de (11.603), o segundo ano com menor número de internações, não menor apenas que 2015. Novamente, a tendência do padrão da morbidade hospitalar respiratória se concentrou nos meses de menor temperatura média anual, com mais de mil internações em cada um desses meses. Junho foi o mês com mais pessoas internadas (1.435), seguido por Julho e Maio, com (1.239) e (1.195) cada um, respectivamente. Tabela 05.

Os meses com menor morbidade hospitalar respiratória foram, Fevereiro (662), Novembro (695) e Janeiro com (722) internações. Esses dados foram semelhantes a um estudo feito em Fortaleza-CE entre 1996 a 2001 por Façanha (2004):

Foram informados em Fortaleza-CE 2.050.845 casos de DRA entre 1996 e 2001. De uma maneira geral, os meses de maio e junho tiveram o maior número de notificações, tendo apresentado uma média de 36.978,7 casos em maio e 37.679,2 casos em junho. Os meses do ano com menores números de casos de DRA foram janeiro e fevereiro. A partir de março, os casos apresentaram tendência crescente até junho e, a partir daí, decresceram (Façanha, 2004, p.348).

Tabela 05. Número total de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar, por mês, em Belo Horizonte, 2016.

Mês	Internações	Precipitação (mm)	**Mim (°c)	*Max (°c)	***Media (°c)	Umidade (%)
Janeiro	722	328,9	19,1	28,2	23,5	71,0
Fevereiro	662	175,7	20,4	31,2	25,3	59,0
Março	808	113,1	19,5	28,9	24,0	65,3
Abril	1042	26,2	19,1	28,9	23,9	58,0
Maio	1195	0	16,2	26,9	21,4	61,7
Junho	1435	75,3	13,8	24,1	19,0	64,5
Julho	1239	0	14,2	26,3	20,1	53,8
Agosto	1130	0,4	14,7	27,6	21,1	50,3
Setembro	899	65,4	16,3	29,4	22,7	51,4
Outubro	766	70,7	19,6	29,0	23,5	60,6
Novembro	695	273	19,9	27,4	22,7	70,7
Dezembro	1010	244,6	20,3	28,7	23,7	66,4

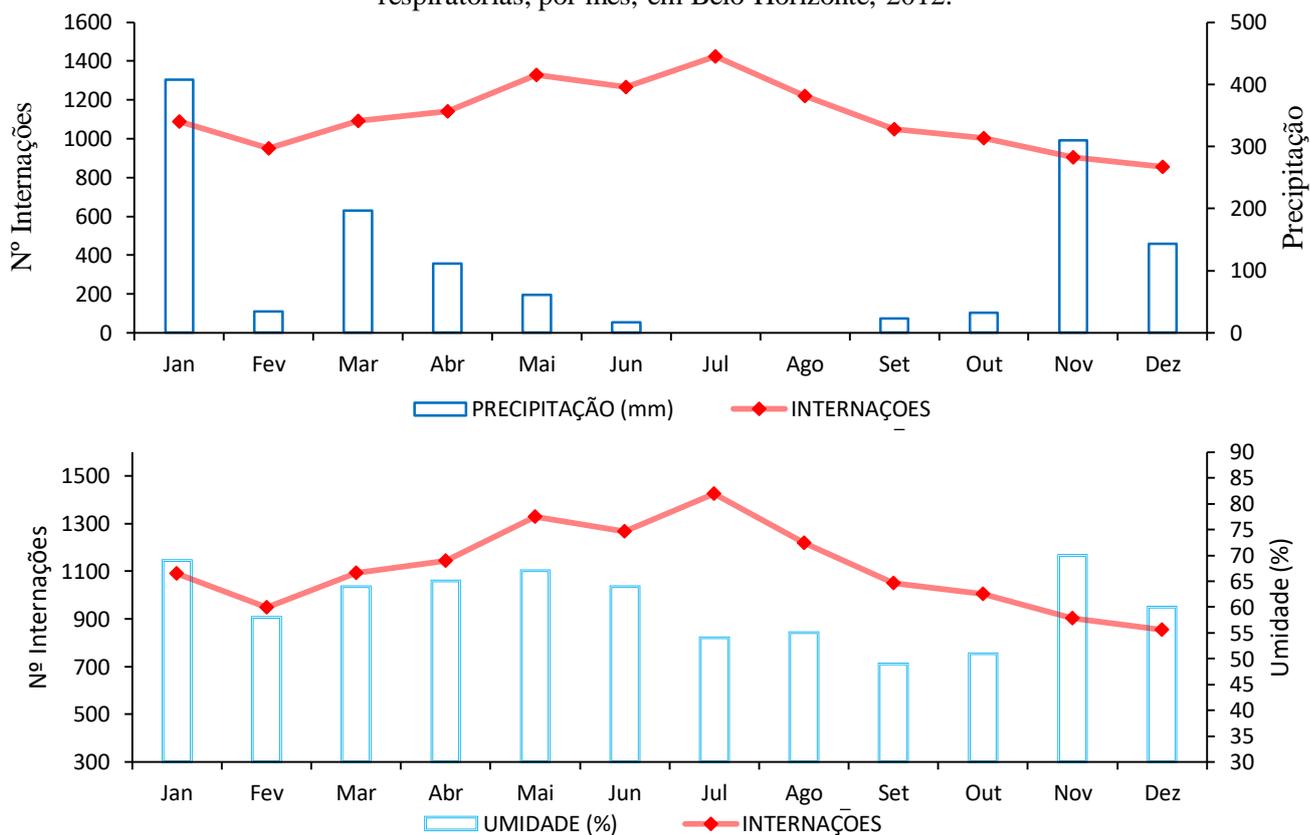
\*Temperatura máxima média; \*\*Temperatura mínima média; \*\*\*Temperatura média compensada.  
Fonte de dados: Datasus e BDMEP.

## 3.2 Precipitação e Umidade Relativa do ar – 2012 a 2016

### 3.2.1 Precipitação e Umidade – 2012

A Figura 01 mostra o número total de internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte em conjunto com a variação climática de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar ao longo do ano de 2012, em escala mensal. Nota-se que os maiores números de internações se concentram nos meses de pouca ocorrência de chuvas, sendo que o mês com maior número de pessoas internadas, Julho, é também o mês onde não houve ocorrência de chuvas.

Figura 01. Precipitação e Umidade relativa do ar e internações totais por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2012.



Fonte de Dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

Ao ser feita a análise de correlação linear de Pearson entre a variável Precipitação e Número de internações, obteve-se o resultado de ( $r = -0,40$ ,  $p = 0,187$ ), Tabela 07, o que mostra uma correlação fraca inversamente proporcional, ou seja, um aumento no valor médio de precipitação se associa a uma diminuição no número de internações, entretanto não se pode afirmar que existe uma relação direta entre elas. Apesar da correlação não ser muito elevada e de não haver significância estatística ao nível de 5%, pode-se inferir que o regime de chuvas teve uma associação indireta no número de internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte no ano de 2012. Vale ressaltar também que os grandes volumes de chuvas registradas em Janeiro ajudaram na dispersão de poluentes do ar no mês subsequente e no próprio mês de Janeiro, melhorando assim a qualidade do ar.

Em relação à umidade relativa do ar, percebe-se que há uma irregularidade na associação do número de internações e esta variável, uma vez que esta depende da ocorrência de chuvas no mesmo período. Por esse motivo, a análise de correlação de Pearson apresentou um valor de ( $r = -0,03$ ,  $p = 0,749$ ), Tabela 07, o que é nula. Não é possível dizer que o tempo úmido ou mais seco tenha influência no número de internações no ano de 2012. Todavia, quando foram analisadas as internações por doenças respiratórias específicas como a gripe, em relação a umidade relativa do ar, verificou-se que a correlação atingiu o valor de ( $r = -0,59$ ,  $p = 0,093$ ), o que é significativo, mas ainda baixa. Para asma a correlação foi positiva de ( $r = 0,31$ ,  $p = 0,134$ ), pneumonia, ( $r = -0,13$ ,  $p = 0,658$ ) e em relação a bronquite, ( $r = -0,16$ ,  $p = 0,589$ ).

**Tabela 06. Umidade relativa média e internações totais por gripe, asma, pneumonia e bronquite aguda, por mês, em Belo Horizonte, 2012.**

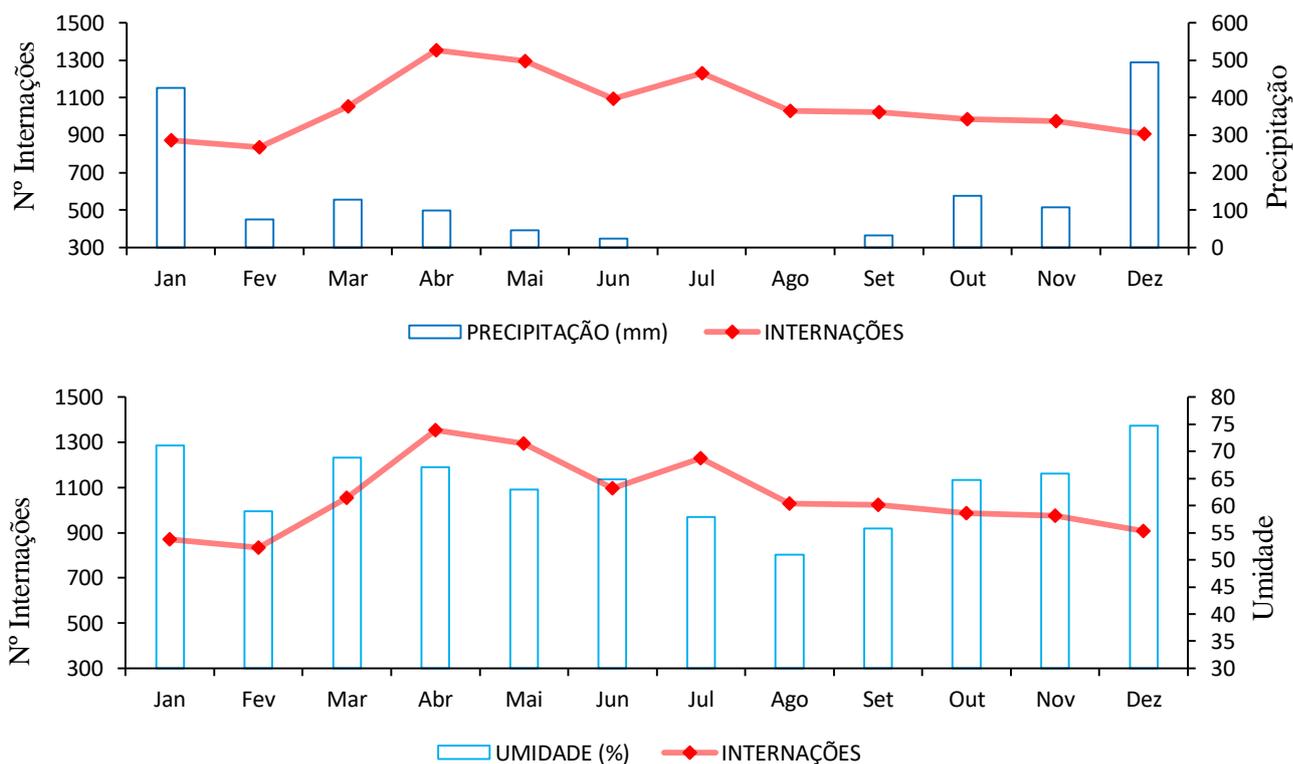
Mês	umidade (%)	Gripe	Asma	Pneumonia	Bronquite aguda
1	69,6	15	175	426	56
2	58,0	4	193	328	41
3	64,5	4	215	384	60
4	65,7	11	288	422	93
5	67,7	12	293	512	145
6	64,7	24	259	489	160
7	54,3	37	222	602	126
8	55,4	33	193	498	85
9	49,3	38	141	410	62
10	50,9	23	128	415	56
11	69,6	17	105	363	52
12	60,3	7	100	343	50

Fonte de Dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

### 3.2.2 Precipitação e Umidade – 2013

A Figura 02 mostra o número total de internações em Belo Horizonte no ano de 2013 em relação as variáveis climáticas Precipitação e Umidade. É possível visualizar que nos meses em que a precipitação esteve acima de 400mm, o número de internados não ultrapassou mil, tendo isso ocorrido nos meses de Janeiro e Dezembro. Ao ser feita a correlação de Pearson para as variáveis Internação e Precipitação, o resultado foi negativo de ( $r = -0,49$ ,  $p = 0,099$ ) considerada fraca. O resultado foi maior do que no ano de 2012 ( $r = -0,40$ ,  $p = 0,187$ ). Tabela 07.

Figura 02. Precipitação e Umidade relativa do ar e internações totais por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2013.



Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

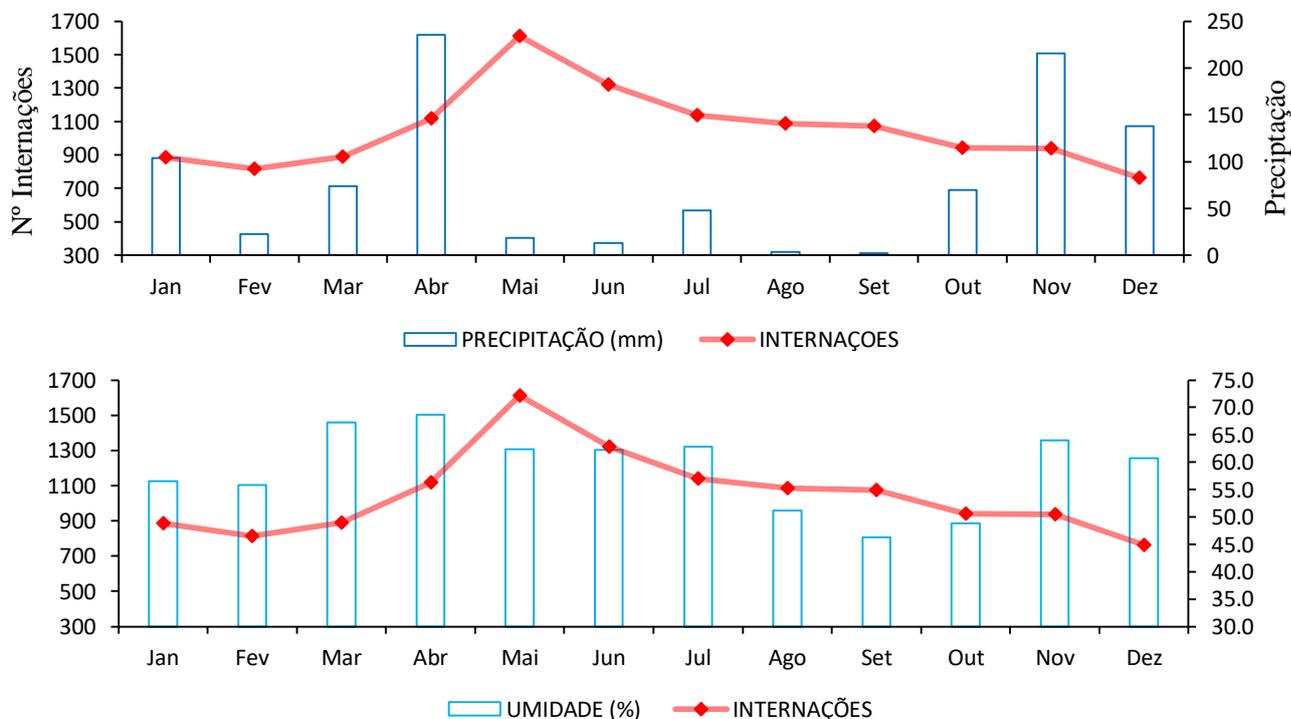
Para a variável Umidade nota-se visualmente que aumentos progressivos de umidade relativa do ar se relacionam com aumento no número de internações. Porém a correlação de Pearson apresentou um valor negativo de ( $r = -0,14$ ,  $p = 0,644$ ), maior que o ano anterior ( $r = -0,03$ ,  $p = 0,749$ ) e igualmente fraca e não significativa.

Cabe ressaltar que a umidade relativa do ar é influenciada por fatores como, temperatura e regime de chuvas e também arborização de determinados lugares, ou seja, trata-se de uma variável que é afetada pelo local do município onde o indivíduo reside, fazendo com que seja um pouco aleatória dependendo do local de medição, fato que pode explicar sua baixa correlação com o número de internações.

### 3.2.3 Precipitação e Umidade – 2014

A Figura 03 mostra os números de internações em relação as variáveis climáticas, Precipitação e Umidade em 2014. Diferente dos dois últimos anos, visualmente é possível não perceber uma associação entre as variáveis climáticas e número de internações. A precipitação foi muito inconstante no ano de 2014 e a média de umidade relativa do ar não variou muito de um mês para o outro, com valor mínimo de 48% em Agosto e máximo de 68% em Abril.

Figura 03. Precipitação e Umidade relativa do ar e internações totais por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2014.



Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

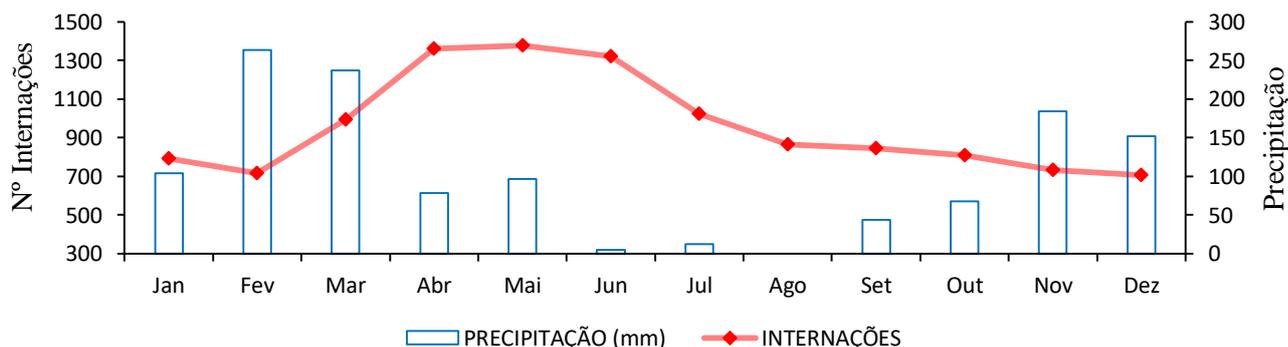
A análise de correlação mostrou um valor de ( $r = -0,16$ ,  $p = 0,613$ ) para a variável Umidade, a maior desde 2012. Em relação a variável Precipitação, a associação com o número de internações caiu para ( $r = -0,33$ ,  $p = 0,290$ ) o menor valor desde os últimos dois anos. (Tabela 07). Estes resultados provavelmente podem ser explicados pela inconstância no padrão de chuvas no ano de 2014 e uma constância nos valores de umidade relativa do ar em relação aos últimos dois anos. Tanto a umidade relativa do ar quanto a precipitação caíram em relação aos dois anos anteriores (2012 e 2013). O padrão de internações se alterou um pouco em 2014, os números do mês de Maio aumentaram muito em relação ao mês Abril, nos anos anteriores o aumento não foi tão acentuado.

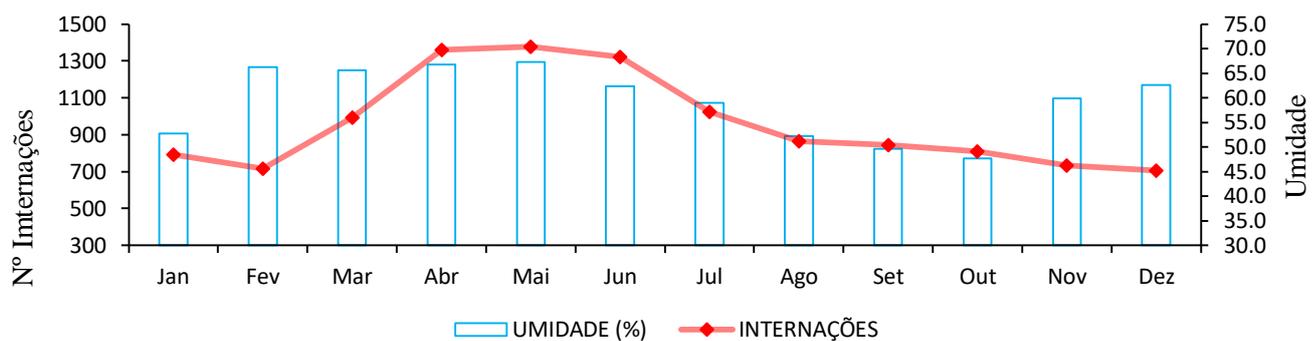
Isso provavelmente pode ser explicado pela dinâmica das temperaturas no meses de 2014, onde as médias decresceram nitidamente no período de Janeiro até Julho, mas também possa ser algo normal e natural, pois os números internações são absolutos e refletem apenas as internações em hospitais conveniados ao Sistema único de saúde (SUS) e conseqüentemente podem sofrer essas variações esporádicas no decorrer do ano, decorrentes, por exemplo, de fatores econômicos (aumento da adesão a planos de saúde, por exemplo), o que pode interferir no número de internações do SUS.

### 3.2.4 Precipitação e Umidade 2015

Na Figura 04 é possível visualizar o número total de internações e a média de precipitação e umidade relativa do ar mensais no ano de 2015. Visualmente nota-se a tendência dos três anos anteriores, internações se concentrando nos meses de Março a Junho, juntamente com uma queda na média de umidade relativa do ar e das chuvas no período.

Figura 04. Precipitação e Umidade relativa do ar e internações totais por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2015.





Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

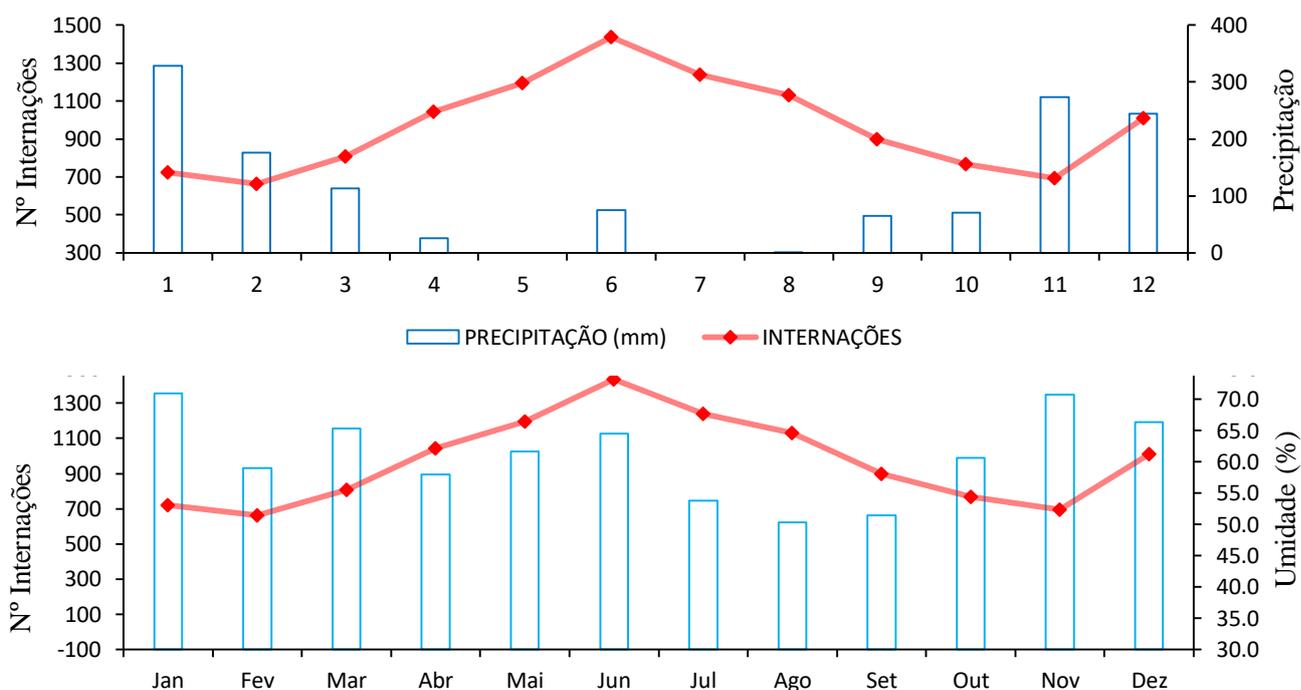
A média mensal de precipitação foi de 103mm e a umidade teve média de 59% em 2015. O mês com maior média de umidade relativa foi Maio, com 67%, e também foi o mês com maior número de internações. Setembro foi o mês com o menor percentual de umidade (49%) e foi o segundo menor em número de internações. A precipitação foi maior no mês de Fevereiro (263mm) e menor no mês de Agosto (0mm), com 715 e 866 internações respectivamente. Tabela 04.

Segundo o padrão dos anos anteriormente estudados, a correlação entre as variáveis climáticas Umidade e Precipitação e o número total de internações por doenças respiratórias foi baixa, com ( $r = -0,48$ ,  $p = 0,112$ ) e ( $r = -0,39$ ,  $p = 0,209$ ), respectivamente (Tabela 07). Estes resultados mostram que a associação entre essas variáveis climáticas e a morbidade hospitalar respiratória não pode ser considerada muito significativa. Entretanto não se pode descartar a correlação entre elas, apesar de baixa, ele existe e pode ter efeitos indiretos, inclusive agindo na concentração de poluentes, e na morbidade de pessoas com agravamento em doenças específicas como a Asma e Bronquite, especialmente quanto a umidade relativa do ar.

### 3.2.5 Precipitação e Umidade - 2016

A Figura 5 mostra o número de internações em conjunto com a precipitação e umidade relativa para o ano de 2016. Visualmente é possível perceber que assim como ocorreu nos quatro anos anteriores, os meses com maior número de internações coincidiram com os meses de menor precipitação pluviométrica. O mês de Janeiro, que foi o que teve maior ocorrência de chuvas do ano de 2016 (328mm), foi também o que teve menor número de pessoas internadas (722). Os meses sem ocorrência de chuvas (Maio e Junho) tiveram um número de internações acima de 1.100. Tabela 05.

Figura 05. Precipitação e Umidade relativa do ar e internações totais por doenças respiratórias, por mês, em Belo Horizonte, 2016.



Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP

Em relação a variável Umidade, verificou-se que o mês com menor umidade relativa do ar, Agosto, como 50% em média, foi o terceiro mês com maior número total de internações. Já o mês com maior umidade relativa média, Janeiro, com 71%, foi o mês com menor número de internações. Tabela 05.

Um estudo feito por Silva (2012) no município de Patrocínio-MG mostrou que:

Com o cruzamento de dados pluviométricos e casos de internação por doenças respiratórias, se notou que a diminuição dos índices pluviométricos coincide com a elevação dos casos de problemas no sistema respiratório. Os meses de Maio a Agosto apresentam os mais elevados índices de internação, período em que as chuvas diminuíram substancialmente. (Silva, 2012, p.134).

Análise de correlação de Pearson mostrou que para a variável Umidade a associação com o número de internações no ano de 2016 foi de ( $r = -0,33$ ,  $p = 0,286$ ) e para a variável Precipitação ( $r = -0,63$ ,  $p = 0,028$ ). O resultado da força de associação da primeira variável é considerada baixa enquanto que para a segunda é considerada média. A associação da variável Precipitação foi a maior dos últimos quatro anos estudados, com valores de ( $r = -0,40$ ,  $-0,39$ ,  $-0,43$  e  $-0,48$ ) nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015, respectivamente, Tabela 07. A variável Umidade teve valores de associação mais altos em 2015 e 2016, porém ambos não significativos para afirmar que há uma associação direta com o número de internações. É preciso destacar também que, como a análise é feita levando em consideração todas as doenças do aparelho respiratório, diferentes resultados podem ser observados para doenças respiratórias específicas relacionadas as variáveis climáticas.

Tabela 07. Coeficiente de correlação de Pearson por variável climática em relação a internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte, 2012 a 2016.

Ano	Variável	*r (Pearson)	P- Valor (95%)
2012	Umidade relativa do ar	-0,03	0,749
2013	Umidade relativa do ar	-0,14	0,644
2014	Umidade relativa do ar	-0,16	0,611
2015	Umidade relativa do ar	-0,48	0,112
2016	Umidade relativa do ar	-0,33	0,286
2012	Precipitação	-0,40	0,187
2013	Precipitação	-0,49	0,099
2014	Precipitação	-0,33	0,290
2015	Precipitação	-0,39	0,209
2016	Precipitação	-0,63	0,028

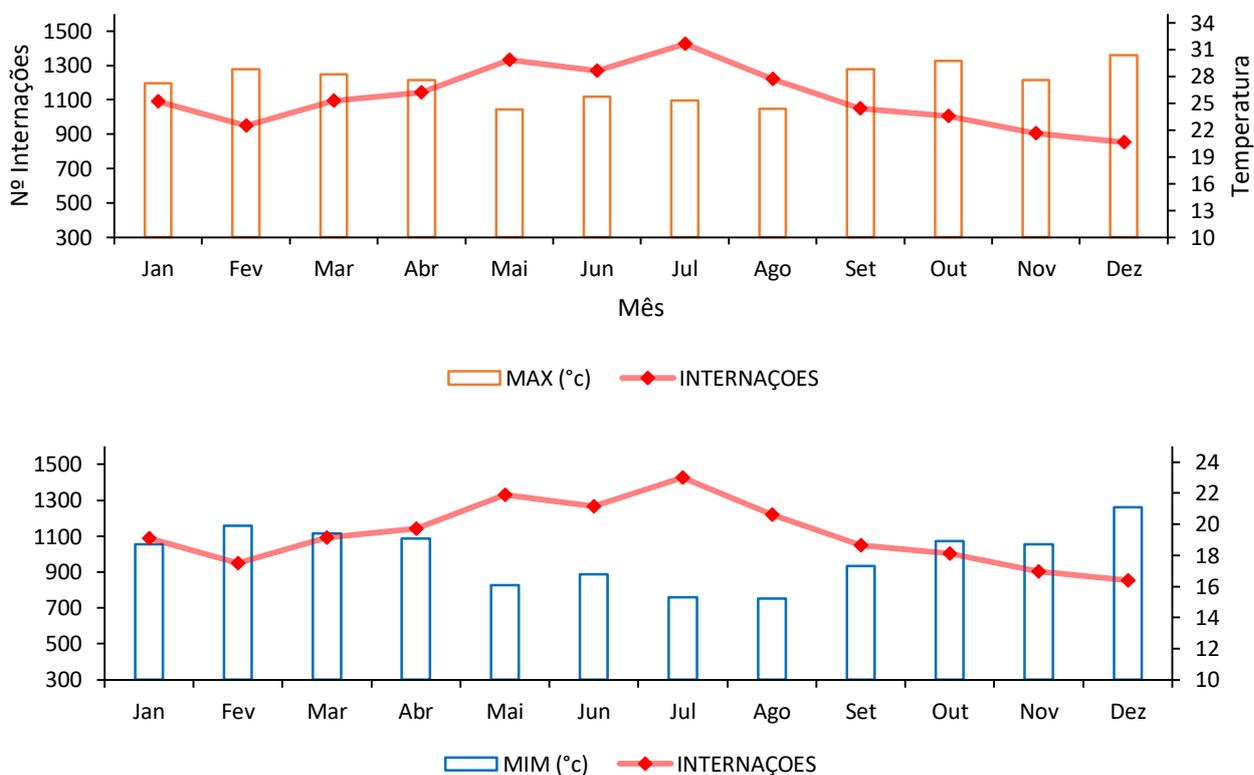
Fonte: BDMEP e DATASUS. \*Coeficiente de correlação de Pearson.

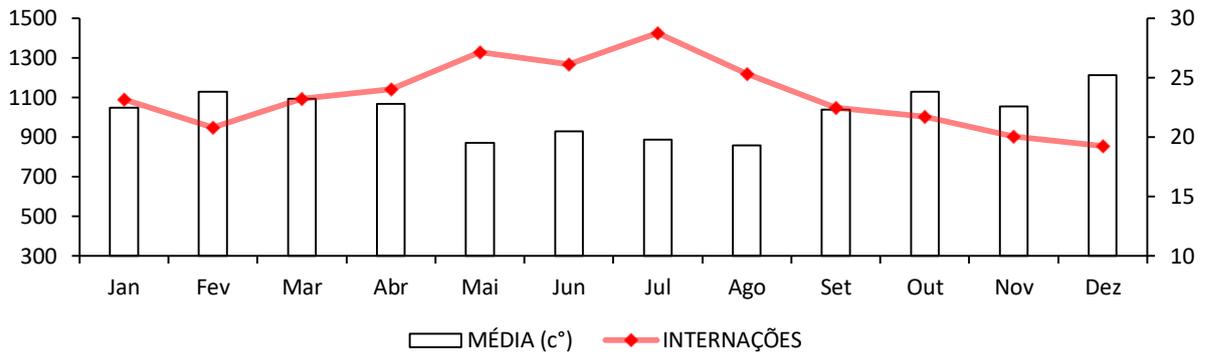
### 3.3 Temperaturas - 2012 a 2016

#### 3.3.1 Temperaturas – 2012

Em relação às temperaturas para o ano de 2012, (Figura 06), nota-se que, quando a média da temperatura máxima cai, o número de internações por doenças respiratórias aumenta, fato que ocorre principalmente nos meses mais frios do ano, no inverno. Percebe-se também que pequenas variações da média de temperatura máxima tem efeito sobre as internações. A variação da temperatura máxima foi de 24,3°C (mais baixa) a 30,4°C (mais alta) ao longo de todo o ano. A temperatura máxima mais alta registrou 854 internações, o menor número do período. Já quando a temperatura máxima foi de 23,4°C o número de internações foi de 1.330, a segunda maior. Figura 06.

Figura 06. Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações mensais por doenças respiratórias, Belo Horizonte, 2012.





Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

A análise de correlação linear de Pearson revelou, para temperatura máxima média e número de internações, o valor de ( $r = -0,85$ ,  $p < 0,001$ ), o que é significativo, indicando uma associação direta e inversamente proporcional das variáveis (Tabela 08). Quando a temperatura máxima cai, as internações aumentam, mostrando que as variáveis se relacionam.

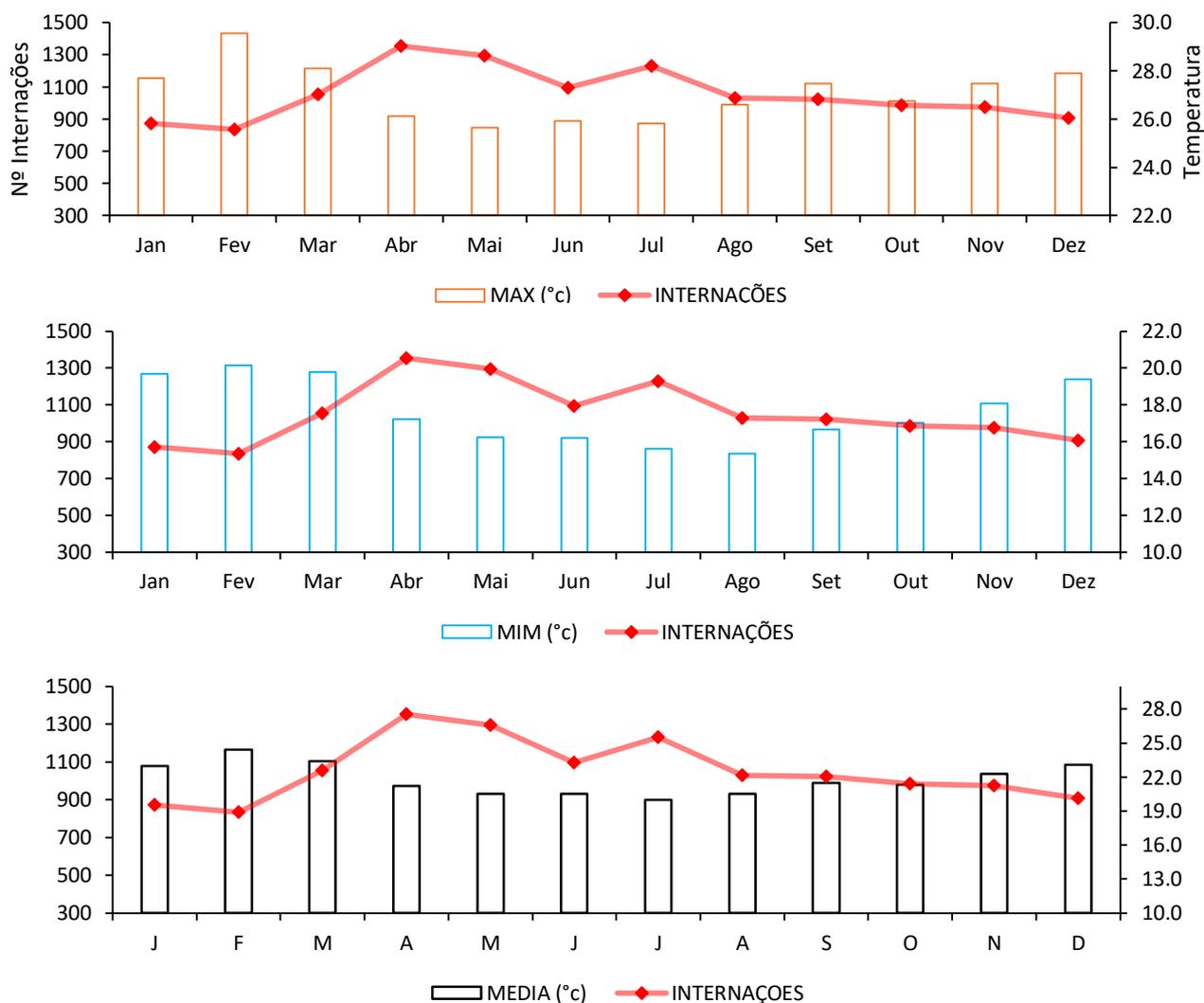
Os resultados foram semelhantes para a temperatura mínima média. A medida que esta cai, o número de internações cresce (Figura 06). A correlação linear de Person mostrou que a associação dessas variáveis apresentou o valor de ( $r = -0,84$ ,  $p < 0,001$ ), estatisticamente igual a associação com a temperatura máxima. A temperatura média compensada, também teve resultados semelhantes àqueles resultados referentes às temperaturas máxima e mínima no mesmo período. Médias de temperaturas mais elevadas resultam em menos internações e temperaturas médias mais amenas se relacionaram com aumento no número de pessoas internadas por doenças respiratórias.

A correlação apresentou um valor que pode ser considerado elevado ( $r = -0,87$ ,  $p < 0,001$ ), também estatisticamente significativo as outras duas temperaturas estudadas. Estudo feito por Amorim (2013) mostrou que, para doenças respiratórias específicas, a associação entre temperatura máxima e casos de asma para o ano de 2010 no município de Macapá, estado do Amapá, apresentou correlação negativa ( $r = -0,49$ ). Para bronquite, no mesmo ano, a correlação foi positiva ( $r = 0,34$ ). No estudo não foram apresentadas as significâncias estatísticas.

### 3.3.2 Temperaturas – 2013

A correlação das variáveis temperatura e número de internações seguiu os resultados do ano de 2012. Em relação à temperatura máxima, a correlação de Person foi negativa de ( $r = -0,80$ ,  $p < 0,001$ ), para a temperatura mínima ( $r = -0,62$ ,  $p = 0,028$ ) e para a temperatura média ( $r = -0,71$ ,  $p = 0,008$ ). Em comparação com 2012, a correlação continuou sendo alta para as três variáveis, mas reduziu em todas elas. Tabela 08.

Figura 07. Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações mensais por doenças respiratórias, Belo Horizonte, 2013.

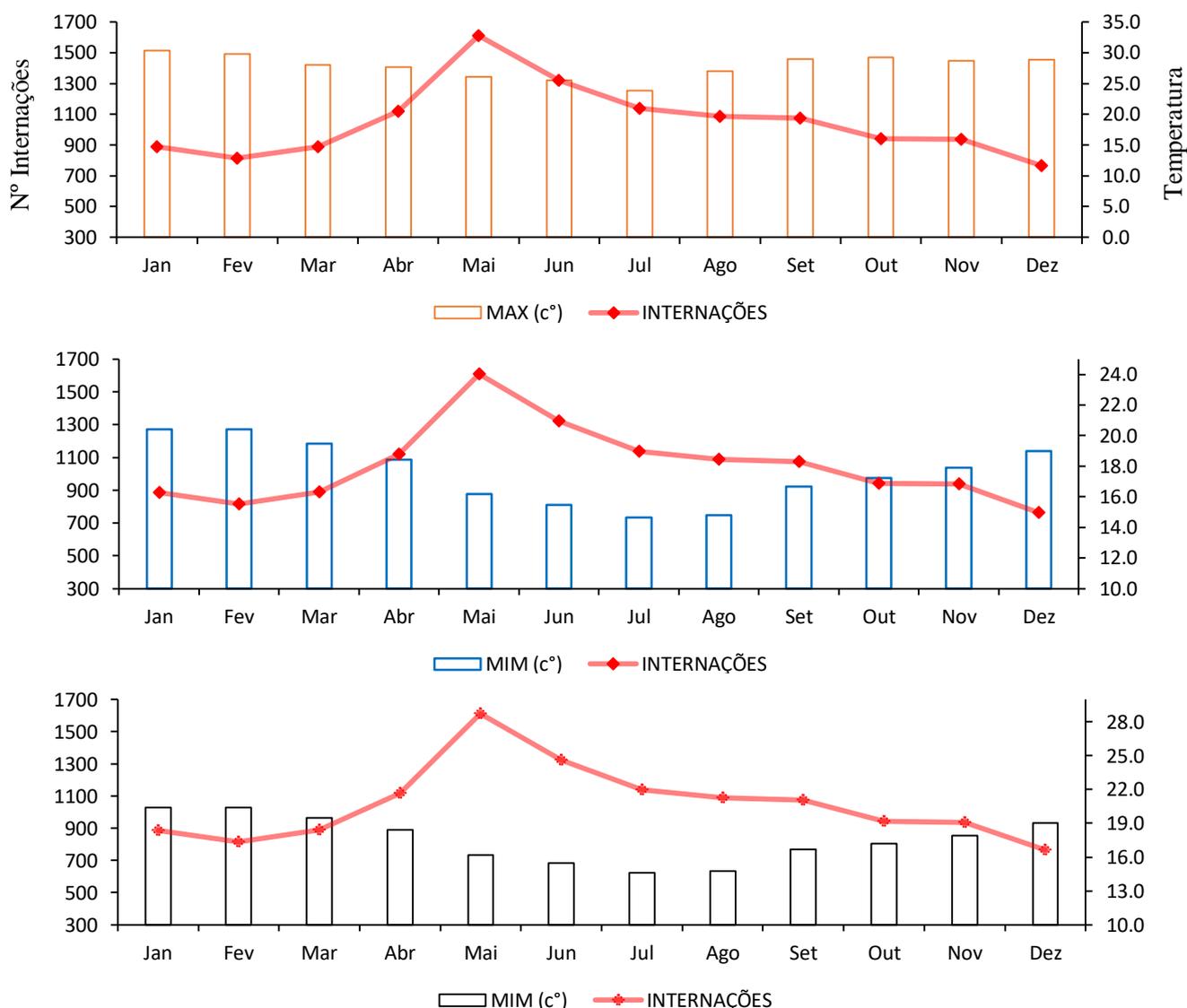


Fonte de Dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

### 3.3.3 Temperaturas – 2014

A correlação das variáveis de temperatura em 2014 foi menor em relação aos dois anos anteriores. Para a média de temperatura máxima a correlação foi negativa de ( $r= -0,68$ ,  $p=0,013$ ), ( $r= -0,65$ ,  $p=0,020$ ) para temperatura mínima e ( $r= -0,73$ ,  $p=0,006$ ) para a temperatura média compensada (Tabela 08). Ainda assim é uma correlação considerada de média para alta.

Figura 08. Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações mensais por doenças respiratórias, Belo Horizonte, 2014.



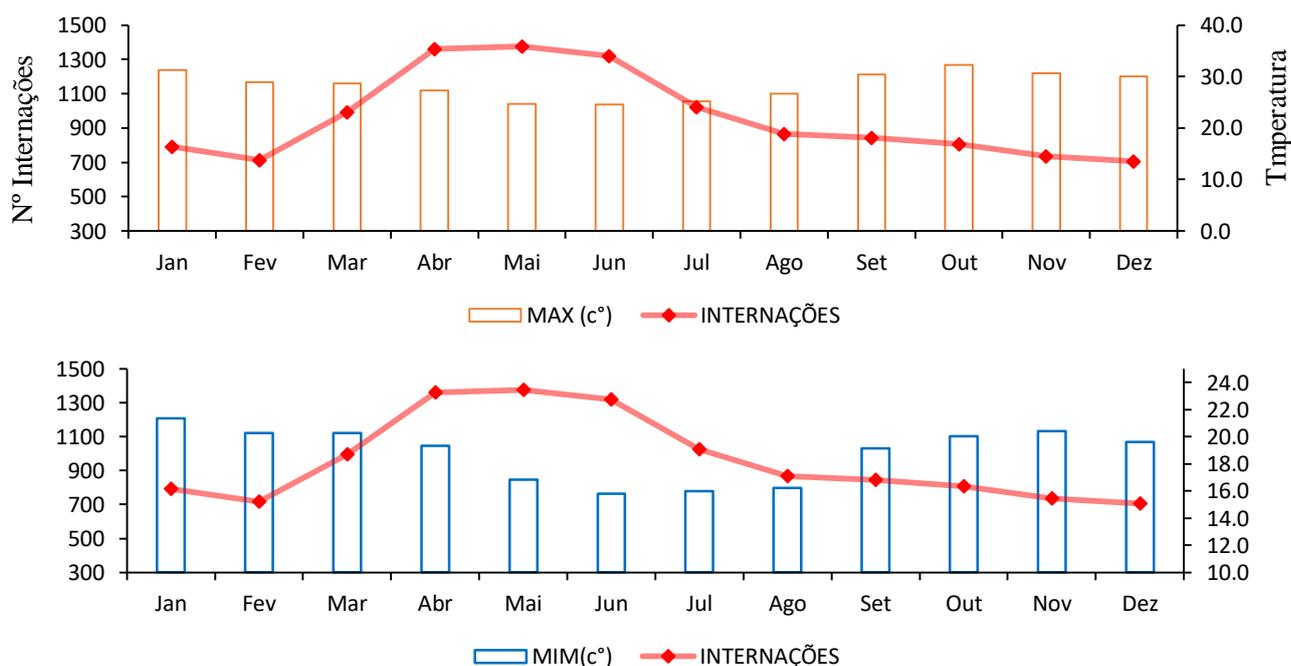
Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

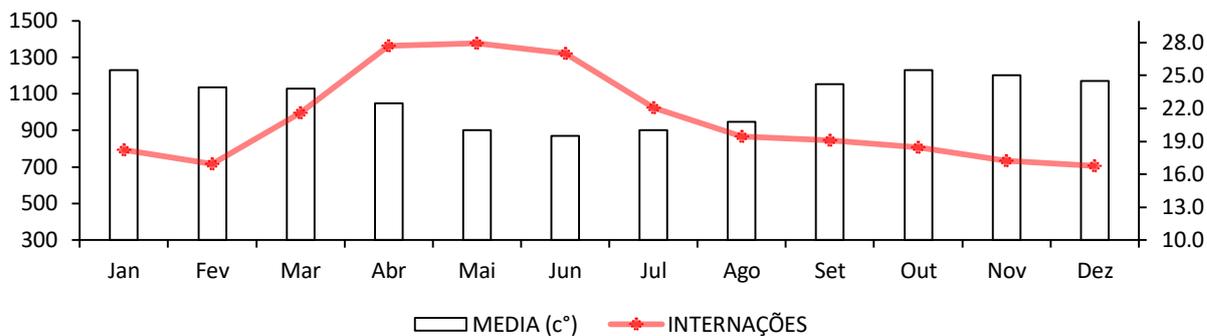
### 3.3.4 Temperaturas 2015

Quanto as variáveis de temperatura em 2015, nota-se que o padrão de internações relacionadas as temperaturas se manteve semelhante aos três anos anteriores. A morbidade hospitalar respiratória foi maior nos meses onde a média de temperatura foi menor. Para média de temperatura máxima, o mês com menor temperatura média 24,7°C, em Junho, apresentou também o terceiro maior número de internações, e o mês com maior média de temperatura máxima, Novembro (30,6°C), foi o terceiro mês com menor número de pessoas internadas. A média de temperatura máxima no ano de 2015 foi de (28,4°C) e foi a maior desde 2012, e o número de internações totais em 2015, (11.545), foi o menor nestes últimos três anos.

Em relação às temperaturas médias mínimas, os resultados foram semelhantes as máximas. O mês com menor temperatura média mínima foi Junho com (15,8°C), sendo terceiro mês com maior número de pessoas internadas. Já o mês onde a temperatura média mínima foi a maior do ano, Janeiro com (21,4°C), registou o quarto maior número de internações mensais do ano. Para as temperaturas médias compensadas, os resultados se mantiveram no mesmo padrão das outras temperaturas. Figura 09.

Figura 09. Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações mensais por doenças respiratórias, Belo Horizonte, 2015.





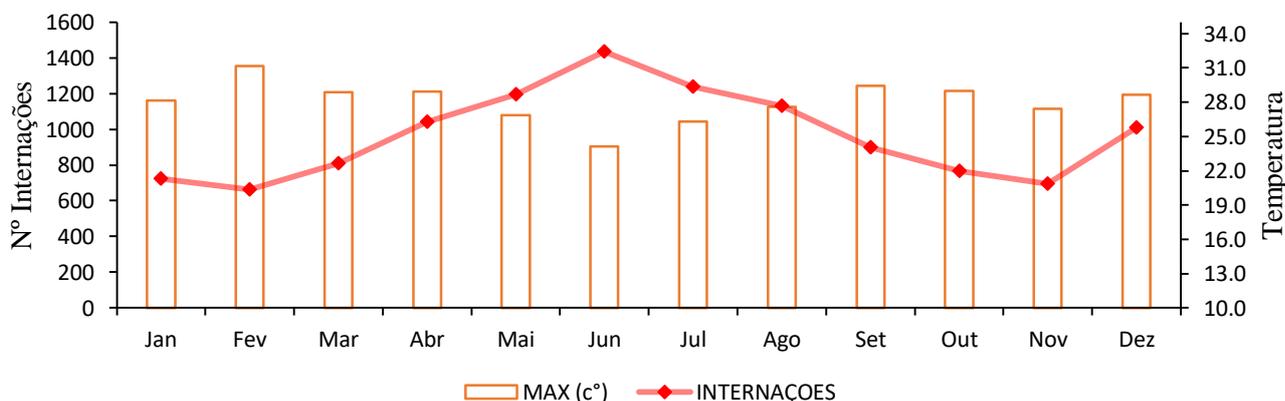
Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP.

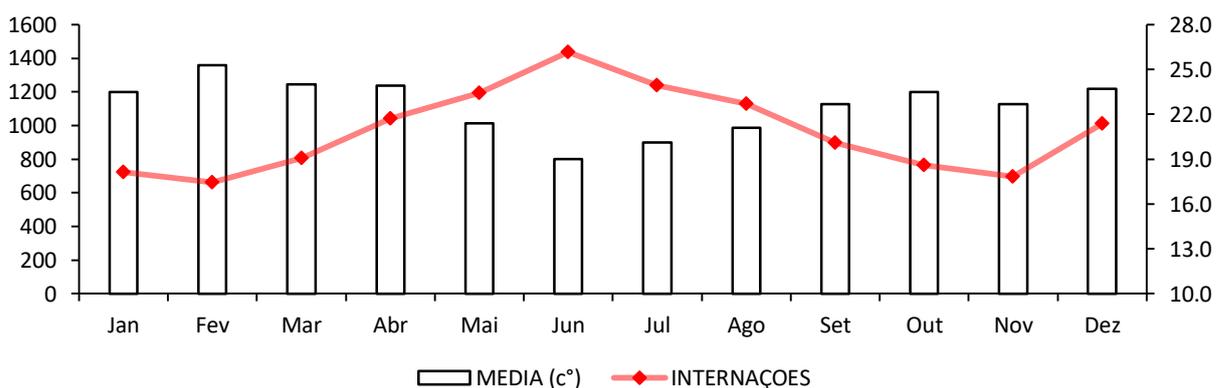
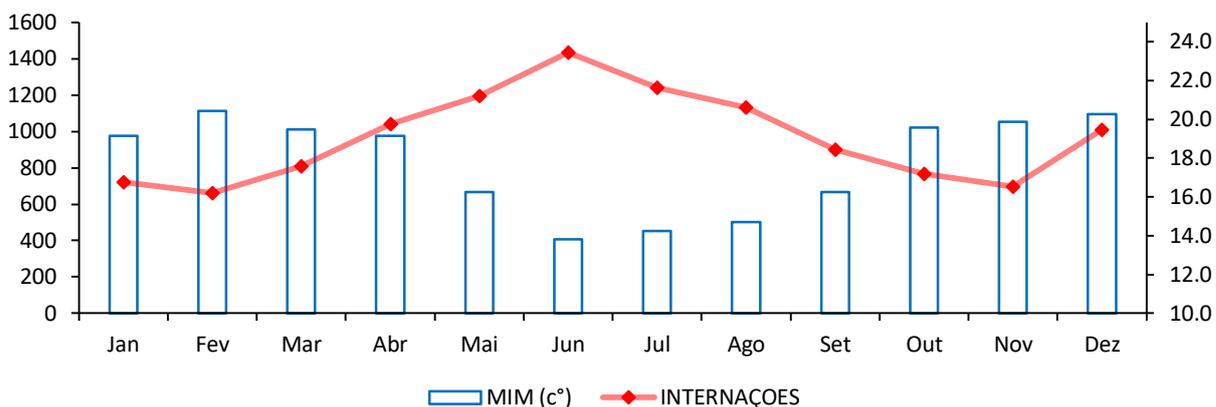
Feita a análise de associação das variáveis climáticas de temperatura e número de internações, os resultados mostraram que para a temperatura média mínima o nível de associação foi de  $(r= -0,56, p=0,054)$  e  $(r= -0,76, p=0,003)$ ,  $(r= -0,73, p=0,007)$  para média máxima e média compensada, respectivamente. Na variável temperatura média compensada esses resultados foram iguais ao ano anterior, maiores em relação a temperatura máxima e menores para a mínima. Tabela 08.

### 3.3.5 Temperaturas 2016

Para as variáveis de temperatura, nota-se visualmente que o padrão apresentado nos anos de 2012,2013, 2014 e 2015 se manteve praticamente igual (Figura 10). Em meses na qual a temperatura média decresceu, o número total de internações por doenças respiratórias aumentou. Analisando apenas as média de temperatura máxima, fica evidente que em meses na qual a temperatura aumenta, as internações diminuem, fato que acontece também para as temperaturas média compensadas e mínimas.

Figura 10. Temperaturas médias máxima, mínima e média compensada e internações por doenças respiratórias, Belo Horizonte, 2016.





Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2012), onde:

A relação entre temperatura e número de casos de internação permite observar que a queda na temperatura pode contribuir para o aumento dos problemas respiratórios. Junho o mês mais frio com temperaturas médias na casa dos 17,2° C se portou como o mês com maiores números de internações, Julho e Agosto também apresentam elevação nos casos e baixas temperaturas se comparadas às médias anuais. Dezembro, Janeiro e Fevereiro possuem elevadas temperaturas e menores índices de internação. (Silva, 2012. p.133).

Em 2016, os meses com maior número de internações foram Junho e Julho, com 1.435 e 1.239, respectivamente. E nestes meses a temperatura máxima média mensal foi de 24,1°c em Junho e 26,3°c em Julho, justamente os dois meses em que a máxima foi a menor do ano (Tabela 05). Em relação as mínimas também se verificou este padrão, os dois meses mais frios do ano, também foram os que tiveram o maior número de pessoas internadas.

A temperatura média compensada, assim como nos anos estudados anteriormente, segue a tendência das temperaturas máxima e mínima. A temperatura média compensada de Junho foi de 19°c e 20,1°c para o mês de Julho, coincidindo com os meses de maior morbidade

hospitalar respiratória na capital mineira. A análise de correlação mostrou que a temperatura compensada foi a que mais se correlacionou ao número de internações mensais em 2016, com ( $r = -0,84$ ,  $p < 0,001$ ), seguindo da temperatura mínima com ( $r = -0,82$ ,  $p < 0,001$ ) e máxima ( $r = -0,77$ ,  $p = 0,002$ ). Ambas podem ser consideradas correlações de média para forte. Esses resultados foram os maiores desde o ano de 2012. Tabela 08.

Tabela 08. Coeficiente de correlação de Pearson por variável climática em relação a internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte, 2012 a 2016.

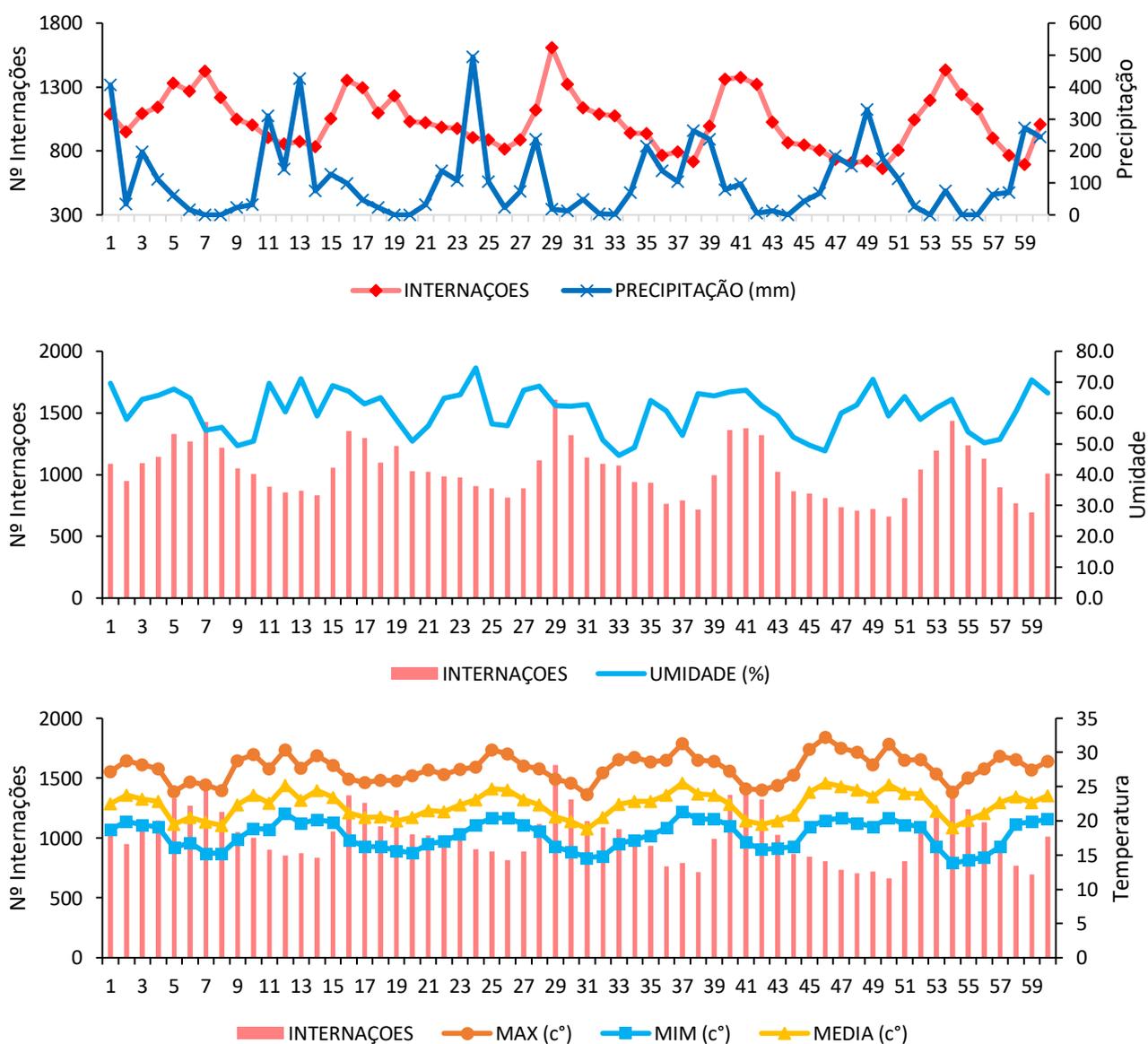
Ano	Variável	*r (Pearson)	P- Valor (95%)
2012	Temperatura Mínima	-0,84	<0,001
2013	Temperatura Mínima	-0,62	0,028
2014	Temperatura Mínima	-0,65	0,020
2015	Temperatura Mínima	-0,56	0,054
2016	Temperatura Mínima	-0,82	<0,001
2012	Temperatura Média	-0,87	<0,001
2013	Temperatura Média	-0,71	0,008
2014	Temperatura Média	-0,73	0,006
2015	Temperatura Média	-0,73	0,007
2016	Temperatura Média	-0,84	<0,001
2012	Temperatura Máxima	-0,85	<0,001
2013	Temperatura Máxima	-0,80	<0,001
2014	Temperatura Máxima	-0,68	0,013
2015	Temperatura Máxima	-0,76	0,003
2016	Temperatura Máxima	-0,77	0,002

Fonte: BDMEP e DATASUS. \*Coeficiente de correlação de Pearson.

### 3.4 Escala mensal de 2012 a 2016

A Figura 11 mostra o número de internações de 2012 até 2016, em escala mensal, durante os sessenta meses de análise em função da variação climática. Nestes meses fica mais claro que, em períodos de pouca ocorrência de chuvas, ou seja baixa precipitação, há um aumento no número de pessoas internadas por doenças respiratórias. E como visto anteriormente, a maior parte destas pessoas está na faixa etária de zero a nove anos e mais de 50 anos de idade.

Figura 11. Variação das variáveis climáticas de precipitação, umidade e temperatura, e internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte, por mês, entre 2012 a 2016.



Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e BDMEP

A análise de correlação de Person mostrou que nestes 60 meses a correlação para a variável Precipitação retornou um valor de ( $r = -0,40$ ,  $p < 0,001$ ), valor muito próximo quando se analisa os cinco anos separadamente, Tabela 09. Em relação a variável Umidade, visualmente não é possível perceber um padrão bem definido em relação às internações. A umidade relativa do ar variou muito, tanto no período com muitas internações, quanto nos períodos de pouca morbidade hospitalar respiratória. Figura 11.

A correlação de Pearson apresentou valor de ( $r = -0,06$ ,  $p = 0,620$ ), valor praticamente nulo que mostra uma não associação das variáveis. Conforme é possível visualizar na Figura 11, o padrão de internações por doenças respiratórias no período de 2012 a 2016 em Belo Horizonte mostra que, em picos de maior temperatura, tanto máxima quanto mínima, e média compensada, há um decréscimo no número de pessoas internadas. A tendência foi mantida nesses cinco anos conjuntamente analisados. A correlação de Pearson mostrou um valor de ( $r = -0,68$ ,  $p = 0,687$ ) para a temperatura mínima, ( $r = -0,76$ ,  $p < 0,001$ ) e ( $r = -0,77$ ,  $p < 0,001$ ) para a temperatura máxima e média, respectivamente.

É válido destacar, em cima destes resultados, que quando se fala em internações por doenças respiratórias correlacionadas com aspectos climáticos, não se quer dizer, necessariamente que determinado indivíduo foi internado por uma variação destes aspectos. Dentro desta totalidade de doenças analisadas, uma são mais sensíveis à variações nestes aspectos do que outras. Vale ressaltar também que há pessoas que são internadas por um simples agravamento de uma doença respiratória específica, ou seja, já apresentava a doença e há outras que podem desenvolver a doença, como por exemplo, uma gripe ou resfriado, as quais são afetadas diretamente pela queda da temperatura, ou indiretamente por outros fatores, como as condições e local de moradia, sem falar da concentração de poluentes.

Os resultados mostraram uma baixa correlação da variável Umidade Relativa do ar. Uma das explicações para isso é que esta variável, é a que mais oscila durante o dia de medição na estação meteorológica, além disso, os valores de variação de seu valor devem ser significativos para que se possa sentir uma mudança no ar que respiramos. Variações menores do que 10% no valor não geram mudanças significativas para o organismo humano.

Tabela 09. Coeficiente de correlação de Pearson por variável climática em relação a internações por doenças respiratórias em Belo Horizonte, 2012 a 2016.

Ano	Variável	*r (Pearson)	P- Valor (95%)
Total em cinco anos	Umidade relativa do ar	0,06	0,687
	Precipitação	- 0,40	<0,001
	Temperatura mínima	-0,68	<0,001
	Temperatura máxima	-0,76	<0,001
	Temperatura média	-0,77	<0,001

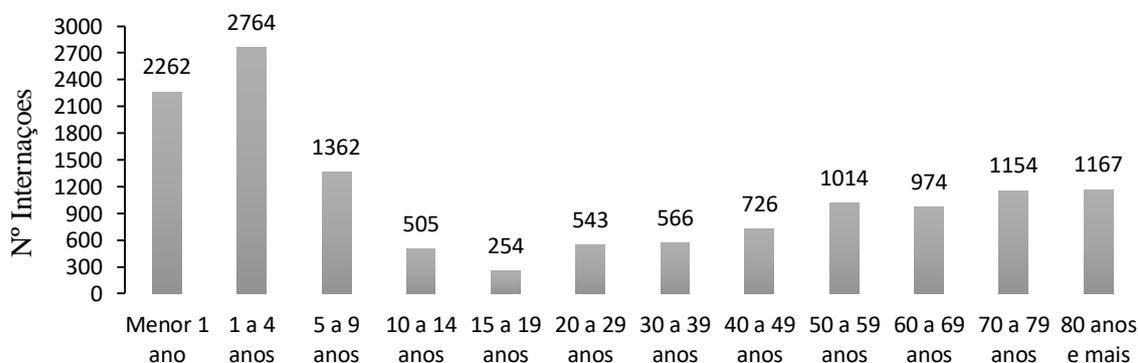
Fonte: BDMEP e DATASUS. \*Coeficiente de correlação de Pearson

### 3.5 Internações por Faixa Etária – 2012 a 2016

#### 3.5.1 Internações por Faixa Etária - 2012

Em relação às faixas etárias, as internações por doenças respiratórias se concentraram na estrato de pessoas com idade abaixo de 10 anos e de 50 anos ou mais, ou seja, nos extremos etários da população, os quais são os mais vulneráveis. Na faixa etária de zero a nove anos, houve um total de 6.388 internações em Belo Horizonte, na qual foram responsáveis por 48% do total destas. Figura 12.

Figura 12. Número total de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2012.



Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)

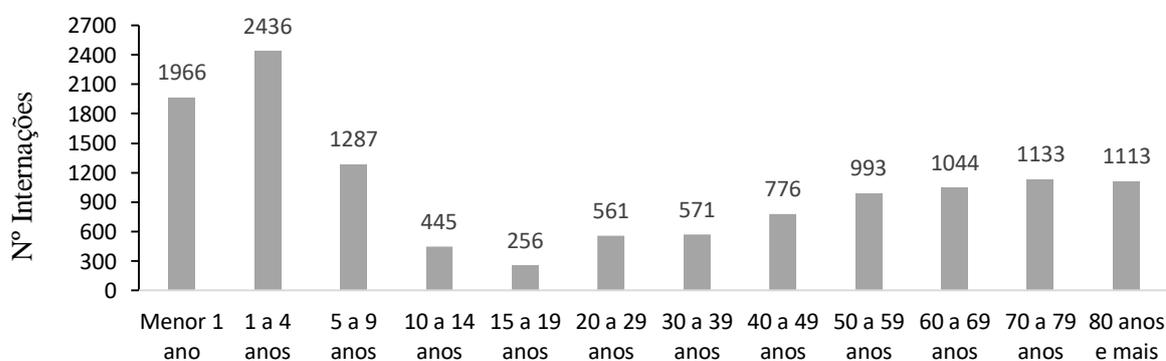
No estrato de pessoas acima de 50 anos de idade houve um total de 4.309 internações, o que representa 32% do total de internados (Figura 12). Na estrato de 10 a 49 anos de idade, o total de internações foi de 2.719 internações, representando 19% da população que foi internada no ano de 2012. A faixa de 1 a 4 anos de idade foi a que contabilizou o maior número de internações dentre todas as outras, 2.764 (20%) do total de internados. Desta faixa, até as idades de 15 a 19 anos, houve uma diminuição no número de internações. O oposto acontece nas idades a partir de 20 anos de idade, quando há um aumento quase que linear destes indivíduos chegando até a faixa dos 80 anos. Figura 12.

### 3.5.2 Internações por Faixa Etária - 2013

A Figura 13 mostra o número de internações totais por doenças respiratórias em 2013 por faixa etária. Os números são semelhantes aos encontrados nos anos anteriores, onde as internações se concentram nas pessoas abaixo de 10 anos de idade e pessoas com 50 anos ou mais. O total de internações no estrato de 0 a 9 anos de idade foi de 5.689, e na faixa acima de 50 anos foi de 4.283. O estrato etário com menor número de internações foi entre de 15 a 19 anos, mesmo resultado encontrado no ano de 2012.

Na idade abaixo de 10 anos, o percentual de crianças internadas foi de 45%, três por cento a menos que 2012. Já para a faixa de pessoas com mais de 50 anos o percentual foi de 34%, em 2012, 32%. No estrato intermediário (10 a 49 anos), o percentual de internados por foi de 20%.

Figura 13. Número total de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2013.

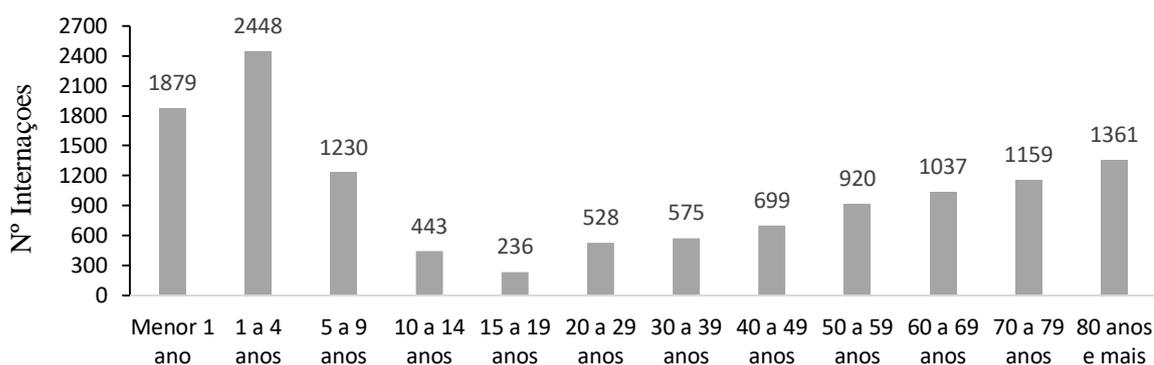


Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

### 3.5.3 Internações por Faixa Etária – 2014

Em 2014 o padrão de internação de crianças de 0 a 9 anos e pessoas de 50 anos ou mais repetiu-se no ano de 2014. O número total de internações por doenças respiratórias na faixa de idade de 0 a 9 anos foi de 5,577, contra 4,477 nos estratos acima de 50 anos de idade. Nota-se que a faixa de crianças de 1 a 4 anos de idade sempre esteve com números totais de internações acima das demais, em todos os anos estudados, considerando o fator imunidade e cuidados maternos, pode-se inferir que crianças abaixo de 1 ano de idade são menos vulneráveis nestes quesitos, e crianças de 5 a 9 anos tem uma melhor imunidade, porém, talvez, menos cuidados dos pais ou responsáveis se comparado à crianças menores de 1 ano. Tabela 14.

Figura 14. Número de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2014.



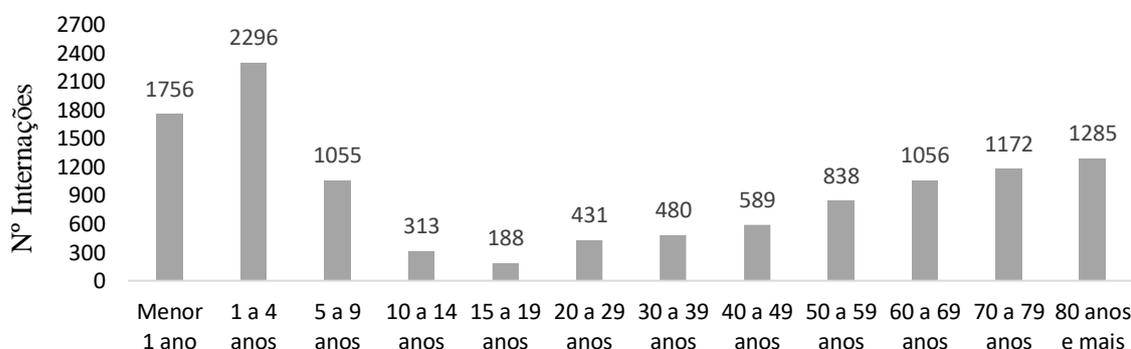
Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

As internações de crianças de 0 a 9 anos atingiram 44% do total de internações em Belo Horizonte no período, e o estrato acima de 50 anos representou 35% do total. O percentual de internações no estrato etário abaixo de 10 anos vem reduzindo desde 2012, enquanto que a faixa acima de 50 anos vem se mantendo praticamente estável. O estrato intermediário de idade, 10 a 49 anos, apresentou números baixos de internações, o que já era esperado pelo padrão dos dois anos anteriores. Como já destacado na última seção, os números referentes a internações por doenças respiratórias nas diferentes faixas etárias é um pouco diferente para doenças específicas como bronquite, asma e gripe.

### 3.5.4 Internações por Faixa Etária – 2015

As internações anuais estratificadas por faixas etárias se mantiveram constantes nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015. A estrato etário de 1 a 4 anos de idade é a que mais tem pessoas internadas no ano em Belo Horizonte, seguida de faixa de crianças abaixo de 1 ano de idade, depois aparecem as pessoas acima de 50 anos. O estrato de 15 a 19 anos ainda é a que tem menor número de pessoas internadas por doenças respiratórias por ano. Figura 15.

Figura 15. Número de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2015.



Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

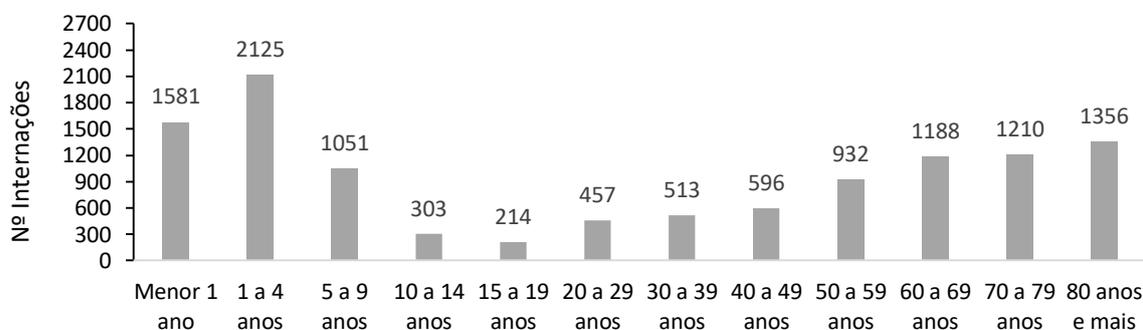
Em 2015, a faixa abaixo de 10 anos de idade contabilizou 5.107 internações, contra 5.577 em 2014, 5.699 em 2013 e 6.388 em 2012. Nota-se uma queda na morbidade hospitalar por doenças respiratórias desde 2012, neste estrato, isso provavelmente se deve às melhorias nas condições de vida da população nesse período, e uma melhor informação, gerando a prevenção de doenças respiratórias nessa faixa etária. No outro extremo de idade (pessoas com mais de 50 anos), em 2015 o total de internações foi de 4.351. Em 2012 o número foi de 4.309, em 2013 de 4.283 e em 2014 de 4.477, números praticamente estáveis nesses quatro anos.

Um estudo feito por Anjos (2012) em pacientes do município de Maringá, estado do Paraná, mostrou que a maior proporção de registros de internações por doenças respiratórias ocorrem em maior parte nas de faixas etárias de 0 a 4 anos, mais de 70 anos e 5 a 9 anos, respectivamente.

### 3.5.5 Internações por Faixa Etária - 2016

A análise das internações por faixa etária em 2016 foi praticamente igual aos quatro anos anteriores. Foi mantido o padrão onde o estrato de crianças de 1 a 4 anos foi a que teve seu estado de saúde comprometido por doenças respiratórias, seguida da faixa de zero a um anos de idade e de idosos com mais de 80 anos, com 2.125, 1.581 e 1.356 internações, respectivamente. A faixa de idade de 15 a 19 anos foi a que menos teve pessoas internadas (214), assim como os anos anteriormente estudados. Figura 16.

Figura 16. Número de internações por doenças respiratórias, por faixa etária, em Belo Horizonte, 2016.



Fonte de dados: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

O grupo de pessoas acima de 50 anos totalizou (4.686) internações o que representa 40% do total de pessoas internadas em Belo Horizonte. Crianças de zero a nove anos totalizaram 4.757 (41%) do total de internados no ano. A faixa etária intermediária totalizou 2.083 internações, (18%) do total.

No estudo feito por Façanha (2004), cerca de 39% dos casos de doenças respiratórias agudas (797.677 casos) ocorreram em crianças entre um e quatro anos de idade. As outras faixas etárias, inclusive a de 10 anos ou mais, estão representadas com aproximadamente 20% dos casos. O grupo de maior risco foi o de menores de um ano; a incidência foi de 1.115 para cada mil menores de um ano. (Façanha, 2004).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho analisou a morbidade respiratória em Belo Horizonte durante um período de cinco anos sob a perspectiva da variabilidade de aspectos meteorológicos, dado a importância do tema na iminência das mudanças climáticas globais e mudança na estrutura etária do Brasil, com aumento do número de idosos. O objetivo principal do estudo foi verificar as variáveis meteorológicas que mais se correlacionavam com eventos de morbidade respiratória e também obter o número absoluto e o percentual de internações em diferentes faixas etárias no município de Belo Horizonte.

Consoante aos resultados encontrados, entende-se que o fator mais relevante para a morbidade hospitalar das doenças respiratórias, na capital mineira neste período, seja a atuação em conjunto de todas as variáveis climáticas, ou seja, a distinção do clima nas diferentes épocas do ano. Desta forma, observou-se que todos os elementos meteorológicos analisados contribuíram para os agravos das vias respiratórias, uns mais relevantes que outros, e que a análise feita individualizando as variáveis meteorológicas e menos efetiva do que o estudo das condições do clima como um todo.

Foi possível observar que não se pode dissociar as variáveis meteorológicas e dizer que uma ou outra foi a responsável pelo aumento de internações. Nota-se que existe um sistema climático onde os fatores se relacionam mutuamente um moldando o outro. A temperatura pode influenciar o regime de chuvas, que por sua vez causa mudanças na umidade e volta a modificar a temperatura, em um ciclo climático que recai sobre os seres humanos afetando-os de alguma forma. Os resultados foram semelhantes nos cinco anos analisados, apresentando apenas pequenas variações na morbidade e nas condições climáticas, porém nada significativo.

Concluiu-se que a variável Temperatura foi a que mais se correlacionou à morbidade respiratória no município no período analisado, e pode-se afirmar que teve associação indireta. Já a variável Umidade relativa do ar foi a que menos teve correlação com o aumento das internações, sem resultados significativos de associação direta com a morbidade respiratória. Concluiu-se também que, os números de pessoas internadas não se modificou significativamente no período analisado.

Os resultados também mostraram que outros fatores, não abordados aqui, podem ser analisados em trabalhos futuros, como por exemplo, a associação das variáveis meteorológicas com os níveis de poluição do ar de forma mais aprofundada, o local de residência do indivíduo, a situação social e econômica, e o porquê os indivíduos tiveram que ser internados, se foi agravo da doença ou o seu surgimento devido a condições climáticas que a favoreceram.

Também é válido fazer uma comparação com outras capitais do Brasil verificando a taxa de internação de cada uma associada as diferenças climáticas. Recomenda-se também a análise em escalas diária e semanal, inclusive com uso de defasagem entre o evento climático e as internações, ou seja o evento e o seu desfecho. Concluiu-se que, fazendo somente a análise dessa relação entre clima e internações na população, não é possível afirmar com clareza, que os problemas de saúde relacionados à internações por doenças respiratórias esteja associado, em sua maior parte, a aspectos climáticos.

Entendeu-se que o trabalho contribui de forma valiosa para a elaboração de ferramentas para orientação de programas de prevenção e serviços de vigilância em saúde ambiental e epidemiológica do município, bem como um melhor entendimento sobre este tema no município de Belo Horizonte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABREU, M. L. de e FERREIRA, C. C. D.** Climatologia Médica: um estudo das doenças respiratórias em Belo Horizonte - MG. In: Anais do VIII Simpósio de Geografia Física Aplicada. Belo Horizonte: UFMG e Fundação Educacional de Caratinga, vol. 1, p.10-11, 1999.

**ANJOS, Isabel, B.** Análise de internações por doenças do aparelho respiratório, pacientes residentes em MARINGÁ-PR: relações com o espaço urbano e a variabilidade climática. 2011. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, letras e ciências humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

**ARAGÃO CCV.** Efeito da exposição à poluição atmosférica nos atendimentos de emergência por hipertensão arterial sistêmica ou doenças respiratórias em adultos residentes em São Caetano do Sul –SP [tese]. 2016.

**ARBEX, Marcos Abdo et al.** A poluição do ar e o sistema respiratório. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 38, n. 5, p. 643-655, 2012.

**BACHELARD, Gaston.** **A formação do espírito científico:** contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

**BARBIERI, A.F.** Transições populacionais e vulnerabilidade às mudanças climáticas no Brasil. *Redes (Santa Cruz do Sul. Impresso)*. , v.18, p.1 - 15, 2013.

**BARBIERI, A.F.** População e Mudanças Climáticas: (In)sustentabilidades e Desafios no Caso Brasileiro. Manuscrito, 2018.

**BAKONYI, Sonia Maria Cipriano et al.** Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 695-700, 2004.

**BEZERRA ALVES, Telma Lucia et al.** Influência das variações climáticas na ocorrência de doenças das vias aéreas superiores no município de Monteiro–PB. *Ciência e Natura*, v. 37, n. 3, 2015.

**BRAGA, Alfesio et al.** **Poluição** atmosférica e saúde humana. *Revista USP*, n. 51, p. 58-71, 2001.

**BRAGA, Alfésio Luís Ferreira et al.** Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v. 23, n. Supl 4, p. S570-S578, 2007.

**CARMO, Cleber Nascimento do et al.** Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. 2010.

**CHIARELLI PS.** Traffic air pollution effect in the blood pressure of traffic agents in Santo André, São Paulo, Brazil. [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2008. 100p.

**DA CONCEIÇÃO, Renaldo Santos et al.** A temperatura do ar e sua relação com algumas doenças respiratórias em Vitória da Conquista–BA. *Revista Geoaraguaia*, v. 5, n. 2, 2016.

**DE MIRANDA, Marina Jorge.** Análise temporal das internações por gripe e pneumonia associadas às variáveis meteorológicas no Município de São Paulo, SP. *Revista do Instituto Geológico*, v. 37, n. 2, p. 61-71, 2017.

**DE OLIVEIRA, Lara Lane; FONTES, Adria Rodrigues; DE ÁVILA RODRIGUES, Rafael.** Agravos respiratórios e o clima em Uberlândia/MG no ano de 2015. *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, v. 1, n. 2017, p. 2240-2250, 2017.

**DA SILVA, Ageo Mário Cândido et al.** Material particulado (PM<sub>2.5</sub>) de queima de biomassa e doenças respiratórias no sul da Amazônia brasileira Particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) of biomass burning emissions and respiratory diseases in the south of the Brazilian Amazon. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 13, n. 2, p. 337-351, 2010.

**DE SOUZA, Amaury et al.** Potenciais impactos da variabilidade climática sobre a morbidade respiratória em crianças, lactentes e adultos. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 38, n. 6, p. 708-715, 2012.

**DUARTE, Juliana Lúcia.** Influência da variabilidade climática e das alterações ambientais na ocorrência de doenças sensíveis ao clima em uma capital da Amazônia Ocidental brasileira. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

**DUCHIADE, Milena P.** Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. *Cad Saúde Pública*, v. 8, n. 3, p. 311-30, 1992.

**FARIA Bueno, Flávia, Rodrigo Fonseca, Alysso, Assis Braga, Francisco, Carneiro Miranda, Paulo Sérgio,** Qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum. Health Sciences* [en linea] 2010, 32 [Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2017]

**FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente.** Qualidade do ar. Minas Gerais, s/d. Disponível em: <<http://www.feam.br/qualidade-do-ar>>. Acesso em: 27 agosto. 2017.

**FERNANDES, António Ramos.** Análise da qualidade do ar e preocupações com a saúde. 2017.

**GALVÃO FILHO, João Batista.** Poluição do ar. **MARGUUS, S,** p. 35-56, 1990.

**GONCALVES, Fabio L. Teixeira; COELHO, Micheline de Souza Zanotti Stagliorio.** Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. *Ciência e Natura*, v. 32, n. 1, p. 13, 2010.

**GOUVEIA, Nelson et al.** Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 12, n. 1, p. 29-40, 2003.

**FACANHA, Mônica Cardoso e PINHEIRO, Alicemaria Ciarlini.** Doenças respiratórias agudas em serviços de saúde entre 1996 e 2001, Fortaleza, CE. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2004, vol.38, n.3, pp.346-350. ISSN 1518-8787.

**FERREIRA.** Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. *Cad Saude Publica*, v. 27, n. 11, p. 2242-52, 2011.

**LIMEIRA, Rodrigo César.** Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 22, n. 2, p. 183-192, 2007.

**MACHIN, Adrian Blanco et al.** Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde humana: internações por doenças respiratórias em Cuiabá, MT. 2017.

**MARTINS, Lourdes Conceição et al.** Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 1, p. 88-94, 2002.

**MARTINS, Lourdes Conceição et al.** Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. Rev Bras Epidemiol, v. 4, n. 3, p. 220-9, 2001.

**MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco.** Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. Oficina de textos, 2017.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE.** Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **DOENÇAS RESPIRATÓRIAS. CRÔNICAS. Brasília – DF. 2010.** Série A. Normas e Manuais Técnicos. Cadernos de Atenção Básica, n. 25.

**Nascimento, Antônio Paula, Santos, Jane Meri, Mill, José Geraldo, Bottoni de Souza, Juliana, Costa Reis Júnior, Neyval, Anselmo Reisen, Valdério,** Associação entre concentração de partículas finas na atmosfera e doenças respiratórias agudas em crianças. Revista de Saúde Pública [en linea] 2017, 51 [Fecha de consulta: 6 de novembro de 2017]

**NASCIMENTO, Antonio Paula.** Influência da poluição atmosférica por SO<sub>2</sub>, MP<sub>10</sub>, MP<sub>2</sub>, 5 e sua composição elementar na incidência de doença respiratória aguda em crianças. 2016.

**NASCIMENTO, Luiz Fernando C. et al.** Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. Revista de Saúde Pública, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2006.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 21 de outubro. 2017.

**ROUQUAYROL, m. z.** Epidemiologia Descritiva. In: ROUQUAYROL, M. Z. e ALMEIDA FILHO, N. Epidemiologia e Saúde. 5.ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999, pp. 77–140.

**SILVA, Renato Emanuel; Paulo Cesar mendes.** O clima e as Doenças Respiratórias em Patrocínio/MG. Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n.11, p. 123-137, out. 2012.

**SOUZA, Camila grosso de.** A influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambientes urbanos. 2007. Presidente Prudente: USP/FCT, 2007. (Dissertação de Mestrado)

**SOUZA, Camila grosso de, João lima Santanna neto.** Ritmo climático e doenças respiratórias: Interações e paradoxos. Revista Brasileira de Climatologia, ISSN: 1980-055X, Agosto, 2008.

**UMBELINO de Freitas, Clarice et al.** Poluição do ar e impactos na saúde em Vitória, Espírito Santo. Revista de Saúde Pública, v. 50, 2016.

**VIEIRA de Azevedo, Jullianna Vitorio et al.** Análise das variações climáticas na ocorrência de doenças respiratórias por influenza em idosos na região metropolitana de João Pessoa–pb. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 1, 2017.

**Anexo - Número de internações por Gripe, Asma, Pneumonia e Bronquite aguda em Belo Horizonte, por mês, entre 2012 a 2016.**

Quadro 05. Número total de internações por Gripe, Asma, Pneumonia e Bronquite aguda em Belo Horizonte, por mês, entre 2012 a 2016					
Ano	Total mês (1-12)	GRIPE	ASMA	PNEUMONIA	BRONQUITE AGUDA
2012	672	15	175	426	56
	566	4	193	328	41
	663	4	215	384	60
	814	11	288	422	93
	962	12	293	512	145
	932	24	259	489	160
	987	37	222	602	126
	809	33	193	498	85
	651	38	141	410	62
	622	23	128	415	56
	537	17	105	363	52
	500	7	100	343	50
2013	502	18	89	359	36
	512	10	152	321	29
	702	4	217	405	76
	985	20	220	579	166
	940	30	230	530	150
	779	25	183	471	100
	869	33	204	544	88
	703	17	159	477	50
	656	15	166	423	52
	614	23	138	405	48
	586	11	132	401	42
	533	12	109	385	27
2014	513	13	87	386	27
	445	8	99	309	29
	556	12	146	353	45
	724	10	215	426	73
	1078	20	253	623	182
	901	16	175	584	126
	724	10	177	457	80
	652	7	193	400	52
	644	4	140	438	62
	557	4	124	385	44
	530	2	113	375	40
	456	4	90	306	56

2015	441	*	90	315	36
	407	*	127	257	23
	658	*	299	305	54
	982	*	355	489	138
	1035	*	322	515	198
	914	*	303	501	110
	666	*	178	430	58
	506	*	102	360	44
	490	*	88	357	45
	451	*	91	335	25
	372	*	73	270	29
	344	*	73	244	27
2016	375	3	57	294	21
	355	2	84	251	18
	429	3	126	268	32
	680	9	183	400	88
	837	21	175	535	106
	993	10	190	660	133
	882	9	176	560	137
	739	4	139	508	88
	528	7	110	368	43
	497	6	111	354	26
	400	2	83	290	25
	658	2	191	422	43

Fonte: Datasus. \*Dados não disponíveis.