

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AMBIENTAL - PPGEA

CÉLIO CLARO OTÁVIO

**EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E EFEITOS NA SAÚDE  
PÚBLICA:**  
a situação da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais

Florianópolis/SC  
2013

Célio Claro Otávio

**EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E EFEITOS NA SAÚDE  
PÚBLICA:**

a situação da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Henrique de Melo Lisboa,  
Dr.

Florianópolis/SC  
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Otávio, Célio Claro

Emissões atmosféricas e efeitos na saúde pública : a situação da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais / Célio Claro Otávio ; orientador, Henrique de Melo Lisboa - Florianópolis, SC, 2013.

108 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Poluição do ar. 3. Emissões atmosféricas. 4. Saúde Pública. I. Lisboa, Henrique de Melo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

Célio Claro Otávio

**EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E EFEITOS NA SAÚDE  
PÚBLICA:**

a situação da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental.

Florianópolis, 09 de junho de 2013.

---

Prof. William Gerson Matias, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Eduardo de Oliveira Nosse, Dr.  
Universidade do Extremo Sul Catarinense

---

Prof<sup>ª</sup>. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Paulo Belli Filho  
Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do universo, pelo presente da vida, pela força, pela fé e por estar comigo em todos os momentos da caminhada, por ser o meu guia e meu porto seguro.

Aos meus pais, Nothel Otavio e Natalia Claro Otavio, pelo carinho e apoio incondicionais e por fazerem de mim o que sou hoje.

A minha família, base fundamental na construção do caráter, pela paciência e tolerância nos momentos de ausência, principalmente a minha querida companheira Hellen, também por acreditar junto comigo neste sonho.

A minha amiga Arlete F. Leal Duarte, pelos sábios conselhos, incentivo e compreensão.

Aos amigos de sala de aula, por fazerem parte desta etapa na jornada da vida, cada um de vocês foi peça fundamental para que tivesse animo e chegasse até aqui.

A todos os professores do curso, que com seus conhecimentos e ensinamentos contribuíram decisivamente em meu aprimoramento profissional, fazendo com que eu esteja um passo a frente, em condições de lutar de igual para igual com muitos por um lugar ao sol no mercado de trabalho.

Ao professor Henrique de Melo Lisboa, pela orientação, dedicação, apoio e perseverança. Por tudo o que me ensinou e que ainda ensinará. Você é um exemplo de sabedoria.

“Determinação coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso.

Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los.

Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho”.

Dalai Lama

## RESUMO

Não se pode estabelecer uma relação causal direta entre o tipo de doença apresentado por um indivíduo e a poluição atmosférica. Contudo, já se tem estabelecido o efeito nefasto de alguns poluentes no organismo humano. Este trabalho visa contribuir para o entendimento da relação entre os dados de qualidade do ar registrados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente e a saúde da população na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Trata-se de um estudo descritivo baseado em revisão de literatura. Os dados de monitoramento da qualidade do ar, concentrações de poluentes e medições válidas foram obtidos nos relatórios anuais da Fundação Estadual do Meio Ambiente. Foram coletados os relatórios referentes aos anos de 2008, 2009 e 2010. Os dados de morbidade foram selecionados por meio de consulta ao *site* do Sistema Único de Saúde. Os dados resultantes foram comparados com os dados de monitoramento da qualidade do ar da Fundação Estadual do Meio Ambiente, buscando-se evidenciar potencial influência das condições atmosféricas na saúde da população, durante o período em estudo. Nos municípios monitorados - Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ibirité - foram registradas ultrapassagens dos valores considerados aceitáveis de diversos poluentes durante os anos selecionados. Constatou-se também perda significativa de medições nessas estações durante os anos de 2008 a 2010. Pode-se considerar que há evidências de degradação da qualidade do ar na região e essa situação influencia o estado de saúde da população local. Entretanto, as informações obtidas não são suficientes para mostrar uma associação forte e direta entre ambos. Essas estações de monitoramento se localizam em corredores de tráfego, contemplando número reduzido e pouco representativo de municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Palavras-chave: Poluição do ar. Emissões atmosféricas. Saúde pública.

## **ABSTRACT**

You can not establish a direct causal relationship between the type of disease brought by an individual and air pollution. However, if you have already established the harmful effect of some pollutants in the human body. This work aims to contribute to understanding the relationship between air quality data recorded by the Fundação Estadual do Meio Ambiente and the health of the population in the metropolitan area of Belo Horizonte. This is a descriptive study based on literature review. The data monitoring air quality, pollutant concentrations and valid measurements were obtained in the annual reports of the Fundação Estadual do Meio Ambiente. We collected the reports for the years 2008, 2009 and 2010. Morbidity data were selected by consulting the website of the Sistema Único de Saúde. The resulting data were compared with data from air quality monitoring Fundação Estadual do Meio Ambiente, seeking to highlight the potential influence of weather on health population during the study period. In municipalities monitored - Belo Horizonte, Betim, Contagem and Ibirité - were recorded exceedances of acceptable values for different pollutants during selected years. It was also significant loss measurements at these stations during the years 2008 to 2010. One can consider that there is evidence of degradation of air quality in the region and this situation affects the health of the local population. However, the information obtained is not sufficient to show a strong and direct association between the two. These monitoring stations are located in traffic lanes, contemplating few and unrepresentative of the metropolitan region of Belo Horizonte.

Keywords: Air pollution. Atmospheric emissions. Public health.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Região Metropolitana de Belo Horizonte .....	17
Figura 2 – Mecanismos fisiopatológicos dos poluentes nos diversos órgãos e sistemas .....	26
Figura 3 - Mapa de localização das estações de monitoramento da Feam .....	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais episódios de contaminação atmosférica ocorridos no século XX.....	22
Quadro 2 – Efeitos de poluentes gasosos na saúde humana.....	27
Quadro 3 – Padrões nacionais de qualidade do ar.....	40
Quadro 4 – Níveis de Atenção, Alerta e Emergência para Episódio Crítico de Poluição do Ar.....	41
Quadro 5 – Níveis de qualidade do ar.....	43
Quadro 6 – Estações de monitoramento da qualidade do ar na RMBH.....	45
Quadro 7 – Poluentes monitorados nas estações da Feam na RMBH.....	47
Quadro 8 - Poluentes x Internações e óbitos - 2008.....	75
Quadro 9 - Poluentes x Internações e óbitos - 2009.....	77
Quadro 10 - Poluentes x Internações e óbitos - 2010.....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de MP <sub>10</sub> – RMBH, 2008 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	49
Tabela 2 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de MP <sub>10</sub> – RMBH, 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	50
Tabela 3 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de MP <sub>10</sub> – RMBH, 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	51
Tabela 4 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de SO <sub>2</sub> – RMBH, 2008 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	52
Tabela 5 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de SO <sub>2</sub> – RMBH, 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	52
Tabela 6 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de SO <sub>2</sub> – RMBH, 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	53
Tabela 7 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de CO – RMBH, 2008 (ppm) .....	53
Tabela 8 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de CO – RMBH, 2009 (ppm) .....	54
Tabela 9 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de CO – RMBH, 2010 (ppm) .....	54
Tabela 10 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de O <sub>3</sub> – RMBH, 2008 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	55
Tabela 11 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de O <sub>3</sub> – RMBH, 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	55
Tabela 12 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de O <sub>3</sub> – RMBH, 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	56
Tabela 13 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de NO <sub>2</sub> – RMBH, 2008 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	58
Tabela 14 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de NO <sub>2</sub> – RMBH, 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	58
Tabela 15 – Média anual das concentrações mínimas e máximas de NO <sub>2</sub> – RMBH, 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Internações por mês no SUS, RMBH, 2008.....	60
Gráfico 2 - Internações por faixa etária no SUS, RMBH, 2008.....	61
Gráfico 3 - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2008 .....	62
Gráfico 4 - Internações por mês no SUS, RMBH, 2009 .....	63
Gráfico 5 - Internações por faixa etária no SUS - RMBH, 2009 .....	64
Gráfico 6 - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2009 .....	65
Gráfico 7 - Internações por mês no SUS, RMBH, 2010 .....	66
Gráfico 8 - Internações por faixa etária no SUS - RMBH, 2010 .....	67
Gráfico 9 - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2010 .....	68
Gráfico 10 - Internações por município no SUS - RMBH, 2008.....	69
Gráfico 11 - Internações por município no SUS - RMBH, 2009 .....	70
Gráfico 12 - Internações por município no SUS - RMBH, 2010.....	71
Gráfico 13 - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2008.....	72
Gráfico 14 - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2009.....	73
Gráfico 15 - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2010.....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

a.C.	antes de Cristo
ANS	Agência Nacional de Saúde Suplementar
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CFC	clorofluorcarboneto
CID-10	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, décima revisão
CO	monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	gás carbônico
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Copam	Comissão de Política Ambiental
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
Feam	Fundação Estadual do Meio Ambiente
Feema	Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente
g	grama
HC	hidrocarbonetos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	Índice de Qualidade do Ar
Lilacs	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
Medline	<i>U. S. National Library of Medicine's</i>
µm	micrometro
MGA	média geométrica anual
MP	material particulado
NO <sub>2</sub>	dióxido de nitrogênio
NO <sub>x</sub>	óxido de nitrogênio
OMS	Organização Mundial de Saúde
ppm	partes por milhão
Pronar	Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar
PS	partículas em suspensão
PTS	partículas totais em suspensão
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade

SMAC  
SO<sub>2</sub>  
SUS  
VOC

Secretaria Municipal do Meio Ambiente  
dióxido de enxofre  
Sistema Único de Saúde  
compostos orgânicos voláteis

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	18
1.2 OBJETIVOS.....	19
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>21</b>
2.1 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E EFEITOS NA SAÚDE.....	21
<b>2.1.1 Principais poluentes atmosféricos e seus efeitos</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.2 Estudos nacionais sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde</b> .....	<b>28</b>
<b>2.1.3 Estudos internacionais sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde</b> .....	<b>33</b>
2.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA À QUALIDADE DO AR.....	39
<b>3 MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	<b>45</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>49</b>
4.1 CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NA RMBH .....	49
<b>4.1.1 Material particulado (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>)</b> .....	<b>49</b>
<b>4.1.2 Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)</b> .....	<b>51</b>
<b>4.1.3 Monóxido de carbono (CO)</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1.4 Ozônio (O<sub>3</sub>)</b> .....	<b>54</b>
<b>4.1.5 Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)</b> .....	<b>57</b>
4.2 MORBIMORTALIDADE POR CAUSAS RESPIRATÓRIAS E CARDIOVASCULARES NA RMBH .....	59
4.3 DISCUSSÃO.....	75
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>81</b>
5.1 CONCLUSÕES.....	81
5.2 RECOMENDAÇÕES .....	82
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>83</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>93</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A questão da qualidade do ar como condição essencial para a vida humana é recente, pois, até algumas décadas acreditava-se que o ar nunca deixaria de oferecer a qualidade adequada ou de estar disponível (PAES; SILVA; GALVARRO, 2008). Contribuiu para essa visão também o conceito econômico capitalista de que a natureza “[...] é um meio de produção de riquezas”, devido à oferta abundante de recursos naturais (BURSZTYN, 1995, p. 100). Ainda, o conceito equivocado de que os recursos renováveis seriam infinitos fortaleceu o modelo de desenvolvimento econômico com exploração intensiva de recursos naturais e escala maior do que a capacidade de regeneração e/ou de recomposição desses recursos (ROSS, 2001).

A extração de recursos e os processos de transformação desenvolvidos levaram a uma intensa industrialização das regiões brasileiras com efeitos ambientais severos. As ações impetradas para o desenvolvimento industrial incluíram, ao longo do tempo, a destruição de florestas, a poluição de rios e lençóis freáticos e a emissão de poluentes atmosféricos, entre outros (ALMEIDA, 2004). Entre os efeitos mais severos se encontram a chuva ácida, o buraco na camada de ozônio<sup>1</sup> e o efeito estufa<sup>2</sup>, que afetam globalmente a vida humana (BARBOSA, 2009). Entretanto, o efeito mais adverso desse descontrole ocorre na saúde humana (HOGAN, 2004). Entre diversos efeitos

---

<sup>1</sup> O nome buraco na camada de ozônio é considerado impróprio, uma vez que esta sofre depleção, não desaparecendo por completo como sugere o termo buraco. Cerca de 90% do ozônio é formado na estratosfera e os demais 10% na troposfera, ou seja, na superfície da terra e estão relacionados à poluição. O ozônio estratosférico filtra os comprimentos de radiação ultravioleta danosas para os seres humanos, animais e vegetação, absorvendo cerca de 100% de UVC e 90% de UVB. O ozônio troposférico provoca irritação das vias aéreas, conjuntivas e pulmões. A depleção da camada de ozônio está associada à produção e emissão de substâncias depletoras de ozônio, especialmente o cloro presente nos clorofluorcarbonetos (CFC), entre outros (ROWLAND, 2004; SANCHEZ CLARKE, 2006).

<sup>2</sup> A Terra tem um sistema natural de controle de temperatura. Certos gases atmosféricos são críticos a este sistema e são conhecidos como gases de efeito estufa. Em média, cerca de um terço da radiação solar que atinge a terra é refletida de volta para o espaço. Dos restantes, a maior parte é absorvida pela terra e oceanos e menor parte pela atmosfera. A superfície da terra torna-se quente e, como resultado, emite radiação infravermelha. Os gases de estufa interceptam a radiação infravermelha, aquecendo a atmosfera. Gases de estufa que ocorrem naturalmente incluem: vapor de água, dióxido de carbono, óxido de metano de ozono e óxido nitroso, criando, em conjunto, um efeito de estufa natural. No entanto, as atividades humanas estão causando o aumento dos níveis de gases de efeito estufa na atmosfera, afetando o equilíbrio desse sistema de controle natural de temperatura e, por consequência, o clima (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, [2011?]). As emissões de CO<sub>2</sub> aumentaram 30% e as de CH<sub>4</sub> mais de 100%, no último século (CRUTZEN, 2010).

deletérios da degradação ambiental, a poluição atmosférica se destaca como promotora de diversas afecções, entre elas as doenças respiratórias e cardiovasculares (BARBOSA, 2009).

Não se pode estabelecer uma relação causal direta entre o tipo de doença apresentado por um indivíduo e a poluição atmosférica. Contudo, já se tem estabelecido o efeito nefasto de alguns poluentes no organismo humano, tais como: o dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), que causa irritação das mucosas e vias respiratórias; os hidrocarbonetos (HC), que provocam irritação das mucosas e afetam o sistema nervoso; as partículas em suspensão (PS), que ocasionam alergias e problemas pulmonares; os óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ), que ocasionam problemas nas vias respiratórias superiores e inferiores, entre outros (ALMEIDA, 2004).

Reis (2011), com propriedade, observa que a conservação dos recursos naturais é condição indispensável para a sobrevivência humana. Porém, o homem é o principal degradador do meio ambiente, o que constitui um paradoxo.

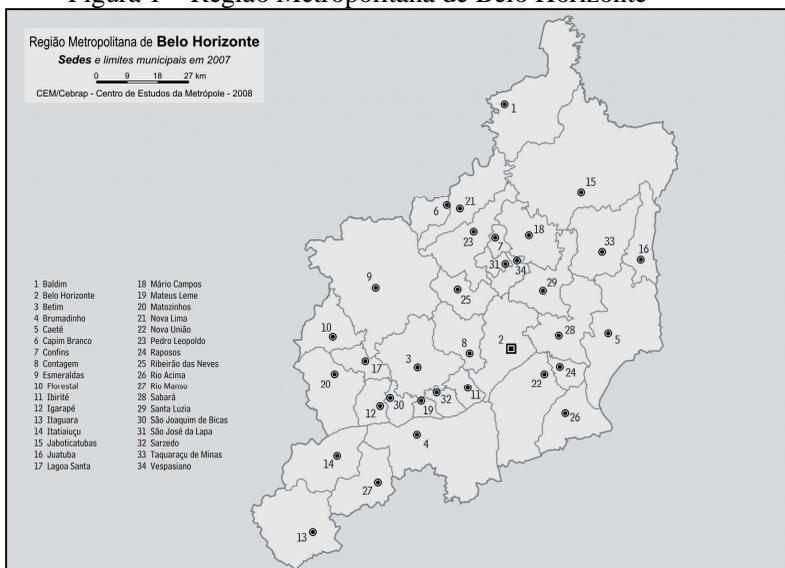
Considerando-se que o Brasil é um importante produtor de recursos minerais, com destaque no cenário mundial, e que a região Sudeste do País abriga 54% das minas que abastecem o mercado interno e externo, é válido inferir que a saúde da população no entorno desses empreendimentos tem sido afetada de várias formas, em decorrência dos agravos ambientais ocasionados (VON KRÜGER, [2010?]).

O estado de Minas Gerais é reconhecido pela exploração de diversos minerais, como também pela presença de usinas siderúrgicas e cimenteiras na Capital e na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

A RMBH é composta por 34 municípios: Baldim, Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Capim Branco, Confins, Contagem, Esmeraldas, Florestal, Ibrité, Igarapé, Itaguara, Itatiaiuçu, Jaboticatubas, Juatuba, Lagoa Santa, Mário Campos, Mateus Leme, Matozinhos, Nova Lima, Nova União, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Rio Manso, Sabará, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas, São José da Lapa, Sarzedo, Taquaraçu de Minas e Vespasiano (Figura 1).

A RMBH apresenta clima típico de regiões tropicais de altitude, com pouca diferenciação entre as estações do ano. Dessa forma, as características mais marcantes do clima nessa região são aquelas relativas ao verão e ao inverno. Os verões são mais úmidos e os invernos mais secos (BRUM, 2010).

Figura 1 – Região Metropolitana de Belo Horizonte



Fonte: CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE, [2008?].

A poluição atmosférica, com maior frequência, é mais acentuada no entorno das regiões industriais e às margens de estradas e rodovias. Isso é explicado tanto pelos processos produtivos das indústrias como pelo tráfego de veículos pesados nessas localidades. O agravante é que, por serem regiões mais afastadas dos centros urbanos e apresentarem menor valorização imobiliária, essas regiões passaram a concentrar aglomerações de populações com menor renda e, não raro, em condições de habitação e vida mais precárias. A essa precariedade são acrescidos a dificuldade de acesso aos serviços de saúde, baixa escolaridade e exposição a poluentes de diferentes tipos, entre outros aspectos. Vários estudos têm buscado encontrar relação entre os poluentes atmosféricos e as condições de saúde desses indivíduos, considerando, com maior ênfase, os desfechos de morbidade e mortalidade relativamente a aspectos socioeconômicos.

A existência de importantes jazidas minerais no Estado de Minas Gerais, sendo parte significativa destas localizadas na RMBH, impulsionou o desenvolvimento local, aumentando o número de indústrias, de estabelecimentos comerciais, de veículos e a oferta de postos de trabalho na região. Por essa razão, a problemática abordada

neste estudo versará sobre os potenciais efeitos das emissões atmosféricas na saúde da população da RMBH.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Desde a década de 1970, o Estado de Minas Gerais tem emergido como um pólo de investimento industrial, com maior ênfase naquelas indústrias intensivas no uso de recursos naturais (BARBOSA, 2009; BRAGA, 2006). Young [2000?] classifica esse tipo de indústria como ‘suja’, devido ao seu potencial de poluição. O autor inclui nesse grupo as indústrias metalúrgicas, de papel e celulose e de calçados, associando-as também, direta ou indiretamente, à atividade exportadora.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), quatro estados brasileiros – Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais – concentram 61% das indústrias com maior potencial poluidor por emissão de gases. Entre estas, 21% estão localizadas em Minas Gerais.

As fontes fixas, constituídas por plantas industriais de diversos tipos, são fonte considerável de emissões atmosféricas. Esses empreendimentos se encontram dispersos por diferentes cidades da RMBH, contribuindo para o aumento da geração de poluentes (MINAS GERAIS, 2010b). Em relação às fontes fixas, convém ressaltar que a Resolução Conama nº 382/2006 atribui aos diferentes tipos de empreendimentos a responsabilidade pelo monitoramento das suas emissões e a adoção de medidas para sua correção ou eliminação (BRASIL, 2012b).

A RMBH, nas últimas décadas, cresceu desordenadamente, apresentando incremento expressivo da frota veicular, com expressão acentuada para as motocicletas. Esses veículos apresentam emissão de poluentes entre oito e 20 vezes superior às dos automóveis (RADICCHI, 2012). A frota de veículos pesados - caminhões, ônibus e microônibus - representa outra fonte de poluição preocupante, uma vez que é quase que totalmente movida diesel, com altos teores de enxofre. A fiscalização das emissões provenientes da frota de veículos pesados é insuficiente. O transporte público padece também da falta de investimentos para melhoria, favorecendo o uso de transporte individual pela população (MINAS GERAIS, 2010b).

Pesquisa realizada nos municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem revelou que a frota veicular, quando comparada às fontes fixas, é responsável por mais 95% das emissões de poluentes em Belo Horizonte, consideradas as emissões de partículas totais em suspensão

(PTS), material particulado ( $MP_{10}$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (VOC)<sup>3</sup>. Em Betim, as emissões mais expressivas e provenientes da frota veicular foram de CO (90,5%) e VOC (81,7%). Em Contagem, a frota veicular foi responsável por mais de 76,0% das emissões de PTS, CO e VOC (MINAS GERAIS, 2010b).

A RMBH apresenta clima tropical de altitude, sendo o período de verão marcado por chuvas e temperaturas elevadas e o inverno por baixas temperaturas e pouca precipitação. O solo é montanhoso, sendo a região contornada pelo "[...] cinturão das serras do Curral Del Rei e da Moeda, ao sul, e o complexo do Espinhaço, ao norte", com ventos circulando, predominantemente, no sentido leste-oeste (RADICCHI, 2012, p. 196). O relevo montanhoso e o clima dificultam a dispersão dos poluentes atmosféricos, o que pode gerar maior impacto na saúde da população (MAGALHÃES et al., 2010).

A relevância do tema escolhido para estudo se destaca pelo fato de que as emissões atmosféricas promovem o adoecimento e a precarização da saúde, com maior frequência, atingindo faixas da população mais vulneráveis, notadamente crianças e idosos. Os efeitos dos problemas de saúde ocasionados resultam em maiores gastos para os sistemas de saúde, em prejuízos na produtividade e, em última instância, na redução da mão-de-obra disponível para a continuidade das operações empresariais.

Espera-se, com este estudo, traçar um cenário da evolução das principais doenças relacionadas à poluição atmosférica na RMBH, cuja qualidade do ar é afetada pela presença de indústrias e pelo aumento expressivo do número de veículos na localidade.

## 1.2 OBJETIVOS

### **Objetivo geral:**

O objetivo geral do presente estudo é contribuir para o entendimento da relação entre os dados de qualidade do ar registrados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e a saúde da população na RMBH.

---

<sup>3</sup> Os VOC são quaisquer compostos que contenham carbono, que participam de reações fotoquímicas na atmosfera, excluindo monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbônico, carbetos ou carbonatos metálicos e carbono de amônio, além do metano (SOUSA, 2002).

**Objetivos específicos:**

Os objetivos específicos a serem alcançados com o estudo são:

- a) destacar os principais poluentes e seus efeitos na saúde humana;
- b) levantar dados de concentração dos poluentes – material particulado ( $MP_{10}$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), ozônio ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO) e dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) - monitorados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), durante os anos de 2008 a 2010, na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH);
- c) associar os índices de qualidade do ar gerados pelos dados das estações de monitoramento da Feam, instaladas na RMBH, com os dados de morbidade e mortalidade por problemas respiratórios e cardiovasculares do Sistema Único de Saúde (SUS), na RMBH, no período de 2008 a 2010.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta os principais poluentes atmosféricos e seus efeitos na saúde humana, em especial das pessoas residentes na RMBH, como ainda, a legislação vigente para seu controle.

### 2.1 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E EFEITOS NA SAÚDE

A poluição atmosférica não é um problema atual ou recente, ela remonta, provavelmente, à descoberta e utilização do fogo pelo homem. Com a evolução econômica, o aumento do desmatamento e a urbanização, o carvão tornou-se o combustível de uso mais frequente pela população (VIEIRA, 2009).

As primeiras reclamações acerca da queima de combustíveis fósseis, devido ao cheiro incômodo e desagradável, datam de 351 antes de Cristo (a.C.). Em 65 a.C. foi registrado também o enegrecimento dos templos religiosos devido à fumaça provocada pela queima de combustíveis. Em 61 a.C. havia relatos acerca do ar ‘pesado’ na cidade de Roma, ao qual era atribuído o efeito de mal-estar respiratório (STERN; BOUBEL; TURNER, 1984<sup>4</sup> *apud* BRUM, 2010).

Nos séculos seguintes, o uso do carvão intensificou-se e os efeitos da fumaça e as reclamações também cresceram, sendo que

No reinado de Eduardo I (1272-1307), devido às reclamações por parte da nobreza, o Parlamento Britânico proibiu o uso de carvão em Londres quando o rei estivesse na cidade. Uma pessoa foi executada, no Reinado de Eduardo II, por violar este decreto e poluir o ar com odores pestilentos devido à queima de carvão. Nos reinados de Ricardo III (1377-1399), e mais tarde no de Henrique IV (1413-1422), a Inglaterra tentou regulamentar e restringir o uso do carvão. Porém, a falta de alternativas econômicas para substituir o carvão permitiu que este continuasse a ser utilizado em Londres e em toda a Grã-Bretanha (BRUM, 2010, p. 11).

---

<sup>4</sup> STERN; A. C.; BOUBEL, R. W.; TURNER, B. **Fundamentals of air pollution**. Colorado, USA: Academic Press, 1984.

A falta de combustível que substituísse satisfatoriamente o potencial energético do carvão contribuiu para que pouco fosse feito para o controle da queima. A falta de ações para controle da poluição atmosférica levou a graves episódios no decorrer do século XX, em diferentes países e com consequências bastante graves (CARVALHO, 2006, 2008). Alguns desses episódios, sua localização e consequências, são descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais episódios de contaminação atmosférica ocorridos no século XX

Ano	Local	Descrição
1930	Meuse Valley, Bélgica	Frente a condições meteorológicas desfavoráveis, tais como ausência de ventos e de precipitação, que impediram a dispersão de poluentes, uma intensa névoa de poluição perdurou durante os primeiros cinco dias de dezembro. Esse evento ocasionou aumento no número de doenças respiratórias e a morte de cerca de 60 pessoas.
1948	Donora, Pensilvânia, Estados Unidos da América	A ocorrência de inversões térmicas responsáveis por condições de estagnação atmosférica promoveu a ocorrência de 400 hospitalizações, 20 óbitos e o adoecimento de, aproximadamente, cinco mil moradores, cerca de 40% da população.
1950	Poza Rica, México	Durante um episódio de inversão térmica ocorrido no mês de novembro, compostos de enxofre foram emitidos pela refinaria de petróleo e tratamento de gás natural local, causando 32 mortes e levando 320 pessoas aos hospitais, devido a problemas nos sistemas nervoso e respiratório.
1952	Londres, Inglaterra	Durante o inverno, um episódio de inversão térmica impediu a dispersão de poluentes, gerados pelas indústrias e pelos aquecedores domiciliares que utilizavam carvão como combustível. Nessa época, devido aos problemas econômicos do pós-guerra, o carvão de melhor qualidade era exportado e os londrinos faziam uso de carvão de menor qualidade, rico em enxofre, o que agravou o problema. Uma massa de ar frio composta, principalmente, de dióxido de enxofre e material particulado, permaneceu estacionada sobre a cidade por, aproximadamente, três dias, levando a um aumento de quatro mil mortes em relação à média de óbitos em períodos semelhantes.

Continua

Continuação		
Ano	Local	Descrição
1952	Bauru, São Paulo	Devido à emissão de grande quantidade de pó de sementes de mamona, lançados por uma indústria extrativa, ocorreram nove mortes e 150 pessoas foram acometidas por doenças respiratórias agudas.
1953	New York, Estados Unidos da América	Em novembro, um episódio de poluição atmosférica, relacionado à presença de dióxido de enxofre, causou cerca de 200 mortes em indivíduos de diferentes faixas etárias.
1957, 1960, 1962	Inglaterra	Três episódios de poluição atmosférica severa ocasionaram a morte de 1.000 pessoas, em 1957; de 800 pessoas, em 1960; de 700 pessoas, em 1962.
1976	Seveso, Itália	Uma nuvem tóxica de dioxina escapou da indústria química Icmesa, localizada na cidade de Meda, sendo levada pelo vento até Seveso. Cerca de 500 moradores da região, na maioria crianças, foram atacados pela cloracne, 113 mulheres grávidas ou que engravidaram na época foram autorizadas a abortar, devido ao fato de que a dioxina altera os cromossomos e poderiam ser gerados bebês defeituosos. Ainda, foram registradas cerca de 30 mortes por câncer de fígado.

Fonte: BRUM, 2010, p. 11-12; DANNI-OLIVEIRA, 2008, p. 115-116; DE MELO LISBOA, 2007, p. 5-7.

A gravidade desses episódios de contaminação atmosférica levou à consideração de que a poluição atmosférica representava uma ameaça real à saúde pública, instigando a realização de estudos e investigações sobre o assunto, em busca de solução para o problema (CARVALHO, 2006; VIEIRA, 2009).

Na década de 1950 também acentuou-se o uso de carvão e óleos combustíveis em decorrência do advento da Revolução Industrial, com a instalação de indústrias em diferentes regiões, incluindo alguns centros urbanos (PAES; SILVA; GALVARRO, 2008).

Pode-se tomar como referência o surto industrial ocorrido em Minas Gerais nos anos 1940 até o final da década de 1970. Inicialmente, as novas indústrias se concentraram em Belo Horizonte, para, a partir de meados de 1940, se disseminarem pela região da Cidade Industrial e outras localidades próximas à Capital mineira. A Cidade Industrial se

refere a um pólo industrial instalado em Contagem, na divisa com Belo Horizonte. Nessa região foi instalada a Companhia de Cimentos *Portland* Itaú, que provocou reações da população devido ao pó expelido pela suas chaminés durante a produção de cimento, ocasionando doenças respiratórias, entre elas bronquite e tosse, na população vizinha. Em 1975, a fábrica foi temporariamente fechada e na década de 1980 transferida para outra localidade. Outra empresa alvo de manifestações populares por causa da propagação de fuligem metálica foi a Mannesmann, que, em 1978, foi obrigada a instalar filtros em suas usinas. A fábrica de concreto Redimix, instalada em bairro central de Belo Horizonte, também acusada de poluição do ar, poluição sonora e entupimento da rede de esgotos foi transferida para outro município da RMBH, quando constatado que o recurso de instalação de filtros era insuficiente para resolver o problema causado pela poluição atmosférica (ARAÚJO, 2011).

Outro aspecto perverso da poluição atmosférica parece ser o fato de que a pobreza exacerba os efeitos da poluição, tanto pela precária condição de saúde dos indivíduos como pela dificuldade de acesso aos serviços de assistência à saúde. Além disso, em muitos países industrializados a pobreza leva à precariedade da assistência médica, nutrição e habitação, como ainda à dependência de veículos ineficientes e de aparelhos poluentes no uso doméstico (LIPFERT, 2004).

### **2.1.1 Principais poluentes atmosféricos e seus efeitos**

Os poluentes atmosféricos são definidos como:

[...] qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: [...] impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; [...] inconveniente ao bem-estar público; [...] danoso aos materiais, à fauna e flora; [...] prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (BRASIL, 1990).

Os poluentes atmosféricos são classificados em duas categorias: poluentes primários, que são aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão; poluentes secundários, que são aqueles resultantes de reação química entre poluentes primários, entre si ou com componentes

naturais da atmosfera. Deve-se considerar ainda como importantes poluentes atmosféricos os oxidantes fotoquímicos, que são resultantes da “[...] mistura de poluentes secundários formados pelas reações entre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de luz solar” (QUINTANILHA, 2009, p. 30). O ozônio é o principal resultado desse tipo de reação, sendo também adotado como parâmetro para a identificação da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera (QUINTANILHA, 2009).

Os principais poluentes atmosféricos que afetam a saúde humana são as partículas inaláveis, o ozônio, o dióxido de enxofre, o monóxido de carbono e o dióxido de nitrogênio, entre outros.

Material particulado (MP) é a denominação para um grupo de poluentes que inclui poeiras, fumaças e materiais sólidos e líquidos em suspensão na atmosfera (QUINTANILHA, 2009). O MP é classificado em dois grupos: partículas grandes ou grossas ( $MP_{10}$ ), com diâmetro maior que  $2,5\mu\text{m}$ , e partículas pequenas ou finas ( $MP_{2,5}$ ), cujo diâmetro é menor que  $2,5\mu\text{m}$ . As partículas finas são também mais ácidas e, devido ao seu tamanho, mais perigosas, pois, podem chegar às regiões inferiores do sistema respiratório (CANÇADO et al., 2006). Um terceiro grupo a ser considerado é o das partículas ultrafinas, com diâmetro menor que  $0,1\mu\text{m}$ . Esse grupo de MP assume relevância uma vez que o potencial de danos à saúde aumenta de maneira inversamente proporcional ao seu tamanho. Ainda, suspeita-se que estas estejam envolvidas nos “[...] rápidos efeitos adversos ocorridos no sistema cardiovascular – o infarto agudo do miocárdio – poucas horas após a exposição à poluição”, devido à sua toxicidade ser mais elevada do que o  $MP_{2,5}$  e o  $MP_{10}$  (COLOMBINI, 2008, p. 225).

O organismo humano conta com alguns importantes mecanismos de defesa para a inalação de MP, sendo que

O primeiro deles é o espirro, desencadeado por grandes partículas que, devido ao seu tamanho, não conseguem ir além das narinas, onde acabam se depositando. Outros importantes mecanismos de defesa são a tosse e o aparelho mucociliar. Aquelas partículas que atingem as porções mais distais das vias aéreas são fagocitadas pelos macrófagos alveolares, sendo então removidas via aparelho mucociliar ou sistema linfático (CANÇADO et al., 2006, p. S7).

Os mecanismos de defesa do organismo não são suficientes para a proteção da saúde humana, devido à resposta inflamatória causada no sistema respiratório pelas partículas inaladas. Essa resposta inflamatória aumenta a produção de muco pelas vias aéreas, com maior acidez, viscosidade e consistência, reduzindo a resposta do sistema mucociliar e/ou diminuindo sua eficácia (CANÇADO et al., 2006).

A Figura 2 apresenta uma ilustração dos efeitos das inalações de material particulado em diferentes órgãos humanos.

Figura 2 – Mecanismos fisiopatológicos dos poluentes nos diversos órgãos e sistemas



Fonte: POPE III; DOCKERY, 2006, p. 729.

O Quadro 2 apresenta um resumo dos principais poluentes gasosos e seus efeitos na saúde humana.

A inalação de grafite é associada às pneumoconioses, que se referem ao acometimento intersticial pulmonar decorrente de inalação de poeira. A fonte principal dessas doenças é a ocupacional. Porém, não se pode descartar o seu efeito no ambiente em decorrência da poluição atmosférica.

Ainda, Schirmer e Rudniak (2009) ressaltam o uso de diversos tipos de combustíveis, que contribuem para a poluição atmosférica e os danos à saúde.

Quadro 2 – Efeitos de poluentes gasosos na saúde humana

Material gasoso	Efeitos
Ozônio (O <sub>3</sub> )	O ozônio presente na troposfera é formado por reações catalisadas pela luz do sol (raios ultravioleta), envolvendo, como precursores, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos. O ozônio é um potente oxidante e citotóxico, atingindo as porções mais distais das vias aéreas. O ozônio inalado, mesmo em pequenas quantidades, é capaz de causar um processo inflamatório pulmonar, exacerbando doenças como asma, rinite, enfisema e complicando quadros cardiológicos como insuficiência cardíaca e congestão pulmonar.
Dióxido de enxofre e aerossóis ácidos	Uma vez lançado na atmosfera, o dióxido de enxofre pode ser transportado para regiões distantes das fontes primárias de emissão, o que aumenta sua área de atuação. A maior parte do dióxido de enxofre inalado por uma pessoa em repouso é absorvida nas vias aéreas superiores. A atividade física leva a um aumento da ventilação alveolar, com consequente aumento da sua absorção pelas regiões mais distais do pulmão. Os aerossóis ácidos mais comuns são o sulfato, o bissulfato e o ácido sulfúrico, encontrados dissolvidos nas gotas de água presentes na atmosfera. Os aerossóis ácidos causam inflamação do trato respiratório por apresentarem pH<1.
Monóxido de carbono	O monóxido de carbono apresenta afinidade pela hemoglobina 240 vezes maior que a do oxigênio, o que faz com que uma pequena quantidade de monóxido de carbono possa saturar uma grande quantidade de moléculas de hemoglobina. Como consequência, ocorre diminuição da capacidade do sangue de transportar oxigênio e desvio da curva de dissociação da hemoglobina para esquerda, o que pode causar hipóxia tecidual <sup>5</sup> .
Óxidos de nitrogênio	O dióxido de nitrogênio, na presença de luz solar, reage com hidrocarbonetos e oxigênio, formando ozônio, sendo um dos principais precursores desse poluente na troposfera. O dióxido de nitrogênio, quando inalado, atinge as porções mais periféricas do pulmão, devido à sua baixa solubilidade em água. Seu efeito tóxico está relacionado ao fato de ser um agente oxidante.

Fonte: BAHIA, 2010, p. 34; CANÇADO et al., 2006, p. S7.

<sup>5</sup> A hipóxia tecidual é caracterizada pela oferta inadequada de oxigênio aos tecidos (MARIANI; TERRA, 2010).

Segundo Barcellos et al. (2009) as condições climáticas têm forte influência nos efeitos da poluição atmosférica no organismo humano. Fatores como temperatura, ventos, umidade e precipitação influenciam o transporte de poluentes e também o seu tempo de permanência na atmosfera, provocando variações nos efeitos destes na saúde humana. Inversões térmicas geram concentração da poluição, influenciando negativamente a qualidade do ar, o que leva ao aumento dos problemas respiratórios, entre eles, a asma, as alergias, as infecções broncopulmonares as infecções das vias aéreas superiores.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), 60% das doenças respiratórias agudas e 50% das crônicas são relacionadas à exposição a poluentes atmosféricos (BRASIL, 2008).

Os efeitos da poluição atmosférica no organismo humano podem ocasionar doenças agudas e/ou crônicas, provocando danos ao desenvolvimento infanto-juvenil, aos sistemas circulatório, respiratório e nervoso, como ainda, reduzir a expectativa de vida. A nocividade da poluição atmosférica propicia a ocorrência de doenças oftálmicas, dermatológicas, cardiovasculares e respiratórias. Assim, a exposição a material particulado (MP) pode aumentar o risco de enfermidades cardiovasculares, respiratórias e de câncer de pulmão. O dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) pode provocar acentuação das crises de asma em crianças e diminuição do desenvolvimento de função pulmonar. O O<sub>3</sub> pode levar à ocorrência de problemas respiratórios, desencadear asma e causar doenças pulmonares. O SO<sub>2</sub> afeta o sistema respiratório e a função pulmonar, causando também irritação ocular e aumento da morbidade e da mortalidade por enfermidades cardíacas na vigência de episódios críticos. O CO é tóxico e na ausência de oxigênio se torna asfixiante (DANNI-OLIVEIRA, 2008).

Vários estudos têm indicado que a poluição atmosférica urbana está relacionada aos riscos crescentes de morbidade e mortalidade, sugerindo também que os grupos mais vulneráveis são compostos por crianças, indivíduos com doenças cardiovasculares e pulmonares crônicas e idosos (SAMET; WHITE, 2004).

### **2.1.2 Estudos nacionais sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde**

Nos últimos anos a exposição a poluentes atmosféricos também tem sido associada à mortalidade em crianças, em recém-nascidos e ao baixo peso ao nascer.

Conceição et al. (2001) avaliaram a associação entre mortalidade infantil, considerando crianças menores de cinco anos, e a poluição do ar na cidade de São Paulo, no período de 1994 a 1997. A análise dos dados mostrou associação significativa entre mortalidade e concentrações de CO, SO<sub>2</sub> e MP<sub>10</sub>, que eram dependentes da dose e evidentes após um curto período de exposição, tal como dois dias. Segundo o estudo, de acordo com as médias dos poluentes no período analisado, as proporções de mortes por causas respiratórias entre crianças foram de 15% atribuíveis ao CO, 13% ao SO<sub>2</sub> e 7% ao MP.

Gouveia et al. (2003) realizaram um estudo de séries temporais com o objetivo de analisar a associação entre exposição à poluição do ar e mortalidade e internações hospitalares em indivíduos de diferentes faixas etárias nos municípios de São Paulo e do Rio de Janeiro. Os autores selecionaram, nas duas cidades, informações diárias sobre mortalidade, internações hospitalares, níveis atmosféricos dos principais poluentes do ar e variáveis meteorológicas. As análises foram baseadas em técnicas de análise de séries temporais em modelos lineares. Foram encontradas associações estatisticamente significantes entre aumentos nos níveis de poluentes atmosféricos e aumentos na mortalidade e nas hospitalizações, por causas respiratórias e cardiovasculares, em crianças e idosos, nos dois municípios. Para a população infantil, a alteração em internações por causas respiratórias foi de 1,8% para um aumento de 10µg/m<sup>3</sup> para os níveis de MP<sub>10</sub> no Rio de Janeiro e de 6,7% para MP<sub>10</sub> e SO<sub>2</sub> em São Paulo, sendo que a adição de 1ppm<sup>6</sup> de CO representou 1,7% de variação em São Paulo. Entre os idosos, o aumento das internações por causas respiratórias relativamente ao incremento de 10µg/m<sup>3</sup> para os níveis de MP<sub>10</sub> foi de 1,9%. Para 1ppm de CO foi de 3,2% e para 10µg/m<sup>3</sup> para os níveis de SO<sub>2</sub> foi de 10,8% em São Paulo. No Rio de Janeiro esses valores foram de 3,5% para 10µg/m<sup>3</sup> de MP<sub>10</sub> e 3,3% para cada 10µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>. Em relação à mortalidade de idosos por causas relacionadas ao aparelho circulatório, o incremento de 10µg/m<sup>3</sup> nos níveis de poluentes e 1ppm nos níveis de CO resultaram em variação de 0,3% para o MP<sub>10</sub>, 1,7% para o CO e 4,9% para o SO<sub>2</sub> em São Paulo; e de 0,4% para partículas totais em suspensão (PTS) no Rio de Janeiro. O aumento na mortalidade por causas respiratórias foi de 0,9% para o MP<sub>10</sub>, 13,7% para o CO e 5,3% para o SO<sub>2</sub> em São Paulo e de 0,9% para PTS no Rio de Janeiro.

Gouveia, Bremner e Novaes (2004) realizaram um estudo transversal com dados sobre nascidos vivos durante o ano de 1997, em

---

<sup>6</sup> ppm = partes por milhão.

São Paulo. Os dados sobre poluentes foram obtidos por meio dos registros de monitoramento da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), com média diária de MP, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono e ozônio. Entre os 179.460 nascidos vivos incluídos no estudo foi possível observar evidências dos efeitos negativos da exposição materna à poluição atmosférica. Todos os poluentes apresentaram relação inversa com o peso ao nascer quando a exposição ocorreu no primeiro trimestre de gestação. Entretanto, apenas MP e CO apresentaram associações estatisticamente significativas, sendo que um aumento na exposição média ao CO de 1ppm, durante o primeiro trimestre de gravidez, foi associado com uma redução de cerca de 23g no peso ao nascer e para uma alteração de  $10\mu\text{m}/\text{m}^3$  em  $\text{MP}_{10}$  foi observada uma redução de 13,7g.

Martins et al. (2004) realizaram um estudo de séries temporais, buscando avaliar se os efeitos de MP sobre a mortalidade respiratória de idosos é afetada pelo nível socioeconômico. Foram utilizados dados de mortalidade atribuíveis a causas respiratórias de pessoas com 60 ou mais anos de idade de seis regiões de São Paulo. Os indicadores socioeconômicos utilizados foram: ensino superior, renda mensal e habitação. Foram identificados 153.179 idosos nessas áreas. Os resultados do estudo mostraram que para um aumento de  $10\mu\text{m}/\text{m}^3$  em  $\text{MP}_{10}$  o percentual de mortalidade variou de 1,4% para 14,2%, sendo que o aumento total da mortalidade nas seis regiões foi de 5,4%. O efeito do  $\text{MP}_{10}$  foi positivamente associado com o percentual de pessoas vivendo em favelas, sugerindo que a privação socioeconômica tem efeito modificador na associação entre poluição atmosférica e mortes por problemas respiratórios.

Bakonyi et al. (2004) investigaram os efeitos causados pela poluição atmosférica na morbidade por doenças respiratórias em crianças, no período entre 1999 e 2000, na cidade de Curitiba, Paraná. Os autores utilizaram dados do Sistema Único de Saúde (SUS) para os atendimentos diários de crianças por doenças respiratórias e do Instituto Ambiental do Paraná e do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento para identificação dos níveis diários de MP, fumaça, dióxido de nitrogênio e ozônio. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia. Os resultados da pesquisa mostraram que todos os poluentes apresentaram efeitos sobre as doenças respiratórias em crianças, sendo que um aumento de  $40,4\mu\text{g}/\text{m}^3$  na média móvel de três dias de fumaça esteve associado a um aumento de 4,5% nos atendimentos médicos a

crianças por causas respiratórias. A conclusão dos autores foi que mesmo que os níveis dos poluentes se situem abaixo daqueles determinados pela legislação seu efeito na saúde das crianças é adverso.

Medeiros e Gouveia (2005) verificaram o efeito da poluição do ar sobre o baixo peso ao nascer, mediante análise dos partos de residentes no município de São Paulo, no período de 1998 a 2000. Foram incluídos no estudo 311.735 nascimentos ocorridos nas áreas centrais da cidade. Os poluentes analisados foram ozônio, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio,  $MP_{10}$  e monóxido de carbono. Entre o total de nascimentos analisados, os autores observaram que 4,6% apresentaram menos de 2.500g ao nascer e que a exposição materna ao CO,  $MP_{10}$  e  $NO_2$ , durante o primeiro trimestre de gestação, mostrou associação estatisticamente significativa com a redução do peso do recém-nascido.

Em outro estudo, Junger, Leon e Mendonça (2005) investigaram a associação entre poluição do ar e mortalidade por câncer de pulmão em idosos no município do Rio de Janeiro, entre setembro de 2000 e dezembro de 2001. Os dados sobre mortalidade por câncer foram obtidos por meio do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), com indicação de causa básica como neoplasia maligna dos brônquios e dos pulmões. A estimativa média da exposição diária da população à poluição atmosférica foi obtida mediante médias aritméticas das medidas provenientes das redes de monitoramento da qualidade do ar da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAC) e da Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA). Os poluentes analisados foram:  $MP_{10}$ , dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) e monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) e ozônio ( $O_3$ ). Os resultados do estudo mostraram efeitos estatisticamente significativos para o CO, com riscos relativos<sup>7</sup> de 1,130 - aumento de 13% no risco de adoecimento - e de 1,232 - aumento de 23,2% no risco de adoecimento - para exposição ao CO com defasagem de três dias e acumulada de sete dias, respectivamente.

Nascimento et al. (2006) realizaram um estudo de séries temporais, na cidade de São José dos Campos, São Paulo, nos anos de 2000 e 2001, visando estimar a associação das internações por pneumonias com o aumento dos poluentes atmosféricos. Foram utilizados dados diários sobre o número de internações por pneumonia,

---

<sup>7</sup> O risco relativo é a razão entre o coeficiente de incidência entre expostos e não expostos. Se o risco for igual a um, não há diferença entre os grupos; se for maior do que um, a exposição é fator de risco; se for menor do que um, a exposição é fator de proteção (COUTINHO; CUNHA, 2005).

dados diários de poluentes ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$  e  $\text{MP}_{10}$ ) e de temperatura e umidade do clima. O resultado do estudo mostrou que os três poluentes -  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$  e  $\text{MP}_{10}$  - apresentaram efeitos defasados nas internações por pneumonia, com início em três a quatro dias após a exposição, com rápida redução. Na estimativa de efeito acumulado de oito dias foi observado que, no decorrer desse período, para aumentos de  $24,7\mu\text{g}/\text{m}^3$  na concentração média de  $\text{MP}_{10}$  houve um acréscimo de 9,8% nas internações.

Estima-se que 5% das mortes por causas respiratórias em idosos e crianças, nas cidades de Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Rio de Janeiro, São Paulo e Vitória, possam ser atribuídas à poluição atmosférica. Mais de 600 mortes/ano por causas respiratórias em idosos e mais de 47 em crianças podem ser atribuídas aos níveis médios de poluição do ar, sendo estas correspondentes a 4,9% e 5,5% de todas as mortes por causas respiratórias nesses dois grupos etários. Mais de 4.500 internações hospitalares/ano por causas respiratórias, nessas cidades, também são atribuíveis à poluição do ar (MARCÍLIO; GOUVEIA, 2007).

Braga et al. (2007) verificaram que em Itabira, Minas Gerais, o aumento de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{MP}_{10}$  ocasionou um incremento de 4,5% nas internações por causas cardiovasculares, em indivíduos com idade entre 45 e 64 anos. Em relação às doenças respiratórias, o incremento pode chegar a 12% entre os adolescentes em até três dias subsequentes à exposição.

Bueno (2008) destaca que, no período de 2000 a 2006, as doenças respiratórias representaram cerca de 31% das causas de hospitalizações na rede pública de Divinópolis, de crianças na faixa etária de zero a 14 anos. O autor ressalta que os dados disponíveis não representam a totalidade dos casos, uma vez que parte da população com problemas respiratórios, que busca os serviços de saúde, recebe atendimento ambulatorial e não é encaminhada para internações por esse motivo. Outra parte recebe cuidados no próprio domicílio. Essas considerações permitem inferir que o real prejuízo à saúde da população não pode ser mensurado a partir de dados do SUS.

Castro et al. (2009) analisaram a associação entre a exposição diária à poluição atmosférica e a função respiratória de 118 escolares, com idades entre 6 e 15 anos, da rede de escolas públicas do Rio de Janeiro, sendo esses estudantes também moradores da região, em distância de até 2km do local em estudo. Foram realizados exames

diários de pico de fluxo<sup>8</sup> para medir a função respiratória dos escolares. Os dados diários dos níveis de MP<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e CO, como ainda a temperatura e umidade foram obtidos por meio de um monitor móvel. Os resultados do estudo mostraram que para o aumento de 10µg/m<sup>3</sup> de MP<sub>10</sub> houve uma diminuição de 0,34l/min<sup>9</sup> na média do pico de fluxo no terceiro dia. Para o aumento de 10µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> houve uma diminuição entre 0,23l/min a 0,28l/min na média do pico de fluxo após a exposição. Os efeitos do CO e do SO<sub>2</sub> no pico de fluxo dos escolares não foram estatisticamente significativos. O O<sub>3</sub> apresentou um resultado protetor: o aumento de 10µg/m<sup>3</sup> de O<sub>3</sub> estaria associado, um dia depois da exposição, a aumento de 0,2l/min na média da função respiratória. Os autores concluíram que mesmo em níveis aceitáveis, na maior parte do período analisado, a poluição atmosférica, especialmente o MP<sub>10</sub> e o NO<sub>2</sub>, esteve associada à diminuição da função respiratória de crianças residentes no Rio de Janeiro.

Oliveira, Ignotti e Hacon (2011) realizaram uma revisão sistemática de literatura publicada no Brasil entre os anos de 2000 e 2009, abordando as características dos poluentes atmosféricos por diferentes fontes de emissão, especialmente o MP, e seus efeitos na saúde respiratória. Entre os resultados da pesquisa, os autores destacaram que a maior parte dos estudos aborda as regiões urbanas do Rio de Janeiro e de São Paulo e, em menor número, a Amazônia e outras localidades. Ainda, nos estudos selecionados, as crianças representaram o grupo mais vulnerável aos efeitos da poluição atmosférica no sistema respiratório, seguidas pelos idosos.

### **2.1.3 Estudos internacionais sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde**

Zanobetti, Schwartz e Dockery (2000) examinaram a associação entre MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub> e admissões hospitalares, de indivíduos com 65 anos ou mais de idade, por problemas cardíacos e pulmonares, em dez cidades dos Estados Unidos da América (EUA). O resultado da pesquisa mostrou que os efeitos do MP na saúde se estendem por vários dias subsequentes à exposição, associando-se ao aumento das internações

---

<sup>8</sup> Pico de fluxo - "Este exame tem como finalidade medir o fluxo máximo expiratório que representa a maior medida do pico de fluxo encontrado após a expiração forçada e pode ser medido em litros por minuto" (CASTRO et al., 2009, p. 28).

<sup>9</sup> l/min = litro/minuto.

hospitalares por doenças cardiovasculares, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e pneumonia.

Villeneuve et al. (2003) avaliaram a relação entre a exposição a MP e poluentes gasosos em uma coorte de cerca de 550.000 indivíduos com 65 anos ou mais de idade, no período de 1986 a 1999. Os dados analisados foram provenientes de bancos de dados públicos de Vancouver, Canadá, agrupando informações sobre a população local, estatísticas vitais e dados meteorológicos. Os resultados da pesquisa mostraram associação entre mortalidade e PTS, SO<sub>2</sub> e NO. As medidas de PTS foram consideradas preditoras de morte cardiovascular e câncer, enquanto o NO foi preditor significativo de todas as causas de mortalidade. Em relação às condições socioeconômicas, os autores explicam que não houve variação expressiva e isso pode estar associado à idade de 65 anos ou mais da população estudada. Esse efeito pode ter sido diluído pelas variações históricas ocorridas no mercado imobiliário de Vancouver. Até cerca de 25 anos atrás os preços de imóveis em regiões da Grande Vancouver eram mais baixos e isso, possivelmente, ocasionou benefícios aos proprietários quando da venda desses imóveis em anos recentes. Dessa forma, a distribuição da população nas regiões delimitadas para o estudo pode ter sofrido influência em relação às características socioeconômicas. No estudo, as partículas finas (MP<sub>2,5</sub>) não apresentaram resultados que permitissem tomá-las como preditoras de mortalidade. Porém, houve associação positiva entre a exposição a partículas grossas (MP<sub>10</sub>) e a mortalidade cardiovascular, com uma estimativa de aumento de 5,9% na mortalidade por causas vasculares.

A relação entre os efeitos da exposição à poluição atmosférica em curto prazo e mortalidade já foi demonstrada em diferentes estudos, que revelaram associação positiva entre tais variáveis. Esse resultado foi confirmado por Jerrett et al. (2004), em estudo realizado na cidade de Hamilton, no Canadá, que abriga um dos maiores complexos de produção de aço da América do Norte, que produz emissões de poluentes espacialmente concentrados nas proximidades desse complexo localizado no extremo leste da cidade. Os poluentes avaliados foram dióxido de enxofre e MP. Para ambos os poluentes, os testes estatísticos revelaram associação positiva com a mortalidade naquela região. A essa localidade correspondeu também uma população com reduzida escolaridade e baixa condição socioeconômica, o que levou os autores a considerar que as condições socioeconômicas modificam os efeitos da poluição atmosférica na saúde. Apesar de não terem alcançado resultados conclusivos, Jerrett et al. (2004) observaram que os resultados, possivelmente, podem ser explicados pelo fato de que os

trabalhadores no complexo industrial se submetem a dupla exposição aos poluentes, no local de trabalho e no ambiente externo, e os baixos salários e situação de desemprego local podem ocasionar privação material, aumentando a susceptibilidade a riscos de saúde decorrentes da poluição atmosférica. Além disso, indivíduos com escolaridade mais baixa têm menor mobilidade, tendendo a permanecer em regiões de maior poluição, por falta de condições para obter maior renda e se deslocar para locais menos poluídos.

Bell et al. (2005) advertem que o uso do *status* socioeconômico como variável nos estudos sobre poluição atmosférica e saúde encerra alguns desafios, que devem ser considerados com cautela. Entre esses desafios reside o fato de que o termo é amplo e pode incluir aspectos relativos à escolarização, renda, raça/etnia, ocupação, características da habitação e da vizinhança, entre outros. Entretanto, não há consenso quanto a esses aspectos e isso tem levado pesquisadores a adotar diferentes enfoques, dificultando análises e comparações. Outros aspectos que os autores sugerem que sejam considerados, uma vez que podem influenciar os resultados dos estudos, são: exposição ocupacional a poluentes; doenças pré-existentes; e hábitos e comportamentos dos indivíduos (por exemplo, tabagismo). Ainda, o *status* socioeconômico percebido pelos pesquisados, que pode ser distinto daquele definido pelo pesquisador no contexto do estudo, pode gerar respostas distintas das esperadas. O uso de dados de mortalidade por causas específicas oferece boa qualidade estatística e favorece a compreensão sobre os mecanismos biológicos envolvidos. Contudo, algumas populações são mais propensas a utilizar serviços de urgência e emergência e isso pode gerar viés nos resultados de morbidade. Outro aspecto com impacto expressivo é a falta de acesso aos dados dos serviços privados de saúde, além da inexatidão e/ou baixa qualidade dos dados públicos. Os autores recomendam que os pesquisadores descrevam detalhadamente a metodologia proposta para cada estudo, delimitando com clareza e precisão os termos e critérios utilizados, além de avaliar a possibilidade de obtenção e a qualidade dos dados disponíveis em diferentes fontes. Esses cuidados podem contribuir para reduzir vieses e conferir maior segurança aos resultados alcançados.

Wheeler e Ben-Shlomo (2005) também associaram a baixa classe social e a residência em zonas urbanas com má qualidade do ar, na Inglaterra. Para esses autores, os homens sofrem mais do que as mulheres com a exposição ao ar poluído, apresentando o dobro de efeitos deletérios na função pulmonar que outros indivíduos de classe social mais elevada.

Os problemas respiratórios assumem especial importância entre os idosos devido ao declínio da função pulmonar nesse grupo de indivíduos, em decorrência do aumento da idade. Entre essas condições respiratórias, a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) representa uma das principais causas de morbidade e mortalidade, tanto nos países industrializados como naqueles em desenvolvimento. A DPOC é uma doença caracterizada pela limitação do fluxo aéreo, não sendo totalmente reversível. Na maior parte dos casos, a limitação do fluxo aéreo é progressiva e está associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões a partículas ou gases nocivos. Essa progressão na limitação do fluxo aéreo é resultante de enfisema, provocado pela destruição do parênquima pulmonar e estreitamento das pequenas vias aéreas, que decorre da inflamação crônica. Estima-se que, até 2020, a DPOC será a quinta causa de deficiência e a terceira de mortalidade, em nível mundial (VIEGI et al., 2006).

As taxas de mortalidade por DPOC são bastante variadas entre os países e isso pode ser atribuído, entre outros motivos, à diferença de critérios diagnósticos e/ou à presença de sintomas que podem ser atribuídos a outras afecções respiratórias, como asma e bronquite crônica. Assim, o diagnóstico de DPOC pode se tornar secundário, influenciando resultados de prevalência e incidência. Apesar disso, a poluição atmosférica tem sido diretamente relacionada à DPOC, constituindo um dos principais fatores de risco para a redução da capacidade pulmonar e exacerbação da doença, aumentando a morbidade e mortalidade por essas causas. Na Europa estima-se a morte de 200.000 a 300.000 pessoas por ano por DPOC. A exposição prolongada à poluição atmosférica tem sido associada, também, ao aumento de mortes por diferentes causas, inclusive as cardiopulmonares e neoplasias (VIEGI et al., 2006).

Em outro estudo, Naess et al. (2007) investigaram o papel da privação social no efeito da poluição atmosférica sobre a população. Os autores analisaram a população residente em 470 bairros de Oslo, Noruega, com idades entre 50 e 74 anos. Os indicadores de privação social utilizados foram: educação, renda familiar, classe profissional, propriedade da habitação, tipo de habitação e número de moradores em relação à quantidade de cômodos da habitação. Os resultados mostraram que a exposição a  $MP_{2,5}$  foi mais associada à privação social, representada pela moradia em apartamento e não ser proprietário da habitação. Foram registrados 10.055 óbitos entre a população estudada, sendo mostrado aumento do risco de mortalidade por causas plausivelmente relacionadas à poluição do ar, com efeito

particularmente expressivo para DPOC, quando observado o nível de privação social vigente no bairro.

Clougherty e Kubzansky (2009) revisaram as evidências epidemiológicas e toxicológicas disponíveis sobre os efeitos sinérgicos entre *stress* psicossocial e poluição, visando identificar os resultados dessa interação na saúde humana. Ambas as exposições podem ser elevadas em comunidades de baixa renda na região urbana. Diferentes estudos mostraram que as fontes de poluição local, envolvendo estradas, centrais elétricas e chaminés, entre outras, podem indicar aos moradores dessas localidades o valor atribuído à sua saúde e bem-estar pela sociedade em geral. Há evidências de que esses indivíduos detectam baixa qualidade do ar do local em que vivem, percebendo suas consequências para a saúde, embora a qualidade percebida do ar também possa sofrer impacto do estado de doença. Estressores sociais, como, por exemplo, pobreza e violência, comuns nesses ambientes, associados a exposições ambientais, tais como poluição gerada pelo tráfego e indústrias, são, muitas vezes, correlacionados e ocorrem simultaneamente em comunidades de baixa renda, levando a efeitos na saúde, através dos sistemas imune e biológico. Essas condições são também consistentes com outros estudos que associaram efeitos modificados da exposição à poluição atmosférica ao menor *status* socioeconômico e baixa escolaridade, o que indica que essa resposta alterada do organismo pode estar também relacionada ao *stress*. O *stress* prolongado pode ocasionar desgaste nos sistemas corporais, enfraquecer a função imune e aumentar a susceptibilidade à poluição. Os autores salientaram que há evidências crescentes que sugerem interações complexas entre poluentes, como também, de que o *stress* pode potencializar os efeitos da poluição na saúde, afetando, especialmente, o sistema respiratório com a ocorrência e/ou exacerbação de quadros de asma e DPOC. Entretanto, são necessários mais estudos para esclarecer a dinâmica dos efeitos combinados de exposições sociais e ambientais na saúde humana.

Parte significativa dos estudos sobre poluição atmosférica tem destacado a população idosa e indivíduos com doenças crônicas pré-existentes como grupos especialmente sensíveis aos seus efeitos em relação à população em geral. Em menor quantidade estão os estudos que abordam os efeitos da poluição do ar em crianças, que constituem também um subgrupo populacional bastante vulnerável à nocividade da poluição atmosférica, em decorrência da imaturidade do seu sistema biológico. Nesse sentido, Deguen e Zmirou-Navier (2010) advertem que a exposição ambiental na infância pode se tornar fator de importância

para o aumento das desigualdades em saúde em idade mais avançada. Os autores ponderam que as condições socioeconômicas, marcadas pela pobreza e privação, submetem as crianças a impactos desproporcionais em relação à exposição aos poluentes atmosféricos. As crianças, com frequência, são expostas à poluição atmosférica em suas casas, na escola e nos meios de transporte. Além disso, crianças com menor *status* socioeconômico são mais propensas a viver em casas com maior poluição interior. Ainda, por mostrarem maior atividade física, as crianças tendem a aumentar as doses de poluentes que recebem, porque têm maior taxa de inalação em relação ao peso corporal. Essas condições tornam as crianças um grupo particularmente vulnerável às condições ambientais.

Os estudos que relacionam a exposição a  $MP_{2,5}$  ao aumento da morbidade e mortalidade levaram Pope III, Ezzeti e Dockery (2009) a estudar os efeitos da redução nesse tipo de exposição à expectativa de vida da população de 211 unidades municipais norte-americanas. O estudo utilizou dados dos anos 1970 e início dos 1980 e dos anos 1990 e início de 2000, além de variáveis socioeconômicas, demográficas e tabagismo. Os resultados obtidos mostraram que estes não foram influenciados pelas variáveis enumeradas, mas que a redução de  $10\mu\text{m}^3$  à exposição de  $MP_{2,5}$  representou um aumento estimado de 15% na expectativa de vida da população estudada.

O ozônio é um poluente frequentemente associado aos impactos na saúde humana, ocasionando problemas respiratórios. Entretanto, os resultados de diferentes estudos divergem substancialmente devido às populações avaliadas e a outras importantes características metodológicas.

Ji, Cohan e Bell (2011) analisaram os dados de 96 estudos sobre a exposição de curto prazo ao ozônio e hospitalizações por causas respiratórias. Identificou-se que, a despeito das diferenças metodológicas, foi observada associação positiva entre  $O_3$  e hospitalizações e atendimentos de emergência por doenças respiratórias em geral, incluindo pneumonia, DPOC e asma. Ainda, os maiores efeitos foram constatados em períodos do ano mais quentes, quando os indivíduos tendem a permanecer mais tempo ao ar livre e, por consequência, ficam mais expostos à poluição atmosférica. Os autores observaram ainda, que parece que o impacto do  $O_3$  sobre a morbidade respiratória pode ser não-linear, dependendo dos níveis de poluente em que ocorre exposição para seu agravamento.

## 2.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA À QUALIDADE DO AR

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) tem atuado firmemente na elaboração de normas de proteção ambiental, destacando-se, no contexto deste estudo, as seguintes (BRASIL, 2012b):

- a) Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989, que dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR);
- b) Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no Pronar;
- c) Resolução Conama nº 8, de 6 de dezembro de 1990, que dispõe sobre o estabelecimento de limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes fixas de poluição;
- d) Resolução Conama nº 382, de 26 de dezembro de 2006, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas;
- e) Resolução Conama nº 436, de 22 de dezembro de 2011, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 2 de janeiro de 2007.

De acordo com o art. 2º da Resolução Conama nº 3/90,

I - Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

II - Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral (BRASIL, 2012b, p. 342).

De acordo com a Resolução Conama nº 3/90, os padrões nacionais de qualidade do ar são os descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Padrões nacionais de qualidade do ar

Poluentes	Tempo de amostragem	Padrão primário	Padrão secundário	Método de medição
PTS	24 horas <sup>(1)</sup>	240µg/m <sup>3</sup>	150µg/m <sup>3</sup>	Amostrador de grandes volumes
	MAA <sup>(2)</sup>	80µg/m <sup>3</sup>	60µg/m <sup>3</sup>	
Fumaça	24 horas <sup>(1)</sup>	150µg/m <sup>3</sup>	100µg/m <sup>3</sup>	Refletância
	MAA <sup>(3)</sup>	60µg/m <sup>3</sup>	40µg/m <sup>3</sup>	
Partículas inaláveis	24 horas <sup>(1)</sup>	150µg/m <sup>3</sup>	150µg/m <sup>3</sup>	Separação inercial/filtração
	MAA <sup>(3)</sup>	50µg/m <sup>3</sup>	50µg/m <sup>3</sup>	
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>(1)</sup>	365µg/m <sup>3</sup>	100µg/m <sup>3</sup>	Pararonsilina
	MAA <sup>(3)</sup>	80µg/m <sup>3</sup>	40µg/m <sup>3</sup>	
Monóxido de carbono	1 horas <sup>(1)</sup>	40.000µg/m <sup>3</sup>	40.000µg/m <sup>3</sup>	Infra-vermelho não dispersivo
	8 horas <sup>(1)</sup>	10.000µg/m <sup>3</sup>	10.000µg/m <sup>3</sup>	
Ozônio	1 horas <sup>(1)</sup>	160µg/m <sup>3</sup>	160µg/m <sup>3</sup>	Quimioluminescência
Dióxido de nitrogênio	1 hora MAA <sup>(3)</sup>	320µg/m <sup>3</sup>	190µg/m <sup>3</sup>	Quimioluminescência
		100µg/m <sup>3</sup>	100µg/m <sup>3</sup>	

Fonte: BRASIL, 2012b, p. 480-483.

<sup>(1)</sup> Não deve ser excedido mais do que uma vez ao ano; <sup>(2)</sup> média geométrica anual;

<sup>(3)</sup> Média aritmética anual.

A Resolução Conama nº 3/90 prevê também a ocorrência de situações em que haja altas concentrações de poluentes na atmosfera, em períodos de tempo curtos, de tal forma que as condições meteorológicas se tornem inadequadas para sua dispersão, constituindo risco para a população. Essas situações são denominadas de ‘Episódio Crítico de Poluição do Ar’ e podem ser classificadas em três níveis, quais sejam: Atenção, Alerta e Emergência. Uma síntese da caracterização desses níveis é apresentada no Quadro 4.

A Resolução Conama nº 382/2006, de acordo com o art. 6º, é aplicável

[...] às fontes fixas de poluentes atmosféricos cuja Licença de Instalação venha a ser solicitada aos órgãos licenciadores após a publicação desta Resolução.

[...]

Art. 7º As fontes fixas existentes, por já estarem em funcionamento ou com a licença de instalação requerida antes da publicação desta Resolução, deverão ter seus limites de emissão fixados pelo órgão ambiental licenciador, a qualquer momento ou no processo de renovação de licença, mediante decisão fundamentada.

[...]

Art. 8º A partir da publicação desta Resolução e até o estabelecimento de limites específicos, permanecem aplicáveis os critérios e limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 8, de 6 de dezembro de 1990, para os processos de geração de calor não abrangidos por esta Resolução(BRASIL, 2012b, p. 489).

Quadro 4 – Níveis de Atenção, Alerta e Emergência para Episódio Crítico de Poluição do Ar

Níveis	Descrição
Atenção	<p>O Nível de Atenção será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24h subsequentes, for atingida uma ou mais das seguintes condições:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) concentração de dióxido de enxofre, média de 24h, de 800µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>b) concentração de PTS, média de 24h, de 375µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>c) produto, igual a 65x10<sup>3</sup>, entre a concentração de dióxido de enxofre e a concentração de PTS – em µg/m<sup>3</sup>, média de 24h;</li> <li>d) concentração de monóxido de carbono, média de 8h, de 17.000µg/m<sup>3</sup> (15 ppm);</li> <li>e) concentração de ozônio, média de 1h, de 400µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>f) concentração de partículas inaláveis, média de 24h, de 250µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>g) concentração de fumaça, média de 24h, de 250µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>h) concentração de dióxido de nitrogênio, média de 1h, de 1.130µg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>
Alerta	<p>O Nível de Alerta será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes nas 24 horas subsequentes, for atingida uma ou mais das seguintes condições:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) concentração de dióxido de enxofre, média de 24h, 1.600µg/m<sup>3</sup>cúbico;</li> <li>b) concentração de PTS, média de 24h, de 625µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>c) produto, igual a 261x10<sup>3</sup>, entre a concentração de dióxido de enxofre e a concentração de PTS – em µg/m<sup>3</sup>, média de 24h;</li> <li>d) concentração de monóxido de carbono, média de 8h, de 34.000µg/m<sup>3</sup> (30 ppm);</li> <li>e) concentração de ozônio, média de 1h, de 800µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>f) concentração de partículas inaláveis, média de 24h, de 420µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>g) concentração de fumaça, média de 24h, de 420µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>h) concentração de dióxido de nitrogênio, média de 1h de 2.260µg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>
Continua	

Continuação	
Níveis	Descrição
Emergência	<p>O Nível de Emergência será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24 horas subsequentes, for atingida uma ou mais das seguintes condições:</p> <p>a) concentração de dióxido de enxofre, média de 24h, de <math>2.100\mu\text{g}/\text{m}^3</math>;</p> <p>b) concentração PTS, média de 24h, de <math>875\mu\text{g}/\text{m}^3</math>;</p> <p>c) produto igual a <math>393 \times 10^3</math>, entre a concentração de dióxido de enxofre e a concentração PTS – em <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>, média de 24h;</p> <p>d) concentração de monóxido de carbono, média de 8h, de <math>46.000\mu\text{g}/\text{m}^3</math> (40 ppm);</p> <p>e) concentração de ozônio, média de 1h, de <math>1.000\mu\text{g}/\text{m}^3</math>;</p> <p>f) concentração de partículas inaláveis, média de 24h, de <math>500\mu\text{g}/\text{m}^3</math>;</p> <p>g) concentração de fumaça, média de 24h, de <math>500\mu\text{g}/\text{m}^3</math>;</p> <p>h) concentração de dióxido de nitrogênio, média de 1h de <math>3.000\mu\text{g}/\text{m}^3</math>.</p>

Fonte: BRASIL, 2012b, p. 344-345.

Em 1987, por meio da Lei nº 9.525, ocorreu a instituição da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) (MINAS GERAIS, 1987).

É de competência da Feam, conforme a Lei nº 12.583/97:

Art. 4º [...]:

I - pesquisar, monitorar e diagnosticar a poluição ou a degradação ambiental; [...]

IV - apoiar os municípios na implantação e no desenvolvimento de sistemas de gestão destinados a prevenir e corrigir a poluição ou a degradação ambiental;

V - fiscalizar o cumprimento da legislação de controle da poluição ou da degradação ambiental, podendo aplicar penalidades;

VI - atuar em nome do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM -, nos termos de regulamento, no licenciamento de fonte ou atividade poluidora ou degradadora do meio ambiente (MINAS GERAIS, 1997).

No exercício das suas atribuições, a Feam é responsável por monitorar as emissões atmosféricas, contando em Belo Horizonte e região metropolitana (RMBH) com uma rede constituída por seis estações automáticas, onde estão instalados monitor de MP<sub>10</sub>, analisadores de gases (O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), sensores meteorológicos e

sistema de aquisição e transmissão dos dados. O monitoramento é realizado no eixo Belo Horizonte/Contagem/Betim, com estações nas seguintes localidades: Praça Rui Barbosa (BH), Avenida Amazonas (BH), Aeroporto Carlos Prates (BH), Jardim das Alterosas (Betim), Cascata (Betim), Petrovale (Betim), Centro Administrativo (Betim), Rodovia Renato Azeredo (Ibirité) e Tancredo Neves (Contagem) (MINAS GERAIS, [200-]).

Os níveis de qualidade do ar adotados no monitoramento realizado pela Feam (MINAS GERAIS, [2011?]) são apresentados no Quadro 5.

Cada um dos níveis apresenta diferentes tipos de efeitos à saúde da população. A qualidade do ar considerada boa, com níveis reduzidos de poluentes, tem efeitos desprezíveis à saúde da população. Contudo, no nível regular começam a surgir sintomas em pessoas que já têm problemas respiratórios, tais como cansaço, tosse e dor no peito. Com a qualidade inadequada, que corresponde ao estado de atenção, os sintomas agravam, chegando a atingir a população em geral, que pode ter manifestações de cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta, além de tosse seca e cansaço. Quando a qualidade do ar se torna má, caracterizando o estado de alerta, há agravamento dos sintomas respiratórios, das doenças pulmonares e cardiovasculares, com risco de mortes prematuras e agravos à gestação. No nível péssimo, em que é estabelecido o estado de emergência, ocorre aumento expressivo dos sintomas cardiovasculares e respiratórios e também do risco de mortes prematuras por essas causas (MINAS GERAIS, [2011?]).

Quadro 5 – Níveis de qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Boa	0-50	0-50	0-80	0-4,5	0-100	0-80
Regular	51-100	50-150	80-160	4,5-9	100-320	80-365
Inadequada	101-150	150-200	160-180	9-12	320-720	365-576
	151-199	200-250	180-200	12-15	720-1130	576-800
Má	200-250	250-350	200-400	15-22	1130-1690	800-1200
	251-299	350-420	400-800	22-30	1690-2260	1200-1600
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600

Fonte: MINAS GERAIS, [2011?].

Paralelamente ao monitoramento da qualidade do ar, a Feam atua, em conjunto com outros órgãos, na identificação e fiscalização de atividades com potencial poluidor, buscando o cumprimento da legislação vigente e, quando necessário, aplicando as penalidades previstas em lei (MINAS GERAIS, [2011?]).

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de um estudo descritivo<sup>10</sup> baseado em revisão de literatura. A classificação como descritivo se mostrou a mais adequada, devido ao objetivo proposto de contribuir para o entendimento da relação entre os dados de qualidade do ar registrados pela Feam e seus efeitos sobre a saúde da população na RMBH.

Para o embasamento teórico do estudo foi realizada pesquisa bibliográfica nas bases de dados da *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e da *U.S. National Library of Medicine's* (MEDLINE).

Os dados de monitoramento da qualidade do ar, concentrações de poluentes e medições válidas foram obtidos nos relatórios anuais da Feam. Ressalta-se que encontravam-se disponíveis na página eletrônica do órgão os relatórios referentes aos anos de 2008, 2009 e 2010.

As estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam na RMBH estão localizadas em Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ibirité (Quadro 6; Figura 3).

Quadro 6 – Estações de monitoramento da qualidade do ar na RMBH

Município	Local	Características
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	Região caracterizada por fluxo intenso de automóveis e ônibus urbanos e abriga linha de trem ferroviário e metrô sendo, por isso, influenciada predominantemente pela poluição de origem veicular.
	Aeroporto Carlos Prates	Situada no aeroporto.
	Avenida Amazonas	Situada na Delegacia de Entorpecentes.
Contagem	DNER*	Região circundada por diversas unidades industriais, além de concentrar fluxo intenso de veículos leves e pesados. É, portanto, uma região sob influência da poluição de origem industrial e veicular.
	Praça Tancredo Neves	Em terreno da Prefeitura, com menor influência da poluição de origem veicular.
		Continua

<sup>10</sup> O estudo descritivo tem "[...] como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis" (GIL, 2002, p. 42).



Os poluentes monitorados por essas estações são: MP<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO e NO<sub>2</sub> (Quadro 7).

Quadro 7 – Poluentes monitorados nas estações da Feam na RMBH

Município	Local	Poluentes monitorados				
		MP <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	CO	NO <sub>2</sub>
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	X	X	X	X	X
	Aeroporto Carlos Prates	X				
	Avenida Amazonas	X				
Contagem	DNER*	X	X	X		
	Praça Tancredo Neves	X		X	X	X
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	X		X	X	
	Saffran	X	X	X	X	X
	Bairro Petrovale	X	X	X	X	X
Ibirité	Bairro Cascata	X	X	X	X	X
	Ibiritermo	X	X	X	X	X

Fonte: MINAS GERAIS, 2008, p. 4; 2009, p. 5; 2010, p. 5.

\*A estação DNER foi desativada devido a mudanças nas características do entorno dessa estação e dificuldades no acesso para realizar serviços de instalação e manutenção.

Apesar da legislação brasileira não incluir o monitoramento do MP<sub>2,5</sub>, a estação Praça Tancredo Neves, nos anos de 2009 e 2010, apresentou dados sobre esse poluente, adotando como parâmetro o nível de 35µg/m<sup>3</sup>.

Os índices de qualidade do ar (IQA) são disponibilizados diariamente pela Feam, sob a forma de boletim, no *site* do órgão, porém, não há possibilidade de acesso aos dados de outros dias ou séries temporais. Para obtenção dessas informações foi realizado contato com a Feam e solicitada a cessão dos índices desde 2008 até 2010, em séries mensais.

Segundo a Feam,

O IQA converte a concentração de poluente medida para um número inteiro na escala de 0 a 500. O número 100 corresponde ao padrão de qualidade do ar estabelecido pelo CONAMA. Se o IQA excede o valor 100, significa que um determinado poluente ultrapassou a faixa de concentração aceitável naquele dia; um IQA abaixo de 100 significa que a concentração do poluente está satisfatória. Para cada poluente medido é calculado um IQA. A qualidade do ar de uma região é determinada pelo pior caso dentre os poluentes medidos (MINAS GERAIS, 2011, p. 12).

Em resposta, a Feam informou que esses índices são elaborados apenas para inserção no *site*, não sendo arquivados, o que impossibilitou seu uso neste estudo.

Os dados de morbidade e mortalidade foram selecionados por meio de consulta ao *site* do SUS, selecionando-se as seguintes variáveis: ano, RMBH, sexo, faixa etária, internações, óbitos, causas de morbidade e mortalidade, segundo a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10)<sup>11</sup>, décima revisão.

Para análise dos dados foi utilizado o aplicativo Excel da Microsoft, que permitiu a geração de banco de dados, gráficos e tabelas, mediante cálculos de estatística descritiva.

Os dados resultantes foram comparados com os dados de monitoramento da qualidade do ar da Feam, buscando-se, mediante tal comparação, evidenciar potencial influência das condições atmosféricas na saúde da população, durante o período em estudo.

---

<sup>11</sup> A Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID 10) é publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e visa padronizar a codificação de doenças e outros problemas relacionados à saúde. A CID 10 fornece códigos relativos à classificação de doenças e de uma grande variedade de sinais, sintomas, aspectos anormais, queixas, circunstâncias sociais e causas externas para ferimentos ou doenças. A cada estado de saúde é atribuída uma categoria única à qual corresponde um código CID 10 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta dados sobre as concentrações de poluentes atmosféricos e qualidade do ar obtidas pelas estações de monitoramento da Feam, instaladas na RMBH, no período de 2008 a 2010. A seguir, são apresentados os dados de morbidade por causas respiratórias e cardiovasculares, buscando-se associação com os períodos de maiores concentrações de poluentes na atmosfera registrados pela Feam e, conseqüente, redução na qualidade do ar.

### 4.1 CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NA RMBH

#### 4.1.1 Material particulado (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>)

Em 2008, as estações da Praça Rui Barbosa, Aeroporto Carlos Prates, Jardim das Alterosas, Petrovale, Saffran, Cascata e Ibiritermo apresentaram concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50µg/m<sup>3</sup>, em diferentes épocas do ano (MINAS GERAIS, 2009).

A Tabela 1 apresenta as concentrações mínimas e máximas de MP<sub>10</sub> registradas pelas estações da Feam, na RMBH, em 2008.

Tabela 1 – Concentrações mínimas e máximas de MP<sub>10</sub> – RMBH, 2008 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos <sup>12</sup>
Belo Horizonte	P. Rui Barbosa	2,1	96,0	Julho	49
	Av. Amazonas	1,5	45,2	Julho	79
	Aeroporto Carlos Prates	-	82,6	Julho	91
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	2,7	194,0	Julho	60
	B. Petrovale	5,6	101,0	Maio	78
	Saffran	9,4	129,1	Maio	329
Ibirité	Bairro Cascata	3,2	81,5	Setembro	39
	Ibiritermo	0,7	62,2	Agosto	21

Fonte: MINAS GERAIS, 2009, p. 20.

<sup>12</sup> A concentração de poluentes é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo analisado apresentam dados válidos. Os dias omissos correspondem àqueles sem monitoramento (MINAS GERAIS, 2009).

Em 2009, todas as estações registraram concentrações máximas superiores a  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{MP}_{10}$  em determinados meses. Contudo, as quantidades de dias omissos das estações Praça Rui Barbosa, Bairro Jardim das Alterosas, Centro Administrativo e Bairro Cascata, indicaram valores não representativos das medições. A estação Praça Tancredo Neves não apresentou medições válidas para o período (MINAS GERAIS, 2010a).

A Tabela 2 apresenta as concentrações mínimas e máximas de  $\text{MP}_{10}$  registradas pelas estações da Feam, durante o ano de 2009.

Tabela 2 – Concentrações mínimas e máximas de  $\text{MP}_{10}$  – RMBH, 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	5,6	81,3	-	190
	Avenida Amazonas	0,7	58,0	Junho	5
	Aeroporto Carlos Prates	1,4	82,7	Julho	36
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	10,8	83,0	-	210
	Bairro Petrovale	5,9	67,6	Julho	47
	Centro Administrativo	5,4	57,3	-	326
	Bairro Cascata	2,0	50,4	-	115
Ibirité	Bairro Piratininga	3,3	64,8	Julho	97

Fonte: MINAS GERAIS, 2010a, p. 20.

A estação Praça Tancredo Neves apresentou também medições de  $\text{MP}_{2,5}$ , cujos registros variaram entre o mínimo de  $1,6\mu\text{g}/\text{m}^3$  e o máximo de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mostrando ultrapassagem do nível recomendado de  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>13</sup>, durante três dias, sendo dois deles em maio e um em agosto de 2009 (MINAS GERAIS, 2010a).

Em 2010, as concentrações máximas de  $\text{MP}_{10}$  ultrapassaram os  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  em oito estações, sendo que apenas a estação Avenida Amazonas assinalou valor inferior. Entretanto, apenas a estação

<sup>13</sup> A Feam tomou como referência a disposição da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), que estabelece padrões máximos diários de  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  para o  $\text{MP}_{2,5}$  (USEPA, 2009).

Aeroporto Carlos Prates apresentou valores considerados representativos e isso se relacionou ao menor número de dias omissos (MINAS GERAIS, 2011).

A Tabela 3 apresenta as concentrações mínimas e máximas de MP<sub>10</sub> registradas pelas estações da Feam, durante o ano de 2010.

Tabela 3 – Concentrações mínimas e máximas de MP<sub>10</sub> – RMBH, 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	9,0	77,8	-	255
	Avenida Amazonas	2,0	31,2	-	281
Contagem	Aeroporto Carlos Prates	3,5	157,8	Junho Outubro	61
	Praça Tancredo Neves	11,9	88,8	-	219
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	15,9	78,2	-	210
	Bairro Petrovale	2,8	106,4	-	138
	Centro Administrativo	12,5	155,7	Junho	268
Ibirité	Bairro Cascata	1,6	104,7	-	173
	Bairro Piratininga	4,5	78,1	-	211

Fonte: MINAS GERAIS, 2011, p. 21.

A estação Praça Tancredo Neves registrou médias de MP<sub>2,5</sub> entre  $5,41\mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $23,59\mu\text{g}/\text{m}^3$ , com ultrapassagens ao padrão recomendado de  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo duas em junho, uma em agosto, quatro em setembro e uma em outubro de 2010. O último registro ocorreu em outubro, sendo que nos dois últimos meses do ano a estação não esteve em funcionamento (MINAS GERAIS, 2011).

#### 4.1.2 Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)

Durante o ano de 2008, as concentrações de SO<sub>2</sub> registradas pelas cinco estações de monitoramento apresentaram valores máximos inferiores àqueles permitidos ( $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nesse período apenas a estação Bairro Jardim das Alterosas apresentou número de dias omissos que

influenciou a representatividade daquela estação em relação às medições (MINAS GERAIS, 2009).

A Tabela 4 apresenta as concentrações mínimas e máximas de SO<sub>2</sub> registradas pelas estações da Feam, durante o ano de 2008.

Tabela 4 – Concentrações mínimas e máximas de SO<sub>2</sub> – RMBH, 2008 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	-	78,1	76
	Bairro Jardim das Alterosas	-	19,1	138
Betim	Bairro Petrovale	-	43,6	7
	Saffran	-	77,6	117
Ibirité	Bairro Cascata	-	36,8	57
	Ibiritermo	-	39,7	163

Fonte: MINAS GERAIS, 2009, p. 25.

Em 2009, as medições de SO<sub>2</sub> se mantiveram dentro dos limites, porém, três estações – Praça Rui Barbosa, Bairro Jardim das Alterosas e Centro Administrativo – apresentaram quantidade significativa de dias omissos, tornando as medições não representativas (MINAS GERAIS, 2010a).

A Tabela 5 apresenta as concentrações mínimas e máximas de SO<sub>2</sub> registradas pelas estações da Feam, durante o ano de 2009.

Tabela 5 – Concentrações mínimas e máximas de SO<sub>2</sub> – RMBH, 2009 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	-	15,9	241
	Bairro Jardim das Alterosas	-	5,7	305
Betim	Bairro Petrovale	-	55,0	25
	Centro Administrativo	-	14,9	179
Ibirité	Bairro Cascata	-	40,5	85
	Bairro Piratininga	-	28,0	38

Fonte: MINAS GERAIS, 2010a, p. 25.

Em 2010, as medições de SO<sub>2</sub> apresentaram variações, ultrapassando em alguns locais e épocas o limite recomendado de 80µg/m<sup>3</sup>, para que a qualidade do ar seja considerada boa (MINAS GERAIS, 2011).

A Tabela 6 apresenta as concentrações mínimas e máximas de SO<sub>2</sub> registradas pelas estações da Feam, durante o ano de 2010.

Tabela 6 – Concentrações mínimas e máximas de SO<sub>2</sub> – RMBH, 2010 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	-	62,7	187
	Bairro Jardim das Alterosas	-	81,5	123
Betim	Bairro Petrovale	-	58,3	50
	Centro Administrativo	-	56,4	57
Ibirité	Bairro Cascata	-	100,5	145
	Bairro Piratininga	-	21,5	83

Fonte: MINAS GERAIS, 2011, p. 26.

#### 4.1.3 Monóxido de carbono (CO)

Em 2008, as concentrações de CO se mantiveram abaixo do limite preconizado de 9ppm, segundo os registros das estações da Feam (MINAS GERAIS, 2009).

A Tabela 7 apresenta as concentrações mínimas e máximas de CO registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2008.

Tabela 7 – Concentrações mínimas e máximas de CO – RMBH, 2008 (ppm)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	-	3,59	176
	Bairro Jardim das Alterosas	-	0,93	344
Betim	Bairro Petrovale	0,09	2,35	129
	Saffran	0,04	5,75	195
Ibirité	Bairro Cascata	-	1,56	129
	Ibiritermo	0,01	1,63	96

Fonte: MINAS GERAIS, 2009, p. 29.

Em 2009, as concentrações de CO também se mantiveram abaixo de 9ppm. A estação Praça Tancredo Neves não apresentou registros válidos para CO por se encontrar em manutenção no período (MINAS GERAIS, 2010a).

A Tabela 8 apresenta as concentrações mínimas e máximas de CO registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2009.

Tabela 8 – Concentrações mínimas e máximas de CO – RMBH, 2009 (ppm)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,01	1,75	241
	Bairro Jardim das Alterosas	0,49	2,60	322
Betim	Bairro Petrovale	0,24	2,79	36
	Centro Administrativo	0,01	4,54	169
Ibirité	Bairro Cascata	0,13	2,84	90
	Bairro Piratininga	0,05	3,28	108

Fonte: MINAS GERAIS, 2010a, p. 29.

Em 2010, as concentrações de CO se mantiveram abaixo de 9ppm, exceto na estação Bairro Petrovale, em que houve registro de ultrapassagem desse limite. A estação Praça Tancredo Neves não apresentou registros válidos para o período por se encontrar em manutenção (MINAS GERAIS, 2011).

A Tabela 9 apresenta as concentrações mínimas e máximas de CO registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2010.

Tabela 9 – Concentrações mínimas e máximas de CO – RMBH, 2010 (ppm)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,02	6,17	-	235
	B. Jardim das Alterosas	0,23	2,86	-	126
Betim	B. Petrovale	0,01	11,84	Julho	75
	Centro Administrativo	-	5,29	-	169
Ibirité	Bairro Cascata	0,08	4,62	-	92
	B. Piratininga	-	2,64	-	263*

Fonte: MINAS GERAIS, 2010a, p. 29.

#### 4.1.4 Ozônio (O<sub>3</sub>)

Em 2008, as concentrações de O<sub>3</sub> registradas mostraram ultrapassagem do valor preconizado de 160µg/m<sup>3</sup> em diferentes locais e épocas do ano (MINAS GERAIS, 2009).

A Tabela 10 apresenta as concentrações mínimas e máximas de O<sub>3</sub> registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2008.

Tabela 10 – Concentrações mínimas e máximas de O<sub>3</sub> – RMBH, 2008 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Belo Horizonte	P. Rui Barbosa	7,8	152,8	-	43
	B. Jardim das Alterosas	8,2	158,7	-	-
Betim	B. Petrovale	12,2	207,3	Setembro Outubro Novembro	26
	Saffran	6,5	186,1	Outubro	36
Ibirité	Bairro Cascata	21,9	300,2	Agosto Outubro	9
	Ibiritermo	14,1	154,8	-	16

Fonte: MINAS GERAIS, 2009, p. 33.

Em 2009, as estações Petrovale, Centro Administrativo, Bairro Cascata e Bairro Piratininga registraram ultrapassagens ao valor preconizado de 160µg/m<sup>3</sup> de O<sub>3</sub>, sendo que as demais apresentaram registros compatíveis com tal valor. Ressalta-se que as estações Praça Rui Barbosa e Bairro Jardim das Alterosas não apresentaram medições válidas para o período (MINAS GERAIS, 2010a) (TABELA 11).

A Tabela 11 apresenta as concentrações mínimas e máximas de O<sub>3</sub> registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2009.

Tabela 11 – Concentrações mínimas e máximas de O<sub>3</sub> – RMBH, 2009 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	3,9	125,0	-	170
Contagem	Praça Tancredo Neves	3,7	135,6	-	46

Continua

Continuação					
Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	26,5	134,8	-	236
	Bairro Petrovale	12,5	284,1	Janeiro Fevereiro Março Abril Maio Junho Julho	23
	Centro Administrativo	21,2	203,2	Outubro Agosto Setembro Outubro	121
Ibirité	Bairro Cascata	7,1	219,8	Outubro Novembro Dezembro	61
	Bairro Piratininga	32,3	230,2	Janeiro Setembro Outubro	30

Fonte: MINAS GERAIS, 2010a, p. 33.

Em 2010, todas as estações registraram ultrapassagem do limite de  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{O}_3$ , inclusive aquelas cujos registros foram considerados não representativos (MINAS GERAIS, 2011).

A Tabela 12 apresenta as concentrações mínimas e máximas de  $\text{O}_3$  registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2010.

Tabela 12 – Concentrações mínimas e máximas de  $\text{O}_3$  – RMBH, 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Belo Horizonte	P. Rui Barbosa	13,3	166,9	Junho	121
Contagem	P. Tancredo Neves	39,0	247,6	Maio Junho Julho Agosto Setembro	53

Continua

Continuação					
Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das ultrapassagens	Dias omissos
Betim	B. Jardim das Alterosas	31,7	239,4	Agosto	148
				Setembro	
				Outubro	
Betim	B. Petrovale	11,4	227,7	Novembro	70
				Dezembro	
				Janeiro	
Ibirité	Centro Administrativo	18,0	205,7	Maio	75
				Agosto	
				Dezembro	
Ibirité	Bairro Cascata	29,8	314,5	Fevereiro	79
				Maio	
				Agosto	
Ibirité	B. Piratininga	36,2	257,0	Setembro	108
				Outubro	
				Novembro	

Fonte: MINAS GERAIS, 2011, p. 34.

#### 4.1.5 Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Em 2008, as concentrações de NO<sub>2</sub> registradas nas quatro estações da Feam – Praça Rui Barbosa, Bairro Petrovale, Bairro Cascata e Ibiritermo – apresentaram valores máximos superiores a 100µg/m<sup>3</sup>, que indica qualidade regular do ar, porém, abaixo de 320µg/m<sup>3</sup> (MINAS GERAIS, 2009).

A Tabela 13 apresenta as concentrações mínimas e máximas de NO<sub>2</sub> registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2008.

Tabela 13 – Concentrações mínimas e máximas de NO<sub>2</sub> – RMBH, 2008 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	1,9	212,5	39
Betim	Bairro Petrovale	1,5	204,3	43
Ibirité	Bairro Cascata	6,6	135,2	103
	Bairro Piratininga	2,8	128,1	98

Fonte: MINAS GERAIS, 2009, p. 36.

Em 2009, as concentrações de NO<sub>2</sub> se mantiveram abaixo de 320µg/m<sup>3</sup>. Porém, em Belo Horizonte, Contagem e Betim os valores registrados superaram 100µg/m<sup>3</sup>, indicando qualidade regular do ar (MINAS GERAIS, 2010a).

A Tabela 14 apresenta as concentrações mínimas e máximas de NO<sub>2</sub> registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2009.

Tabela 14 – Concentrações mínimas e máximas de NO<sub>2</sub> – RMBH, 2009 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das concentrações >100µg/m <sup>3</sup>	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	1,5	146,8	Março	192
				Abril	
Contagem	P. Tancredo Neves	25,2	203,7	Outubro	276
				Setembro	
Betim	Bairro Petrovale	8,5	141,8	Janeiro	34
				Fevereiro	
Ibirité	Centro Administrativo	14,1	138,0	Junho	279
				Julho	
				Bairro Cascata	
	B. Piratininga	8,5	81,1	-	296

Fonte: MINAS GERAIS, 2010a, p. 37.

Em 2010, as concentrações de NO<sub>2</sub> se mantiveram abaixo de 320µg/m<sup>3</sup>, porém, acima de 100µg/m<sup>3</sup>, indicando qualidade regular do ar (MINAS GERAIS, 2011).

A Tabela 15 apresenta as concentrações mínimas e máximas de NO<sub>2</sub> registradas pelas estações de monitoramento da qualidade do ar da Feam, durante o ano de 2010.

Tabela 15 – Concentrações mínimas e máximas de NO<sub>2</sub> – RMBH, 2010 (µg/m<sup>3</sup>)

Município	Estação	Mínimo	Máximo	Período das concentrações máximas	Dias omissos
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	7,50	223,4	Agosto Outubro	245
Contagem	Praça Tancredo Neves	11,50	104,2	Novembro	279
Betim	Bairro Petrovale	13,10	203,2	Junho Agosto	113
	Centro Administrativo	0,38	182,5	Fevereiro Março	186
Ibirité	Bairro Cascata	1,90	111,7	Junho	136
	Bairro Piratininga	1,90	128,1	Março Junho	213

Fonte: MINAS GERAIS, 2011, p. 39.

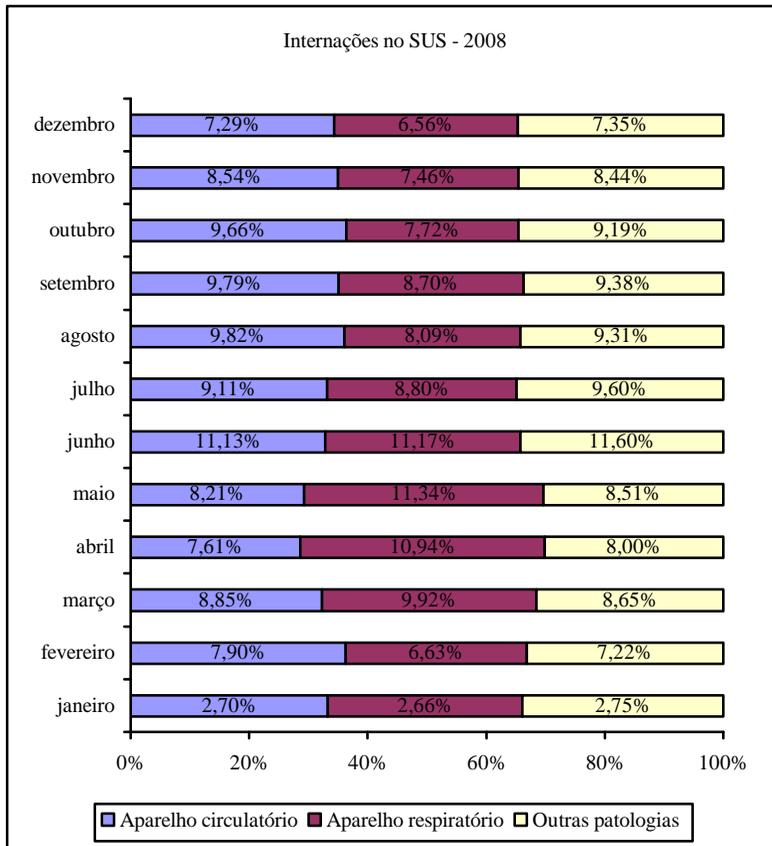
#### 4.2 MORBIMORTALIDADE POR CAUSAS RESPIRATÓRIAS E CARDIOVASCULARES NA RMBH

Durante o ano de 2008 ocorreram 250.580 internações na RMBH, sendo 11,37% destas por doenças relacionadas ao aparelho circulatório e outras 11,20% por doenças relacionadas ao aparelho respiratório (Gráfico 1; Anexo A).

As internações por doenças do aparelho circulatório se manifestaram com maior frequência no período de junho a outubro, sendo o mês de junho o que apresentou maior volume de internações (11,13%).

As internações por doenças do aparelho respiratório se manifestaram com maior frequência no período de abril a junho, sendo o mês de maio o que apresentou maior volume de internações (11,34%).

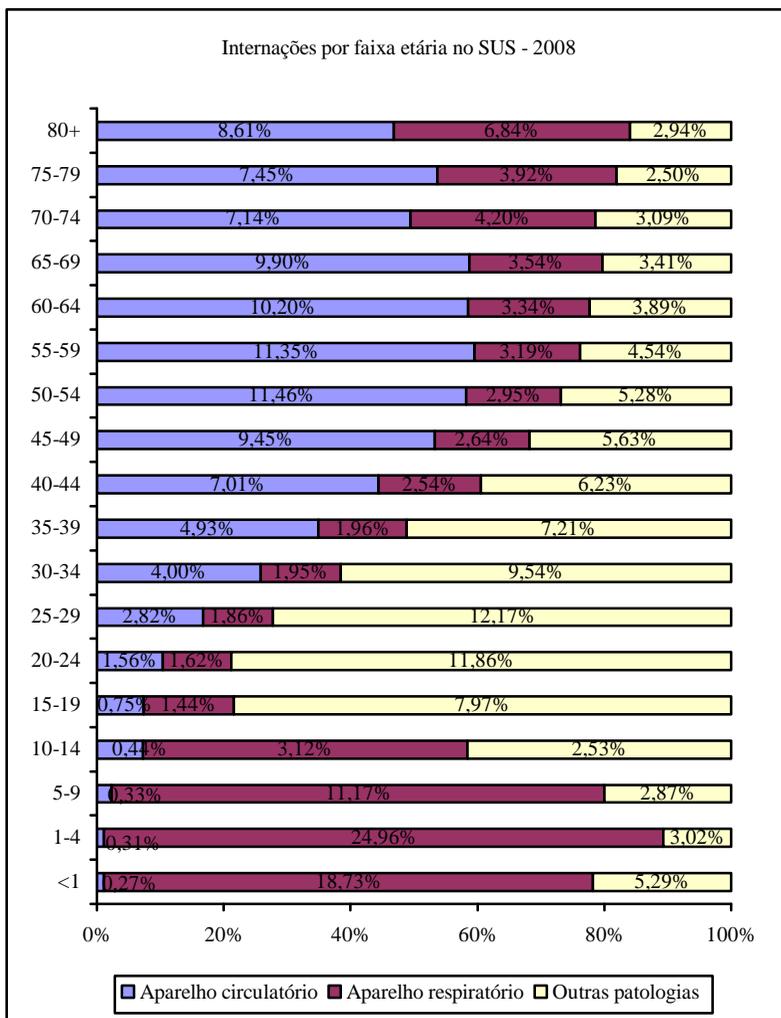
Gráfico 1 - Internações por mês no SUS, RMBH, 2008



Fonte: BRASIL, 2012a.

Essas internações envolveram indivíduos de diferentes faixas etárias, desde as mais jovens até as mais avançadas, durante o ano de 2008. As internações por doenças do aparelho circulatório ocorreram com maior frequência em indivíduos a partir dos 45 anos de idade, aumentando até a faixa de 70 a 74 anos. Já as doenças do aparelho respiratório provocaram internações entre as faixas etárias mais jovens, especialmente aquelas de um a quatro anos, menos de um ano e de cinco a nove anos de idade e o extremo de 80 e mais anos de idade (Gráfico 2; Anexo B).

Gráfico 2 - Internações por faixa etária no SUS, RMBH, 2008

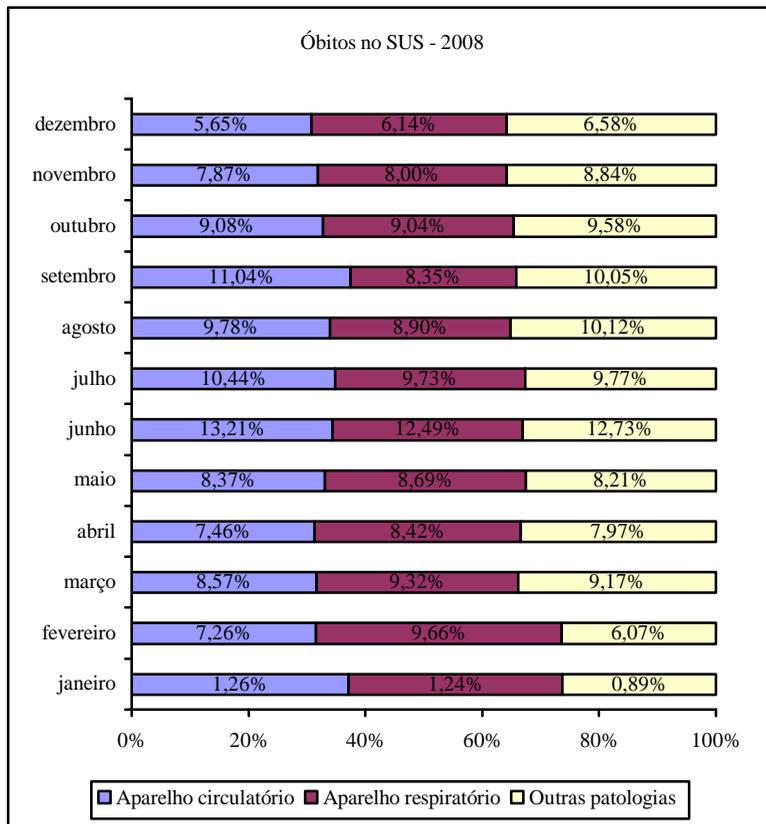


Fonte: BRASIL, 2012a.

Além das internações, em 2008, 10.298 casos evoluíram para óbito, sendo 19,26% motivados por doenças do aparelho circulatório e outros 14,07% por doenças do aparelho respiratório (Gráfico 3; Anexo C). Os meses que registraram maiores quantidades de óbitos por doenças do aparelho circulatório foram junho (13,21%), julho (10,44%) e setembro (11,04%). Os óbitos por doenças do aparelho respiratório

ocorreram com maior frequência durante o mês de junho (12,49%), porém, mantendo frequência elevada durante os meses de fevereiro (9,66%), março (9,32%), julho (9,73%) e outubro (9,04%).

Gráfico 3 - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2008

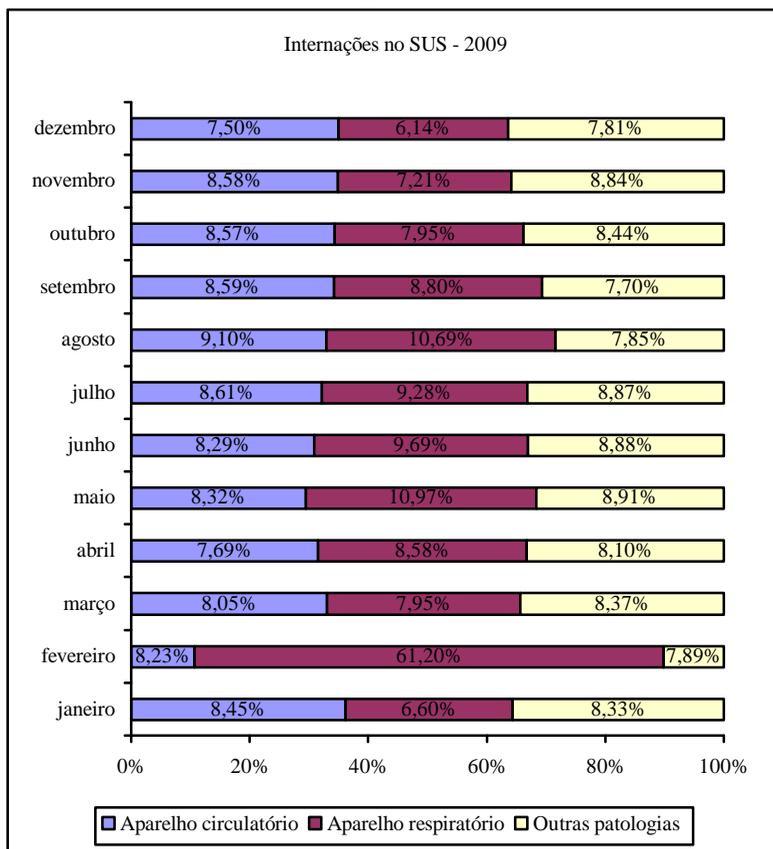


Fonte: BRASIL, 2012a.

Durante o ano de 2009 ocorreram 249.730 internações na RMBH, sendo 11,00% destas por doenças relacionadas ao aparelho circulatório e outras 11,04% por doenças relacionadas ao aparelho respiratório (Gráfico 4; Anexo D). As internações por doenças do aparelho circulatório se manifestaram com frequência praticamente constante durante todo o ano, sendo o mês de agosto o que apresentou maior volume de internações (9,10%). As internações por doenças do aparelho respiratório se manifestaram com maior frequência no período de maio a

agosto, sendo que os meses de maio e agosto apresentaram os maiores volumes de internações (10,97% e 10,69%, respectivamente).

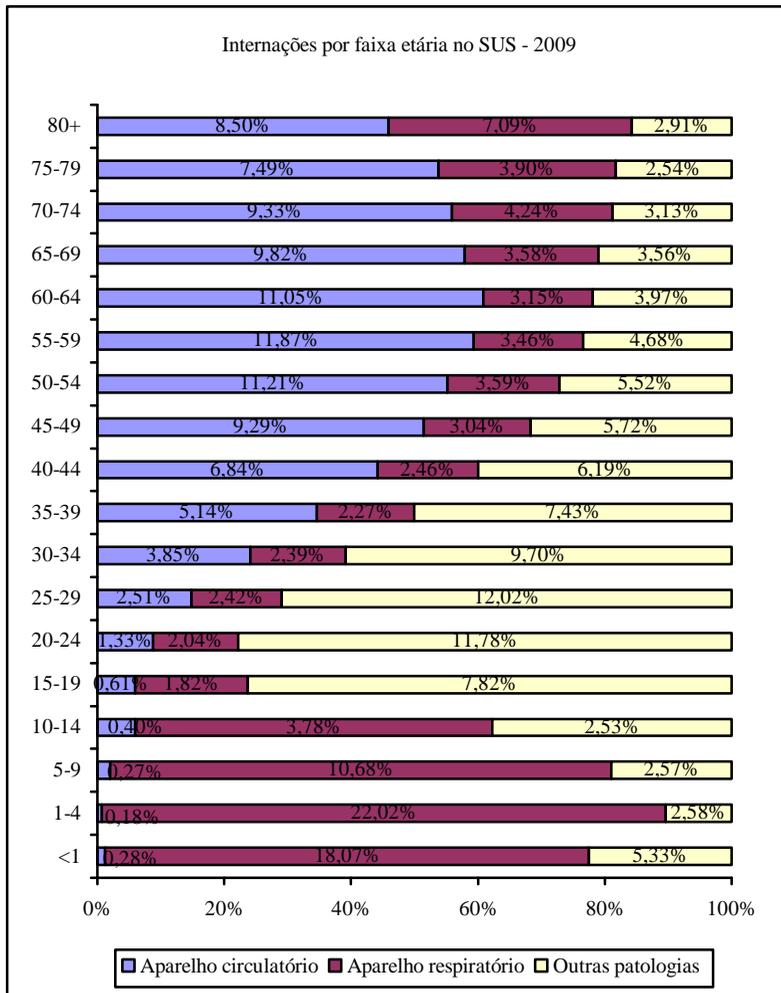
Gráfico 4 - Internações por mês no SUS, RMBH, 2009



Fonte: BRASIL, 2012a.

Em 2009, as internações por doenças do aparelho circulatório mantiveram maior frequência entre indivíduos a partir dos 45 anos de idade, mantendo-se elevadas até o extremo de 80 e mais anos de idade. Já as doenças do aparelho respiratório provocaram internações entre as faixas etárias mais jovens, especialmente aquelas de menos de um a nove anos de idade e no extremo de 80 e mais anos de idade (Gráfico 5; Anexo E).

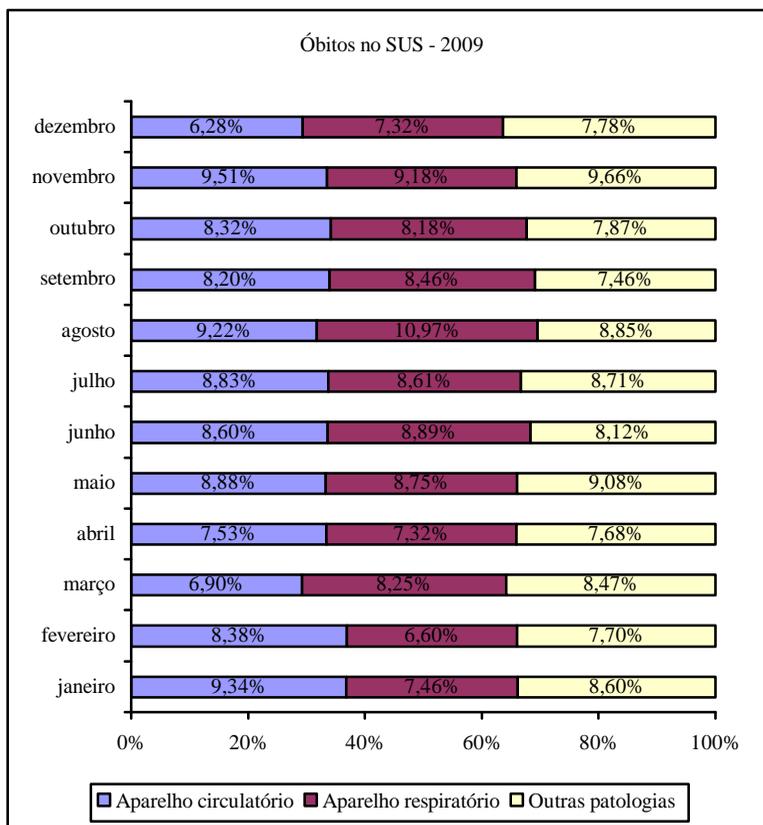
Gráfico 5 - Internações por faixa etária no SUS - RMBH, 2009



Fonte: BRASIL, 2012a.

Além das internações, em 2009, 10.528 casos evoluíram para óbito, sendo 16,78% motivados por doenças do aparelho circulatório e outros 13,24% por doenças do aparelho respiratório (Gráfico 6; Anexo F).

Gráfico 6 - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2009

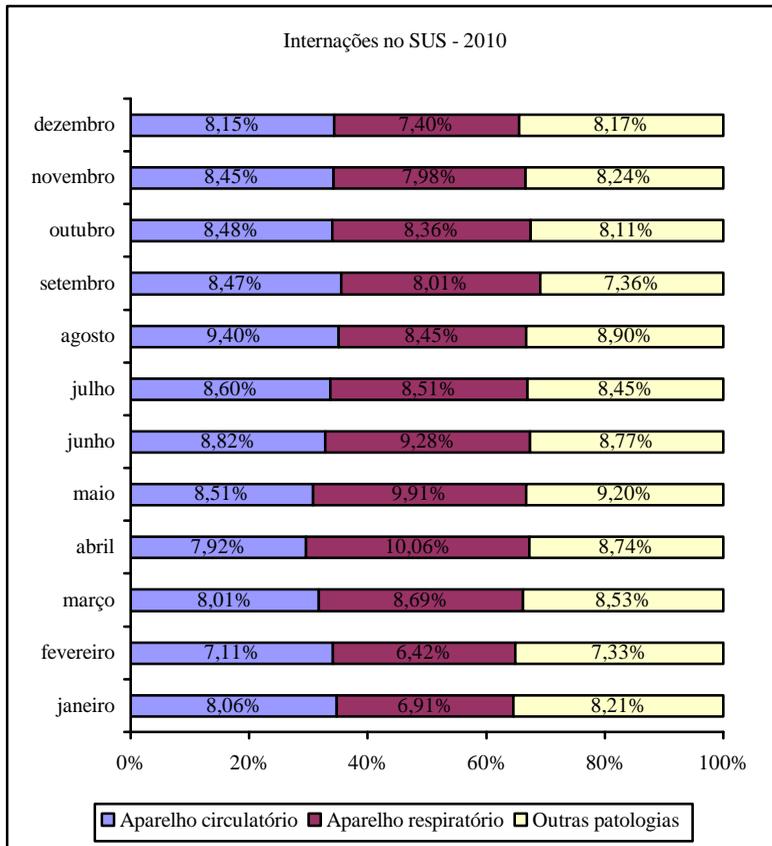


Fonte: BRASIL, 2012a.

Os óbitos por doenças do aparelho circulatório, em 2009, ocorreram com maior frequência durante os meses de janeiro (9,34%), agosto (9,22%) e novembro (9,51%). Os óbitos por doenças do aparelho respiratório apresentaram maior frequência durante os meses de agosto (10,97%) e novembro (9,18%).

No ano de 2010 ocorreram 255.321 internações na RMBH, sendo 11,06% destas por doenças relacionadas ao aparelho circulatório e outras 10,45% por doenças relacionadas ao aparelho respiratório (Gráfico 7; Anexo G).

Gráfico 7 - Internações por mês no SUS, RMBH, 2010



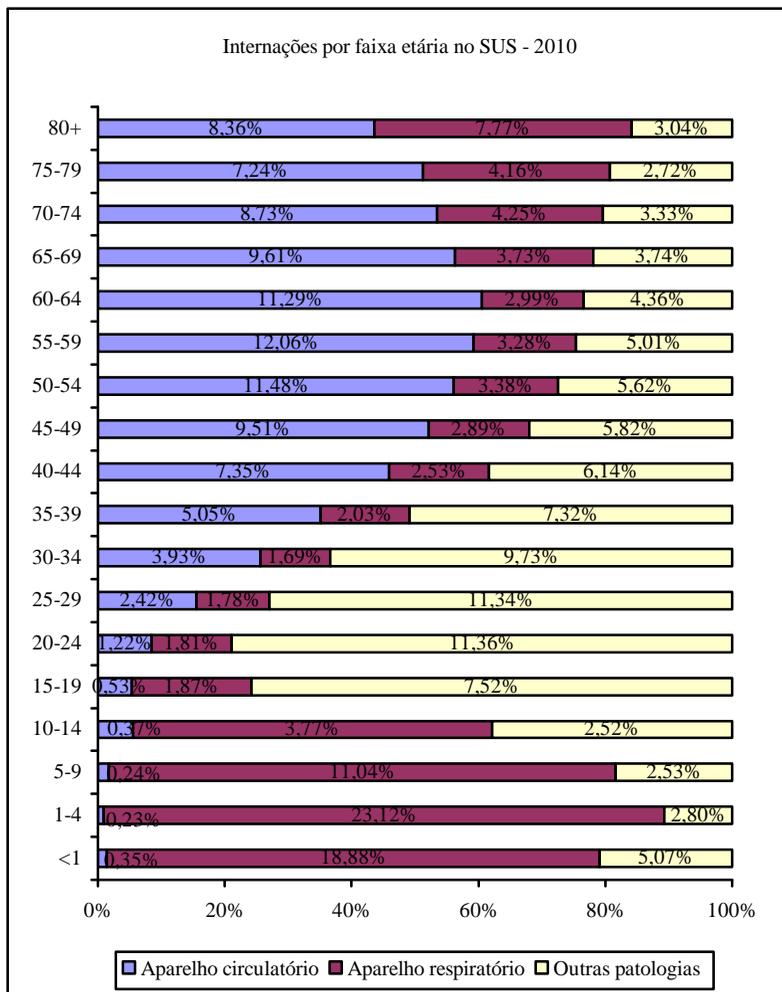
Fonte: BRASIL, 2012a.

As internações por doenças do aparelho circulatório se manifestaram com frequência constante durante praticamente todo o ano, sendo o mês de agosto o que apresentou maior volume de internações (9,40%). As internações por doenças do aparelho respiratório se manifestaram com maior frequência no período de abril a junho, sendo que o mês de abril apresentou o maior volume de internações (10,06%).

Em 2010, as internações por doenças do aparelho circulatório mantiveram maior frequência entre indivíduos a partir dos 45 anos de idade, mantendo-se elevadas até o extremo de 80 e mais anos de idade. Já as doenças do aparelho respiratório provocaram internações entre as

faixas etárias mais jovens, especialmente aquelas de menos de um a nove anos de idade e no extremo de 80 e mais anos de idade (Gráfico 8; Anexo H).

Gráfico 8 - Internações por faixa etária no SUS - RMBH, 2010

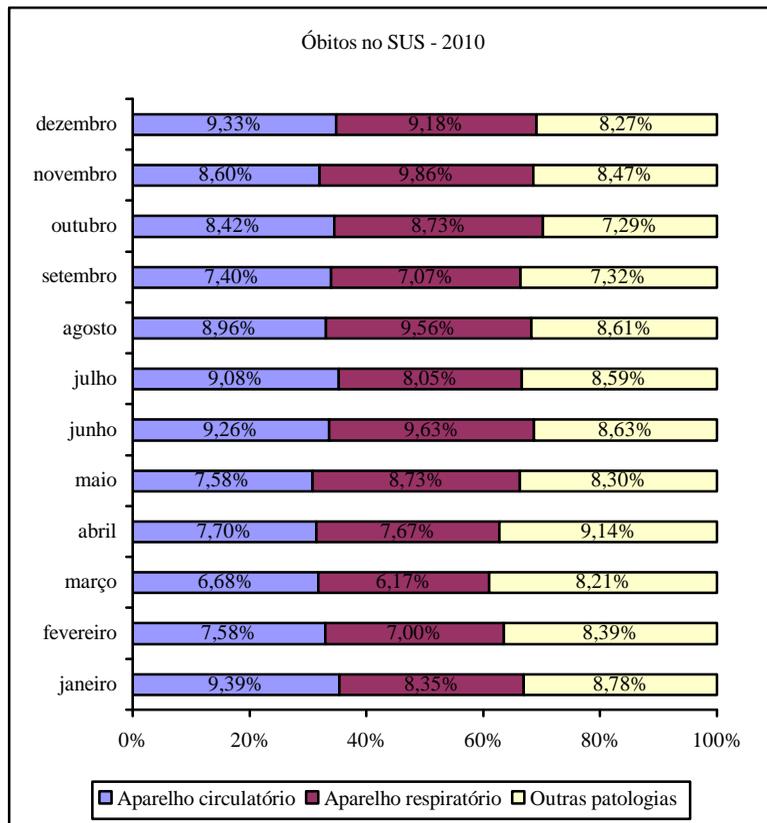


Fonte: BRASIL, 2012a.

Além das internações, em 2010, 10.235 casos evoluíram para óbito, sendo 16,24% motivados por doenças do aparelho circulatório e

outros 12,98% por doenças do aparelho respiratório (Gráfico 9; Anexo I).

Gráfico 9 - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2010

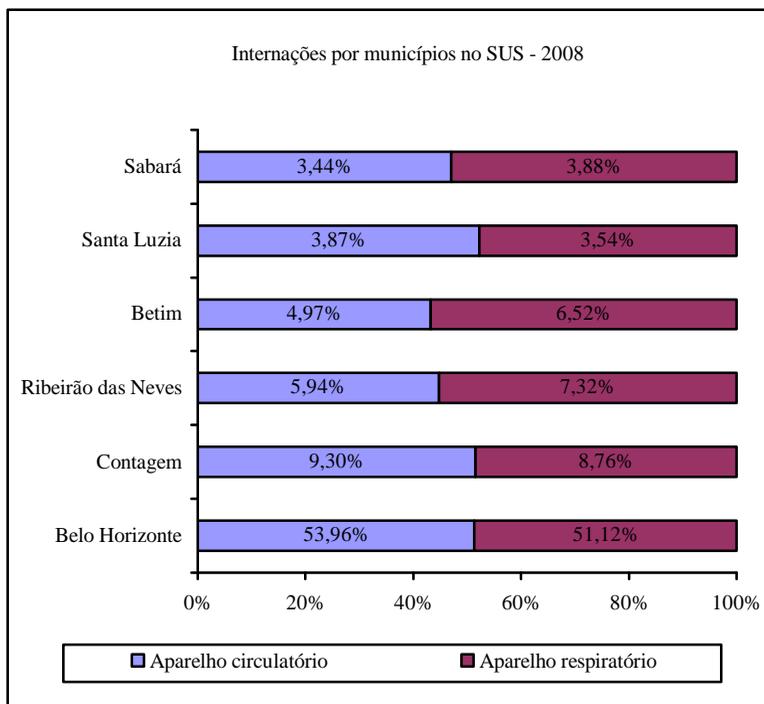


Fonte: BRASIL, 2012a.

As maiores frequências de óbitos por doenças do aparelho circulatório ocorreram nos meses de janeiro (9,39%), junho (9,26%), julho (9,08%) e dezembro (9,33%). As maiores frequências de óbitos por doenças do aparelho respiratório ocorreram nos meses de junho (9,63%), agosto (9,56%), novembro (9,86%) e dezembro (9,18%). Ao se distribuir, entre os municípios da RMBH, o volume de internações e a quantidade de óbitos, por local de residência dos pacientes, pode-se verificar que alguns municípios concentraram maior volume desses eventos em detrimento de outros.

Durante o ano de 2008, cerca de metade (49,99%) das internações foram registradas no município de Belo Horizonte, sendo 53,96% causadas por doenças do aparelho circulatório e 51,12% por doenças do aparelho respiratório (Gráfico 10; Anexo J).

Gráfico 10 - Internações por município no SUS - RMBH, 2008

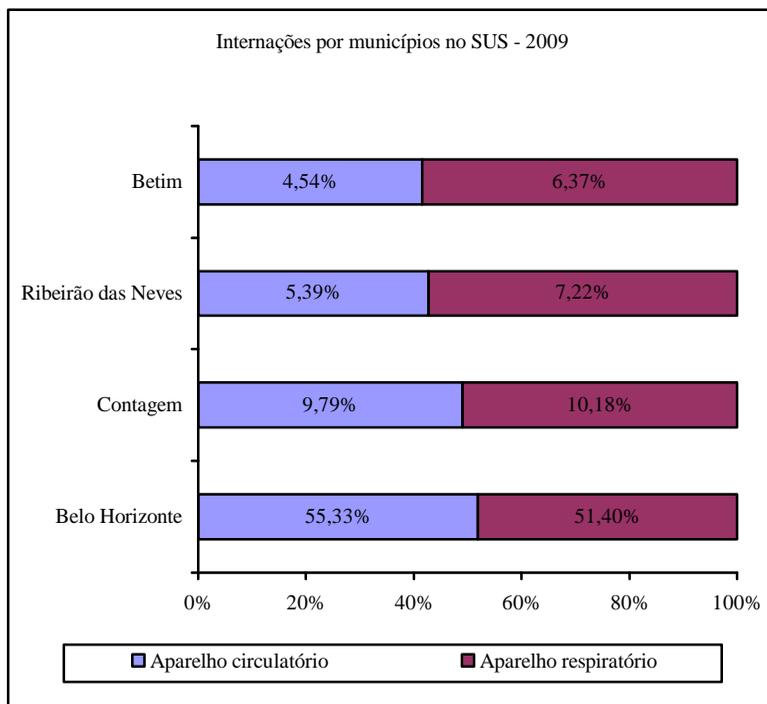


Fonte: BRASIL, 2012a.

Nesse período, 2008, as doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório representaram 22,57% de todas as causas de internações. Entre os municípios que apresentaram os maiores volumes de internações por doenças do aparelho circulatório estão: Contagem (9,30%), Ribeirão das Neves (5,94%), Betim (4,97%), Santa Luzia (3,87%) e Sabará (3,44%). Esses mesmos municípios se destacaram com os maiores volumes de internações por doenças do aparelho respiratório, sendo: Contagem (8,76%), Ribeirão das Neves (7,32%), Betim (6,52%), Sabará (3,88%) e Santa Luzia (3,54%).

Em 2009, a situação foi semelhante. Nesse ano, cerca de metade (49,59%) das internações foram registradas no município de Belo Horizonte, sendo 55,33% causadas por doenças do aparelho circulatório e 51,40% por doenças do aparelho respiratório (Gráfico 11; Anexo K).

Gráfico 11 - Internações por município no SUS - RMBH, 2009

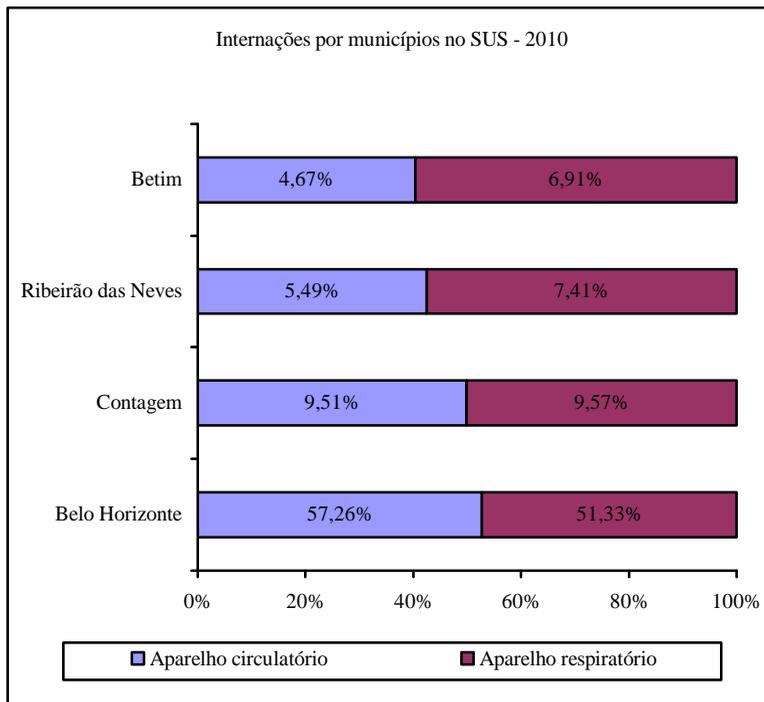


Fonte: BRASIL, 2012a.

No ano de 2009, as doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório representaram 22,04% de todas as causas de internações. Esse percentual foi ligeiramente inferior ao registrado em 2008. Entre os municípios que apresentaram os maiores volumes de internações por doenças do aparelho circulatório estão: Contagem (9,79%), Ribeirão das Neves (5,39%) e Betim (4,54%). Esses mesmos municípios se destacaram com os maiores volumes de internações por doenças do aparelho respiratório, sendo: Contagem (10,18%), Ribeirão das Neves (7,22%) e Betim (6,37%).

Em 2010, a situação se manteve em patamares próximos aos dois anos anteriores (Gráfico 12; Anexo L).

Gráfico 12 - Internações por município no SUS - RMBH, 2010



Fonte: BRASIL, 2012a.

Em 2010, cerca de metade (49,54%) das internações foram registradas no município de Belo Horizonte, sendo 57,26% causadas por doenças do aparelho circulatório e 51,33% por doenças do aparelho respiratório.

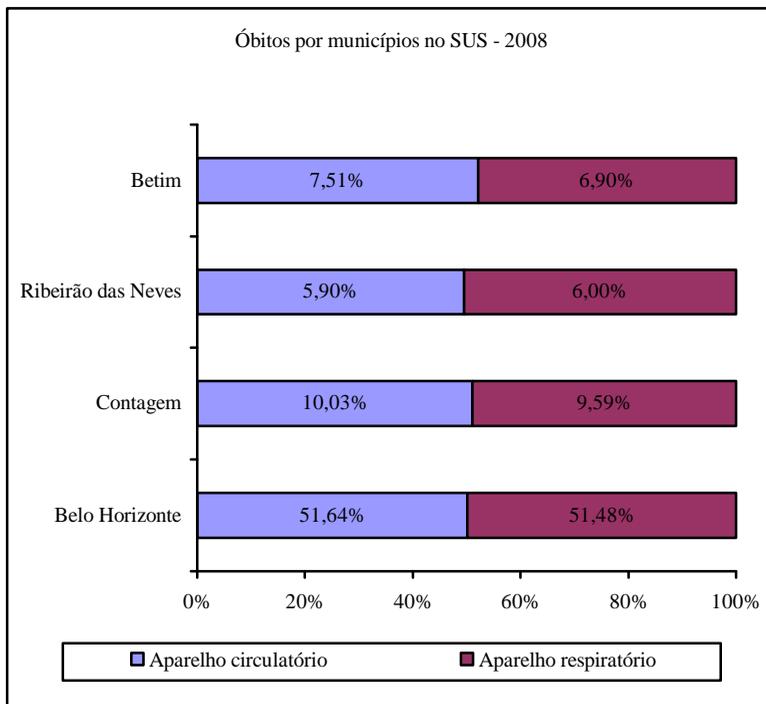
Nesse ano, as doenças do aparelho circulatório e aquelas do aparelho respiratório representaram 21,51% de todas as causas de internações no ano. Esse percentual foi inferior aos dos anos de 2008 e 2009. Entre os municípios que apresentaram os maiores volumes de internações por doenças do aparelho circulatório estão: Contagem (9,51%), Ribeirão das Neves (5,49%) e Betim (4,67%). Esses mesmos municípios se destacaram com os maiores volumes de internações por

doenças do aparelho respiratório, sendo: Contagem (9,57%), Ribeirão das Neves (7,41%) e Betim (6,91%) (Tabela 27).

Os óbitos no período selecionado apresentaram distribuição um pouco distinta das internações, conforme demonstrado a seguir.

Durante 2008, a maior quantidade de óbitos foi registrada em Belo Horizonte, sendo 51,64% decorrentes de doenças do aparelho circulatório e 51,48% de doenças do aparelho respiratório. As doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório representaram 33,33% das causas totais de óbitos (Gráfico 13; Anexo M).

Gráfico 13 - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2008



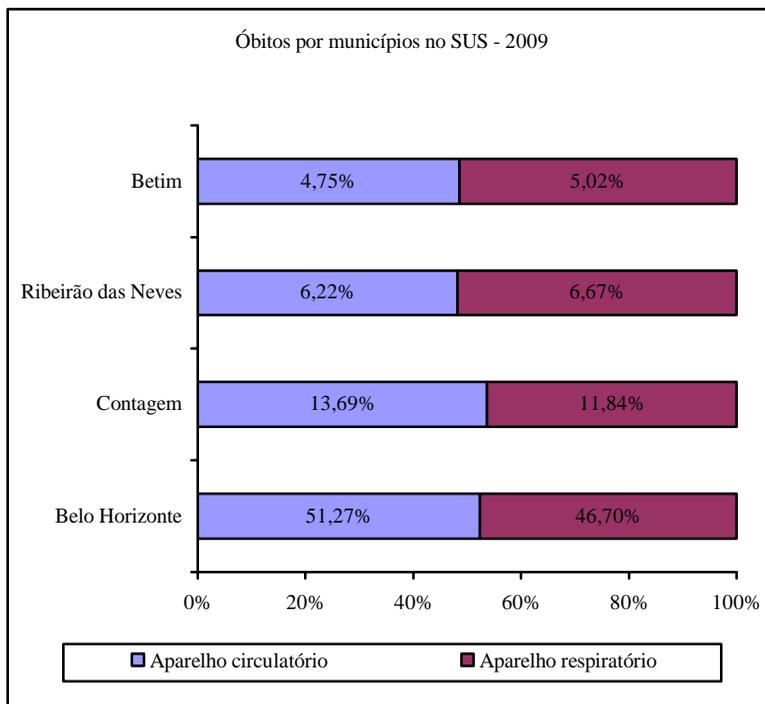
Fonte: BRASIL, 2012a.

Outros municípios que registraram quantidades representativas de óbitos por doenças do aparelho circulatório, em 2008, foram: Contagem (10,03%), Betim (7,51%) e Ribeirão das Neves (5,90%). Os óbitos causados por doenças do aparelho respiratório foram mais frequentes

nos mesmos municípios, sendo: Contagem (9,59%), Betim (6,90%) e Ribeirão das Neves (6,00%).

Durante o ano de 2009, a maior quantidade de óbitos foi registrada em Belo Horizonte, sendo 51,27% decorrentes de doenças do aparelho circulatório e 46,70% de doenças do aparelho respiratório. Nesse ano, as doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório foram causas de 30,02% do total de óbitos. O percentual registrado foi inferior ao do ano de 2008 (Gráfico 14; Anexo N).

Gráfico 14 - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2009

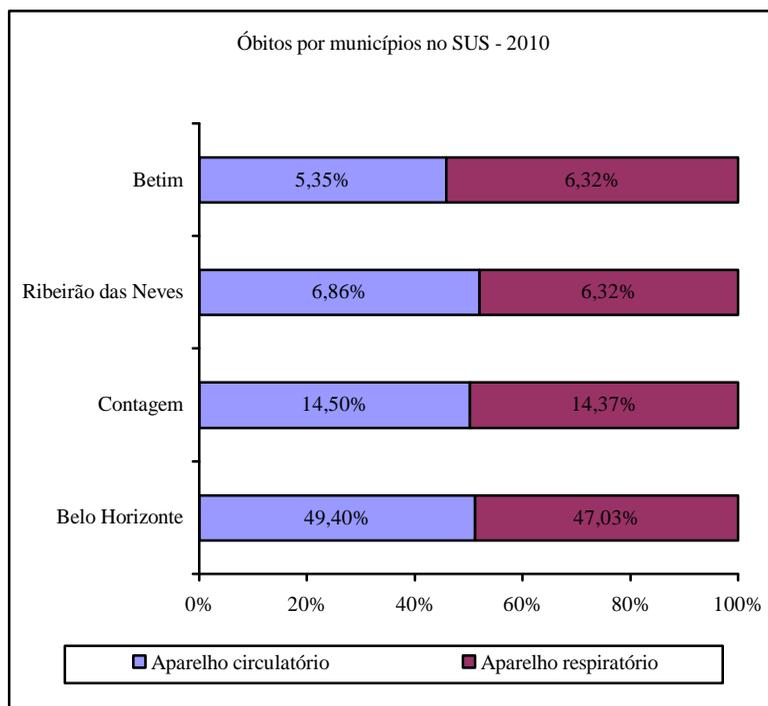


Fonte: BRASIL, 2012a.

Outros municípios que registraram quantidades representativas de óbitos por doenças do aparelho circulatório, em 2009, foram: Contagem (13,69%), Ribeirão das Neves (6,22%) e Betim (4,75%). Os óbitos causados por doenças do aparelho respiratório foram mais frequentes nos seguintes municípios: Contagem (11,84%), Ribeirão das Neves (6,67%) e Betim (5,02%).

Durante o ano de 2010, a maior quantidade de óbitos foi registrada em Belo Horizonte, sendo 49,40% decorrentes de doenças do aparelho circulatório e 47,03% de doenças do aparelho respiratório. As doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório representaram 29,22% do total de óbitos no ano. Esse percentual foi inferior aos dos anos anteriores, 2008 (33,33%) e 2009 (30,02%) (Gráfico 15; Anexo O).

Gráfico 15 - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2010



Fonte: BRASIL, 2012a.

Outros municípios que registraram quantidades representativas de óbitos por doenças do aparelho circulatório, em 2010, foram: Contagem (14,50%), Ribeirão das Neves (6,86%) e Betim (5,35%). Os óbitos causados por doenças do aparelho respiratório foram mais frequentes nos mesmos municípios, sendo: Contagem (14,37%), Ribeirão das Neves (6,32%) e Betim (6,32%) (Tabela 30).

### 4.3 DISCUSSÃO

Nos municípios monitorados pela Feam - Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ibitaré - foram registradas ultrapassagens dos valores considerados aceitáveis, para a boa qualidade do ar, de diversos poluentes durante os anos selecionados. Constatou-se também perda significativa de medições nessas estações durante o período em estudo, ou seja, durante os anos de 2008 a 2010.

Em 2008, o MP<sub>10</sub> apresentou ultrapassagens nos meses de maio, julho, agosto e setembro, nas estações de Belo Horizonte, Betim e Ibitaré; de O<sub>3</sub> nos meses de agosto a novembro, nas estações de Betim e Ibitaré; de NO<sub>2</sub> nos meses de abril a novembro, nas estações de Belo Horizonte, Betim e Ibitaré (Tabelas 1, 4, 7, 10, 13). Nesse ano foram constatados os maiores volumes de internações por doenças do aparelho circulatório, no período de junho a outubro, e por doenças do aparelho respiratório, nos meses de abril a junho (Gráfico 1). As faixas etárias mais atingidas foram aquelas a partir de 45 anos de idade, para as doenças do aparelho circulatório, e de menos de um ano até nove anos e a partir dos 80 anos de idade, para as doenças do aparelho respiratório (Gráfico 2). Houve maior quantidade de óbitos registrados por doenças do aparelho circulatório, nos meses de junho a setembro, e do aparelho respiratório, nos meses de fevereiro, março, junho, julho e outubro (Gráfico 3).

O Quadro 8 permite comparar os períodos referentes às ultrapassagens dos poluentes e aqueles em que houve maior registro de internações e óbitos por doenças dos aparelhos circulatório e respiratório - para o ano de 2008.

Quadro 8 - Poluentes x Internações e óbitos - 2008

Meses	Ultrapassagens de poluentes			Elevação	
	MP <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Internações	Óbitos
Fevereiro					X
Março					X
Abril			X	X	
Maio	X		X	X	
Junho			X	X	X
Julho	X		X	X	X
Agosto	X	X	X	X	X
Setembro	X	X	X	X	X
Outubro		X	X	X	
Novembro		X	X		

Fonte: elaborado pelo autor.

Os meses de abril a outubro constituem período com menor precipitação e temperaturas mais amenas, dificultando a dispersão de poluentes. O maior volume de internações parece coincidir com os registros de ultrapassagens dos poluentes  $MP_{10}$ ,  $O_3$  e  $NO_2$ . Os óbitos foram registrados com maior frequência também no inverno - junho a setembro, além de fevereiro e março. Os óbitos podem se relacionar tanto ao agravamento do estado de saúde dos pacientes como aos quadros agudos de adoecimento, o que não permite supor uma relação direta com os períodos de ultrapassagens dos poluentes.

Em 2009, o  $MP_{10}$  apresentou ultrapassagens aos níveis considerados bons qualidade do ar nos meses de junho e julho, nas estações de Belo Horizonte, Betim e Ibirité; de  $MP_{2,5}$  nos meses de maio e agosto, na estação de Contagem; de  $O_3$  nos meses de janeiro a dezembro, nas estações de Betim e Ibirité; de  $NO_2$  nos meses de janeiro a abril e de junho a outubro, nas estações de Belo Horizonte, Betim e Contagem (Tabelas 2, 5, 8, 11, 14). Nesse ano foram constatados elevados volumes de internações por doenças do aparelho circulatório, com maior destaque para o mês de agosto, e por doenças do aparelho respiratório, de maio a agosto (Gráfico 4). As faixas etárias mais atingidas foram aquelas a partir de 45 anos de idade, para as doenças do aparelho circulatório, e de menos de um ano até nove anos e a partir dos 80 anos de idade, para as doenças do aparelho respiratório (Gráfico 5). Houve maior quantidade de óbitos registrados por doenças do aparelho circulatório, nos meses de janeiro, agosto e novembro, e do aparelho respiratório, nos meses de agosto e novembro (Gráfico 6).

O Quadro 9 mostra os períodos referentes às ultrapassagens dos poluentes e aqueles em que houve maior registro de internações e óbitos por doenças dos aparelhos circulatório e respiratório - para o ano de 2009.

As internações foram elevadas durante todo o ano de 2009, mesmo período em que foram registradas ultrapassagens do poluente  $O_3$ . Os demais poluentes -  $MP_{10}$ ,  $MP_{2,5}$  e  $NO_2$  - apresentaram registros em menores períodos, porém, simultaneamente, ao  $O_3$ . Os únicos poluentes que demonstraram alguma associação com as condições climáticas foram  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ , cujas ultrapassagens marcaram o período de transição do outono para o inverno, estações secas e com temperaturas amenas. Assim como no ano anterior, não se pode inferir uma relação direta entre o número crescente de óbitos nos meses de janeiro, agosto e novembro com o aumento da poluição nos mesmos meses.

Quadro 9 - Poluentes x Internações e óbitos - 2009

Meses	Ultrapassagens de poluentes			Elevação	
	MP <sub>10</sub> MP <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Internações	Óbitos
Janeiro		X	X	X	X
Fevereiro		X	X	X	
Março		X	X	X	
Abril		X	X	X	
Maio	X	X		X	
Junho	X	X	X	X	
Julho	X	X	X	X	
Agosto	X	X	X	X	X
Setembro		X	X	X	
Outubro		X	X	X	
Novembro		X		X	X
Dezembro		X		X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Em 2010, o MP<sub>10</sub> apresentou ultrapassagens aos níveis considerados para a boa qualidade do ar nos meses de junho e outubro, nas estações de Belo Horizonte e Betim; de MP<sub>2,5</sub> nos meses de junho, agosto, setembro e outubro, na estação de Contagem; de O<sub>3</sub> nos meses de fevereiro e de maio a dezembro, nas estações de Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ibirité; de CO no mês de julho, na estação de Betim; de NO<sub>2</sub> nos meses de fevereiro, março, junho, agosto, outubro e novembro, nas estações de Belo Horizonte, Betim e Contagem; de SO<sub>2</sub> nos meses de abril e setembro, nas estações de Betim e Ibirité (Tabelas 3, 6, 9, 12, 15). Nesse ano foram constatados elevados volumes de internações por doenças do aparelho circulatório, com destaque para o mês de agosto, e por doenças do aparelho respiratório, de abril a junho (Gráfico 7). As faixas etárias mais atingidas foram aquelas a partir de 45 anos de idade para as doenças do aparelho circulatório e de menos de um ano até nove anos e a partir dos 80 anos de idade para as doenças do aparelho respiratório (Gráfico 8). Houve maior quantidade de óbitos registrados por doenças do aparelho circulatório, nos meses de janeiro, junho, julho e dezembro, e do aparelho respiratório, nos meses de junho, agosto, novembro e dezembro (Gráfico 9).

O Quadro 10 permite comparar os períodos referentes às ultrapassagens dos poluentes e aqueles em que houve maior registro de internações e óbitos por doenças dos aparelhos circulatório e respiratório - para o ano de 2010.

Quadro 10 - Poluentes x Internações e óbitos - 2010

Meses	Ultrapassagens de poluentes					Elevação	
	MP <sub>10</sub> MP <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Internações	Óbitos
Janeiro							X
Fevereiro		X		X			
Março				X			
Abril					X	X	
Maió		X				X	
Junho	X	X		X		X	X
Julho		X	X				X
Agosto	X	X		X		X	X
Setembro	X	X			X		
Outubro	X	X		X			
Novembro		X		X			X
Dezembro		X					X

Fonte: elaborado pelo autor.

Em 2010 observou-se aumento nas internações e óbitos no outono e no inverno, meses mais secos, com temperaturas amenas e, portanto, de maior dificuldade para dissipação da poluição. De maneira semelhante aos outros anos, os óbitos parecem resultar tanto do agravamento do estado de saúde dos pacientes como de estados agudos de adoecimento, porém, não se pode estabelecer uma relação direta dessa situação com os poluentes que apresentaram ultrapassagens.

Os dados apurados são consistentes com aqueles apresentados na literatura, evidenciando alguns aspectos importantes e pouco discutidos, conforme segue.

O primeiro aspecto relevante é que as estações de monitoramento da Feam abrangem apenas quatro dos 34 municípios que compõem a RMBH (Figuras 1 e 5). A quantidade de dias omissos é elevada, de tal forma que as médias apresentadas podem não reproduzir a real situação dessas localidades.

Os municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem foram aqueles que apresentaram, segundo dados do SUS, maiores quantidades de internações e óbitos por doenças dos aparelhos circulatório e respiratório, quando comparados com os demais da RMBH, no período em estudo. Essa situação pode se relacionar ao fato de que a rede hospitalar, de média e alta complexidade, se encontra instalada nessas localidades, assim como Belo Horizonte concentra as unidades de referência para todo o Estado. Ademais, muitos indivíduos mantêm domicílio em Belo Horizonte, porém, exercem atividades profissionais

na RMBH e/ou vice-versa. Isso leva a dificuldades em se atribuir o adoecimento apenas à população residente nos municípios, uma vez que a exposição laboral é reconhecida como importante causa de adoecimento (SALLUH, 2010).

O MP<sub>10</sub> tem sido fortemente associado ao aumento de internações e óbitos por causas respiratórias e cardiovasculares, principalmente entre crianças e idosos (TOLEDO; NARDOCCI, 2011). Observou-se, na pesquisa realizada, que as faixas etárias mais afetadas foram de crianças e idosos, além de adultos jovens.

No período em estudo, 2008 a 2010, foram evidenciadas ultrapassagens aos padrões de qualidade do ar propostos pelo Conama nos meses de maio a outubro. Esse período coincide, na RMBH, com aquele de menor precipitação e temperaturas mais amenas, o que dificulta a dispersão dos poluentes.

A exposição a poluentes atmosféricos na infância pode afetar negativamente a idade adulta, favorecendo o surgimento de doenças mais graves (DEGUEN; ZMIROU-NAVIER, 2010). A ocorrência de adoecimento e óbitos por causas cardiovasculares e por problemas respiratórios em adultos jovens, a partir dos 45 anos, possivelmente, pode ser explicada pela exposição a poluentes desde a infância.

Segundo Schwartz (1994) a poluição atmosférica se associa, inicialmente, a mortes não-hospitalares, por diversas causas. Os registros de óbitos do SUS são dependentes das informações obtidas e transmitidas pelas Secretarias de Saúde estaduais e municipais, as quais são coletadas em cartórios. Isso implica em que sejam consideradas as causas declaradas pelos médicos atestantes, o que pode influenciar as taxas de mortalidade, uma vez que algumas doenças respiratórias e cardiovasculares podem ser consideradas secundárias à patologia que ocasionou o óbito. Além disso, a exposição subsequente pode influenciar o aumento de internações e óbitos em períodos distintos daqueles em que foram registradas as ultrapassagens aos limites dos poluentes preconizados pela legislação.

Os comentários de Schwartz (1994) e Bueno (2008) induzem a considerações acerca dos dados utilizados. Os estudos relacionando poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana tomam como referência a base de dados do SUS, cujas informações são disponíveis ao público em geral e se referem apenas aos atendimentos realizados na rede de saúde pública. Esses dados se revelam parciais e incompletos, devido à ausência de registro de óbitos não-hospitalares e à falta de acesso aos dados da saúde suplementar. Pelo fato de os planos de saúde serem operados por empresas privadas, os registros de utilização dos

serviços de assistência à saúde não são divulgados ou acessíveis ao público em geral. Não há também um banco de dados que organize essas informações.

Ressalta-se que, de acordo com a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS, 2012), em 2008 as operadoras de planos de saúde contavam com mais de 41 milhões de associados, em 2009 esse total atingiu mais de 42,5 milhões, chegando, em 2010, a cerca de 46 milhões de beneficiários. Esses dados permitem estimar que cerca de 25% da população brasileira utilizam os serviços de assistência médico-hospitalar oferecida pelos planos de saúde.

O  $MP_{2,5}$  é considerado um dos poluentes mais críticos para os sistemas circulatório e respiratório, devido à possibilidade dessas partículas causarem problemas nas vias aéreas inferiores e cardiovasculares. Entretanto, a legislação brasileira não estipulou padrões para esse poluente. Na rede da Feam somente a estação Contagem apresentou monitoramento para o  $MP_{2,5}$  nos anos de 2009 e 2010, registrando ultrapassagens do limite de  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  durante os meses de maio, junho, agosto, setembro e outubro. Provavelmente, essas ocorrências estão relacionadas com o aumento da morbidade e mortalidade registradas no período, porém, como uma única estação apresentou medição durante o ano de 2009, funcionando parcialmente (dez meses) durante o ano de 2010, esses dados se tornam duvidosos. Reconhecido o risco que o material particulado representa para a saúde humana cabe questionar acerca dos motivos pelos quais a legislação brasileira mantém padrões da década de 1990, notadamente defasados em relação a contemporaneidade, e também sobre a não inclusão do  $MP_{2,5}$  no rol de poluentes monitorados.

Outro aspecto ressaltado por Olmo (2010) diz respeito ao estabelecimento de padrões mínimos de qualidade do ar. Diversos estudos nacionais e internacionais pesquisados por esse autor revelaram que não há um padrão mínimo de exposição à poluição que seja seguro para os seres humanos. A exposição a poluentes, mesmo em níveis abaixo daqueles permitidos pela legislação, favorece a ocorrência de problemas respiratórios (BAKONYI et al., 2004). Essas informações demonstram a importância do monitoramento da qualidade do ar e também a urgência de revisão da legislação vigente, tanto em relação ao número de estações de monitoramento e sua localização, como em relação aos níveis estabelecidos, em especial na região investigada (RMBH).

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 CONCLUSÕES

Observou-se, na pesquisa realizada, que os dados relativos à morbidade e mortalidade da população são parciais, não sendo computados os casos de adoecimento sem atendimento hospitalar e de mortes não-hospitalares, da população que recebe assistência de planos de saúde e/ou daquelas em que várias patologias respiratórias e cardiovasculares são objeto de diagnóstico secundário. Isso sinaliza para uma realidade que pode ser bastante diversa do exposto na literatura. Ou seja, a população afetada pode ser mais significativa do que o apresentado nas estatísticas disponíveis.

Ademais, os limites preconizados pela legislação brasileira para a emissão de poluentes atmosféricos e seu monitoramento parecem defasados em relação à realidade atual, com crescimento das regiões urbanas e precarização das moradias, aumento da população, maior número de veículos automotores em circulação, uso intensivo de combustíveis fósseis para diversas finalidades, entre outros aspectos.

De acordo com os objetivos propostos verificou-se que:

- a) os dados de monitoramento das estações da Feam, localizadas na RMBH, têm apresentado várias ultrapassagens aos padrões permitidos para a classificação da qualidade do ar como boa e também número considerável de dias omissos, o que pode influenciar os resultados reais quanto à qualidade do ar na RMBH;
- b) os dados das estações de monitoramento da Feam mostram que os períodos de ultrapassagens dos limites permitidos em lei e daqueles considerados comprometedores para a qualidade do ar (qualidade regular) coincidem com aumentos expressivos nas internações e óbitos nas localidades monitoradas;
- c) o  $MP_{2,5}$  não é adequadamente monitorado, apesar da reconhecida importância que esse poluente tem para a saúde;
- d) os meses com menor precipitação e temperaturas mais baixas parecem ser os mais críticos para a saúde da população;
- e) os dados de morbidade e mortalidade disponíveis no SUS são parciais, pois, demonstram apenas a assistência prestada pelo sistema público de saúde, excluindo aqueles do sistema suplementar que abriga número expressivo de beneficiários.

Em relação ao objetivo geral do estudo, que foi contribuir para o entendimento da relação entre os dados de qualidade do ar registrados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e a saúde da população na RMBH, pode-se considerar que há evidências de degradação da qualidade do ar na região e essa situação influencia o estado de saúde da população local.

A própria população parece não compreender exatamente os riscos a que está exposta, ou mesmo suas possíveis consequências. Talvez, o fato de a associação entre a poluição atmosférica e o adoecimento demandar um tempo mais ou menos longo, dificulte esse entendimento e algum tipo de reação.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES

Considera-se, diante do exposto, oportuno sugerir que sejam realizados novos estudos buscando identificar os reais motivos para que a Feam mantenha monitoramento em quantidade reduzida de municípios, com estações em pequeno número e com omissão expressiva de dias nesses monitoramentos, sobre os motivos que levaram ao não monitoramento do MP<sup>2.5</sup> e à não atualização dos limites de poluição estabelecidos em legislação da década de 1990, entre outros de igual relevância.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Caderno de Informação da Saúde Suplementar**: beneficiários, operadoras e planos. Rio de Janeiro, set. 2012.

ALMEIDA, R. S. A industrialização e a questão ambiental na região Sudeste do Brasil. **Caminhos da Geografia**, v. 4, n. 11, p. 53-66, fev. 2004.

ARAÚJO, A. N. Desenvolvimento e meio ambiente: a poluição atmosférica na região metropolitana de Belo Horizonte durante a Ditadura Militar. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 26., 17-22 jul. 2011, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <[http://www.snh2011.anpuh.org/site/anais\\_complementares](http://www.snh2011.anpuh.org/site/anais_complementares)>. Acesso em: 20 abr. 2012.

BAHIA, L. Os riscos do ozônio ambiental. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 2, n. 1, p. 33-36, mar. 2010.

BAKONYI, S. M. C.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MARTINS, L. C. 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.

BARBOSA, F. F. **Índice de qualidade socioambiental para o Estado de Minas Gerais**. 2009. 94f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, p. 285-304, jul./set. 2009.

BELL, M. L.; O'NEILL, M. S.; CIFUENTES, L. A. Challenges and recommendations for the study of socioeconomic factors and air pollution health effects. **Environmental Science & Policy**, v. 438, p. 1-9, 2005.

BRAGA, A. L. F.; PEREIRA, L. A. A.; PROCÓPIO, M. et al. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e

cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, supl. 4, p. S570-S578, 2007.

BRAGA, T. M. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes em duas regiões metropolitanas Brasileiras. **Revista Eure**, v. 32, n. 96, p. 47-71, ago. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 03, de 28 de junho de 1990**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 19 jun. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS - Departamento de Informática do SUS. **Morbidade e mortalidade hospitalar do SUS. 2008-2010**. 2012a. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do Conama: resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Brasília: MMA, 2012b.

BRUM, D. R. **Estudo da composição química do material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) em Porto Alegre e Belo Horizonte**. 2010. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Atmosféricas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BUENO, F. F. **Qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças, no município de Divinópolis, MG, Brasil**. 2008. 73f. Dissertação (Mestrado em Educação, Cultura e Organizações Sociais) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Divinópolis, 2008.

BURSZTYN, M. Armadilhas do progresso: contradições entre economia e ecologia. **Sociedade e Estado**, v. 10, n. 1, p. 97-124, 1995.

CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A. et al. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 32, supl. 1, p. S5-S11, 2006.

CARVALHO, M. B. M. **Impactos e conflitos da produção de cimento no Distrito Federal**. 2008. 187f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

CARVALHO, V. S. B. **Metodologia da qualidade do ar no que tange as concentrações de Ozônio e dos Óxidos de Nitrogênio na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. 2006. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CASTRO, H. A.; CUNHA, M. F.; MENDONÇA, G. A. S. et al. Efeitos da poluição do ar na função respiratória de escolares, Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 1, p. 26-34, 2009.

CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE. **Mapa da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. [2008?]. Disponível em: <[http://www.centrodametropole.org.br/index.php?section=content&subsection\\_id=4&content\\_id=265](http://www.centrodametropole.org.br/index.php?section=content&subsection_id=4&content_id=265)>. Acesso em: 20 abr. 2012.

CLOUGHERTY, J. E.; KUBZANSKY, L. D. A framework for examining social stress and susceptibility to air pollution in respiratory health. **Environmental Health Perspectives**, v. 117, n. 9, p. 1351-1358, 2009.

COLOMBINI, M. P. Poluição atmosférica e seu impacto no sistema cardiovascular. **Einstein**, v. 6, n. 2, p. 221-226, 2008.

CONCEIÇÃO, G. M. S.; MIRAGLIA, S. G. E. K.; KISHI, H. S. et al. Air pollution and child mortality: a time-series study in São Paulo, Brazil. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, suppl. 3, p. 347-350, June 2001.

COUTINHO, E. S. F.; CUNHA, G. M. Conceitos básicos de epidemiologia e estatística para a leitura de ensaios clínicos controlados. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 27, n. 2, p. 146-151, 2005.

CRUTZEN, P. **Atmospheric chemistry and climate in the anthropocene**. Helsinki Chemicals Forum, Helsinki, May, 21, 2010. Disponível em:

<[http://finnexpo.multiedition.fi/wwwcem/cem/program/Materials\\_2010/PaulCrutzenspresentation.pdf](http://finnexpo.multiedition.fi/wwwcem/cem/program/Materials_2010/PaulCrutzenspresentation.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2012.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. Participação do ar como causa de morbidade e mortalidade da população urbana. **Revista RA' E GA – Espaço Geográfico em Análise**, n. 15, p. 113-126, 2008.

DE MELO LISBOA, H. **Controle da poluição atmosférica**. Capítulo III: efeitos causados pela poluição atmosférica. Montreal, ago. 2007. Disponível em:

<[http://www.lcqar.ufsc.br/site/data/\\_uploaded/file/Controle%20de%20Polui%C3%A7%C3%A3o%20Atmosf%C3%A9rica/Cap%203%20Efeitos%20causados%20pela%20poluicao%20atmosferica.pdf](http://www.lcqar.ufsc.br/site/data/_uploaded/file/Controle%20de%20Polui%C3%A7%C3%A3o%20Atmosf%C3%A9rica/Cap%203%20Efeitos%20causados%20pela%20poluicao%20atmosferica.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2012.

DEGUEN, S.; ZMIROU-NAVIER, D. Social inequalities in health risk related to ambient air quality. In: WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Environment and health risks: a review of the influence and effects of social inequalities**. Copenhagen, Denmark: WHO, 2010. p. 5-32.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOUVEIA, N.; BREMNER, S. A.; NOVAES, H. M. D. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 58, p. 11-17, 2004.

GOUVEIA, N.; MENDONÇA, G. A. S.; LEON, A. P. et al. Poluição do ar e efeitos na saúde das populações de duas grandes metrópoles brasileiras. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 12, n. 1, p. 29-40, 2003.

HOGAN, D. J. Indicadores sociodemográficos de sustentabilidade. In: ORMEIRO, A. R. (Org.). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. São Paulo: Unicamp, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. 2008. Disponível em:

<[FTP://geofpt.ibge.gov.br/documento/recursosnaturais/ids/ids2008.pdf](http://geofpt.ibge.gov.br/documento/recursosnaturais/ids/ids2008.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2012.

JERRETT, M.; BURNETT, R. T.; BROOK, J. et al. Do socioeconomic characteristics modify the short term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 58, p. 31-40, 2004.

JI, M.; COHAN, D. S.; BELL, M. L. Meta-analysis of the association between short-term exposure to ambient ozone and respiratory hospital admissions. **Environmental Research Letters**, v. 6, p. 1-11, May 2011.

JUNGER, W. L.; LEON, A. P.; MENDONÇA, G. A. S. Associação entre mortalidade diária por câncer de pulmão e poluição do ar no município do Rio de Janeiro: um estudo ecológico de séries temporais. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 51, n. 2, p. 111-115, 2005.

LIPFERT, F. W. Air pollution and poverty: does the sword CUT both ways? **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 58, p. 2-3, 2004.

MAGALHÃES, L. C.; NALINI JÚNIOR, H. A.; LIMA, A. C. et al. Determinação de metais traço no material particulado em suspensão em Ouro Preto, Minas Gerais. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 519-523, 2010.

MARCÍLIO, I.; GOUVEIA, N. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, supl. 4, p. S529-S536, 2007.

MARIANI, A. W.; TERRA, R. M. **Trauma torácico**. 2010. Disponível em: <[http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/1299/trauma\\_toracico.htm](http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/1299/trauma_toracico.htm)>. Acesso em: 5 jul. 2012.

MARTINS, M. C. H.; FATIGATI, F. L.; VÉSPOLI, T. C. et al. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 58, p. 41-46, 2004.

MEDEIROS, A.; GOUVEIA, N. Relação entre baixo peso ao nascer e a poluição do ar no município de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 6, p. 965-972, 2005.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de localização das estações de monitoramento**. [2012?]. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/arquivos/qualidadedoar/estar\\_rmbh\\_100dpi\\_novo.jpg](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/qualidadedoar/estar_rmbh_100dpi_novo.jpg)>. Acesso em: 15 nov. 2012.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte em 2008**. Belo Horizonte: Feam, 2009.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte em 2009**. Belo Horizonte: Feam, 2010a.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte em 2010**. Belo Horizonte: Feam, 2011.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Plano de controle de poluição veicular de Minas Gerais - PCPV-MG**. Belo Horizonte: Feam, 2010b.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. **Lei nº 9.525, de 29 de dezembro de 1987**. Dispõe sobre a instituição da Fundação Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. 2012.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. **Lei nº 12.583, de 17 de julho de 1997**. Dispõe sobre a reorganização da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM - e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. 2012.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Qualidade do ar**. [200-]. Disponível em: <<http://www.feam.br>>. Acesso em: 7 jul. 2012.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Qualidade do ar e efeitos à saúde**. [2011?]. Disponível em: <<http://www.feam.br>>. Acesso em: 7 jul. 2012.

NAESS, O.; PIRO, F. N.; NAFSTAD, P. et al. Air pollution, social deprivation, and mortality. A multilevel cohort study. **Epidemiology**, v. 18, n. 6, p. 686-694, 2007.

NASCIMENTO, L. F. C.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. 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.

OLIVEIRA, B. F. A.; IGNOTTI, E.; HACON, S. S. A systematic review of the physical and chemical characteristics of pollutants from biomass burning and combustion of fossil fuels and health effects in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 9, p. 1678-1698, set. 2011.

OLMO, N. R. S. **Poluição atmosférica e exposição humana: a evolução científica epidemiológica e sua correlação com o ordenamento jurídico**. 2010. 254f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PAES, J. L.; SILVA, J. N.; GALVARRO, S. F. S. Considerações sobre a poluição do ar em grandes metrópoles. **Revista Ponto de Vista**, v. 5, n. 1, p. 67-80, 2008.

POPE III, C. A.; DOCKERY, D. W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 56, p. 709-742, 2006.

POPE III, C. A.; EZZATI, M.; DOCKERY, D. W. Fine-particle air pollution and life expectancy in the United States. **New England Journal of Medicine**, v. 360, n. 4, p. 376-386, Jan. 2009.

QUINTANILHA, L. O universo das emissões atmosféricas e a atuação do setor industrial. **Revista Meio Ambiente Industrial**, p. 27-40, jul./ago. 2009. Disponível em: <<http://www.ipt.br/download.php?filename=35-Emissoes-atmosfericas.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2012.

RADICCHI, A. L. A. A poluição na bacia aérea da região metropolitana de Belo Horizonte e sua repercussão na saúde da população. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 29, n. 1, p. 195-198, jan./jun. 2012.

REIS, D. W. **Análise da dinâmica processual dos estudos de impacto ambiental na mineração e outros pareceres técnicos no Estado de Minas Gerais**. 2011. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 4. ed. São Paulo: USP, 2001.

ROWLAND, F. S. **The changing atmosphere in 2004**. Bibliotheca Alexandrina, 5 Apr. 2004. Disponível em: <[http://www.bibalex.org/attachments/english/The\\_Changing\\_Atmosphere\\_in\\_2004.pdf](http://www.bibalex.org/attachments/english/The_Changing_Atmosphere_in_2004.pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2012.

SALLUH, J. I. F. Risco de exposição ocupacional e doenças respiratórias no Brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 2, n. 1, p. 29-32, mar. 2010.

SAMET, J. M.; WHITE, R. H. Urban air pollution, health and equity. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 58, p. 35, 2004.

SANCHEZ CLARKE, F. Consideraciones sobre la capa de ozono y su relación con el cáncer de piel. **Revista Médica de Chile**, v.134, n. 9, p. 1185-1190, sep. 2006.

SCHIRMER, W. N.; RUDNIAK, A. Avaliação das emissões gasosas de diferentes tipos de combustíveis utilizados e seus impactos ambientais. **Tecno-Lógica**, v. 13, n. 1, p. 25-34, jan./jun. 2009.

SCHWARTZ, J. Total suspended particulate matter and daily mortality in Cincinnati, Ohio. **Environmental Health Perspectives**, v. 102, n. 2, p. 186-189, Dec. 1994.

SOUSA, K. R. P. **Estudo sobre compostos orgânicos voláteis presentes no ar do município de Paulínia**. 2009. 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

TOLEDO, G. I. F. M.; NARDOCCI, A. C. Poluição veicular e saúde da população: uma revisão sobre o município de São Paulo (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 14, n. 3, p. 445-454, 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. GRID-Arendal. **The greenhouse effect**. [2011?]. Disponível em: <<http://www.grida.no/>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **AQI - Air Quality Index**. A guide to air quality and your health. Aug. 2009. Disponível em: <[http://www.epa.gov/airnow/aqi\\_brochure\\_08-09.pdf](http://www.epa.gov/airnow/aqi_brochure_08-09.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2013.

VIEGI, G.; MAIO, S.; PISTELLI, F. et al. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease: health effects of air pollution. **Respirology**, v. 11, p. 523-532, 2006.

VIEIRA, N. R. **Poluição do ar**: indicadores ambientais. Rio de Janeiro: E-papers, 2009.

VILLENEUVE, P. J.; BURNETT, R. T.; SHI, Y. et al. A time-series study of air pollution, socioeconomic status, and mortality in Vancouver, Canada. **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, v. 13, p. 427-435, 2003.

VON KRÜGER, P. **Estudo 57**: mineração. Cedeplar/UFMG, [2010?]. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/PIS/Estudo%2057.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

YOUNG, C. E. F. **International trade and industrial emissions in Brazil**: an input-output approach. Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, [2000?]. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/international\\_trade\\_and\\_industrial\\_emissions\\_in\\_brazil.pdf](http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/international_trade_and_industrial_emissions_in_brazil.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2012.

WHEELER, B. W.; BEN-SHLOMO, Y. Environmental equity, air quality, socioeconomic status, and respiratory health: a linkage analysis of routine data from the The Health Survey for England. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 59, p. 948-954, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision**. 2010. Disponível em: <<http://www.who.int>>. Acesso em: 12 dez. 2012.

ZANOBETTI, A.; SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D. W. Airborne particles are a risk factor for hospital admissions for heart and lung disease. **Environmental Health Perspectives**, v. 108, n. 11, p. 1071-1077, Nov. 2000.

## **ANEXOS**

## ANEXO A - Internações por mês no SUS - RMBH, 2008

Mês	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Janeiro	591	2,07	747	2,66	5.340	2,75	6.678
Fevereiro	2.252	7,90	1.862	6,63	14.002	7,22	18.116
Março	2.521	8,85	2.784	9,92	16.790	8,65	22.095
Abril	2.170	7,61	3.072	10,94	15.521	8,00	20.763
Maio	2.341	8,21	3.183	11,34	16.511	8,51	22.035
Junho	3.171	11,13	3.135	11,17	22.499	11,60	28.805
Julho	2.597	9,11	2.471	8,80	18.632	9,60	23.700
Agosto	2.799	9,82	2.271	8,09	18.056	9,31	23.126
Setembro	2.789	9,79	2.444	8,70	18.200	9,38	23.433
Outubro	2.752	9,66	2.169	7,72	17.827	9,19	22.748
Novembro	2.435	8,54	2.094	7,46	16.368	8,44	20.897
Dezembro	2.079	7,29	1.843	6,56	14.262	7,35	18.184
Total	28.497	99,98	28.072	99,99	194.008	100,00	250.580
% total	11,37		11,20		77,42		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

## ANEXO B - Internações por faixa etária no SUS - RMBH, 2008

Faixa etária (anos)	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
<1	77	0,27	5.260	18,73	10.274	5,29	15.611
1-4	89	0,31	7.007	24,96	5.856	3,02	12.952
5-9	94	0,33	3.136	11,17	5.573	2,87	8.803
10-14	127	0,44	877	3,12	4.920	2,53	5.924
15-19	215	0,75	404	1,44	15.466	7,97	16.085
20-24	445	1,56	456	1,62	23.002	11,86	23.903
25-29	805	2,82	522	1,86	23.608	12,17	24.935
30-34	1.139	4,00	549	1,95	18.503	9,54	20.191
35-39	1.406	4,93	551	1,96	13.997	7,21	15.954
40-44	1.999	7,01	714	2,54	12.098	6,23	14.811
45-49	2.692	9,45	742	2,64	10.934	5,63	14.368
50-54	3.267	11,46	829	2,95	10.251	5,28	14.347
55-59	3.234	11,35	895	3,19	8.817	4,54	12.946
60-64	2.907	10,20	938	3,34	7.554	3,89	11.399
65-69	2.821	9,90	994	3,54	6.612	3,41	10.427
70-74	2.604	7,14	1.179	4,20	5.997	3,09	9.780
75-79	2.122	7,45	1.102	3,92	4.844	2,50	8.068
80 e +	2.454	8,61	1.920	6,84	5.702	2,94	10.076
Total	28.497	99,98	28.075	99,97	194.008	99,97	250.580
% total	11,37		11,20		77,42		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

### ANEXO C - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2008

Mês	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Janeiro	25	1,26	18	1,24	61	0,89	104
Fevereiro	144	7,26	140	9,66	417	6,07	701
Março	170	8,57	135	9,32	630	9,17	935
Abril	148	7,46	122	8,42	547	7,97	817
Maiο	166	8,37	126	8,69	564	8,21	856
Junho	262	13,21	181	12,49	874	12,73	1.317
Julho	207	10,44	141	9,73	671	9,77	1.019
Agosto	194	9,78	129	8,90	695	10,12	1.018
Setembro	219	11,04	121	8,35	690	10,05	1.030
Outubro	180	9,08	131	9,04	658	9,58	969
Novembro	156	7,87	116	8,00	607	8,84	879
Dezembro	112	5,65	89	6,14	452	6,58	653
Total	1.983	99,99	1.449	99,98	6.866	99,98	10.298
% total	19,26		14,07		66,67		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

**ANEXO D - Internações por mês no SUS - RMBH, 2009**

Mês	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Janeiro	2.323	8,45	1.821	6,60	16.219	8,33	20.363
Fevereiro	2.263	8,23	1.688	6,12	15.357	7,89	19.308
Março	2.213	8,05	2.191	7,95	16.306	8,37	20.710
Abril	2.112	7,69	2.366	8,58	15.771	8,10	20.249
Maiο	2.286	8,32	3.024	10,97	17.340	8,91	22.650
Junho	2.278	8,29	2.673	9,69	17.281	8,88	22.232
Julho	2.367	8,61	2.559	9,28	17.276	8,87	22.202
Agosto	2.501	9,10	2.949	10,69	15.291	7,85	20.741
Setembro	2.362	8,59	2.427	8,80	14.988	7,70	19.777
Outubro	2.354	8,57	2.193	7,95	16.438	8,44	20.985
Novembro	2.357	8,58	1.989	7,21	17.213	8,84	21.559
Dezembro	2.062	7,50	1.693	6,14	15.199	7,81	18.954
<b>Total</b>	<b>27.478</b>	<b>99,98</b>	<b>27.573</b>	<b>99,98</b>	<b>194.679</b>	<b>99,99</b>	<b>249.730</b>
% total	11,00		11,04		77,95		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

## ANEXO E - Internações por faixa etária no SUS - RMBH, 2009

Faixa etária (anos)	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
<1	76	0,28	4.983	18,07	10.382	5,33	15.441
1-4	50	0,18	6.071	22,02	5.022	2,58	11,143
5-9	75	0,27	2.944	10,68	5.006	2,57	8,025
10-14	111	0,40	1.042	3,78	4.932	2,53	6.085
15-19	169	0,61	501	1,82	15.228	7,82	15.898
20-24	365	1,33	564	2,04	22.927	11,78	23.856
25-29	689	2,51	668	2,42	23.409	12,02	24.766
30-34	1.058	3,85	658	2,39	18.893	9,70	20.609
35-39	1.412	5,14	625	2,27	14.464	7,43	16.501
40-44	1.881	6,84	679	2,46	12.057	6,19	14.617
45-49	2.554	9,29	839	3,04	11.128	5,72	14.521
50-54	3.080	11,21	991	3,59	10.749	5,52	14.820
55-59	3.263	11,87	953	3,46	9.119	4,68	13.335
60-64	3.037	11,05	868	3,15	7.727	3,97	11.632
65-69	2.699	9,82	986	3,58	6.295	3,56	10.610
70-74	2.563	9,33	1.168	4,24	6.096	3,13	9.827
75-79	2.059	7,49	1.077	3,90	4.946	2,54	8.082
80 e +	2.337	8,50	1.956	7,09	5.669	2,91	9.962
Total	27.478	99,97	27.573	100,00	194.679	99,98	249.730
% total	11,00		11,04		77,95		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

## ANEXO F - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2009

Mês	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Janeiro	165	9,34	104	7,46	634	8,60	903
Fevereiro	148	8,38	92	6,60	567	7,70	807
Março	122	6,90	115	8,25	624	8,47	861
Abril	133	7,53	102	7,32	566	7,68	801
Maiο	157	8,88	122	8,75	669	9,08	948
Junho	152	8,60	124	8,89	598	8,12	874
Julho	156	8,83	120	8,61	642	8,71	918
Agosto	163	9,22	153	10,97	652	8,85	968
Setembro	145	8,20	118	8,46	550	7,46	813
Outubro	147	8,32	114	8,18	580	7,87	841
Novembro	168	9,51	128	9,18	712	9,66	1.008
Dezembro	111	6,28	102	7,32	573	7,78	786
<b>Total</b>	<b>1.767</b>	<b>99,99</b>	<b>1.394</b>	<b>99,99</b>	<b>7.367</b>	<b>99,98</b>	<b>10.528</b>
% total	16,78		13,24		69,97		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

**ANEXO G - Internações por mês no SUS - RMBH, 2010**

Mês	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Janeiro	2.277	8,06	1.843	6,91	16.454	8,21	20.574
Fevereiro	2.008	7,11	1.714	6,42	14.683	7,33	18.405
Março	2.261	8,01	2.319	8,69	17.092	8,53	21.672
Abril	2.237	7,92	2.683	10,06	17.512	8,74	22.432
Maiο	2.403	8,51	2.645	9,91	18.436	9,20	23.484
Junho	2.492	8,82	2.477	9,28	17.581	8,77	22.550
Julho	2.428	8,60	2.270	8,51	16.927	8,45	21.625
Agosto	2.655	9,40	2.255	8,45	17.830	8,90	22.740
Setembro	2.393	8,47	2.138	8,01	14.744	7,36	19.275
Outubro	2.395	8,48	2.230	8,36	16.257	8,11	20.882
Novembro	2.386	8,45	2.128	7,98	16.521	8,24	21.035
Dezembro	2.303	8,15	1.973	7,40	16.371	8,17	20.647
<b>Total</b>	<b>28.238</b>	<b>99,98</b>	<b>26.675</b>	<b>99,98</b>	<b>200.408</b>	<b>100,01</b>	<b>255.321</b>
% total	11,06		10,45		78,49		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

**ANEXO H - Internações por faixa etária no SUS - RMBH, 2010**

Faixa etária (anos)	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
<1	100	0,35	4.770	18,88	10.154	5,07	15.024
1-4	64	0,23	6.168	23,12	5.617	2,80	11.849
5-9	68	0,24	2.944	11,04	5.072	2,53	8.084
10-14	104	0,37	1.005	3,77	5.056	2,52	6.165
15-19	150	0,53	499	1,87	15.072	7,52	15.721
20-24	344	1,22	484	1,81	22.762	11,36	23.590
25-29	685	2,42	476	1,78	22.735	11,34	23.896
30-34	1.109	3,93	452	1,69	19.504	9,73	21.065
35-39	1.426	5,05	542	2,03	14.679	7,32	16.647
40-44	2.077	7,35	675	2,53	12.310	6,14	15.062
45-49	2.687	9,51	772	2,89	11.674	5,82	15.133
50-54	3.242	11,48	903	3,38	11.263	5,62	15.408
55-59	3.407	12,06	875	3,28	10.052	5,01	14.334
60-64	3.189	11,29	797	2,99	8.744	4,36	12.730
65-69	2.713	9,61	996	3,73	7.491	3,74	11.200
70-74	2.465	8,73	1.134	4,25	6.672	3,33	10.271
75-79	2.046	7,24	1.111	4,16	5.450	2,72	8.607
80 e +	2.362	8,36	2.072	7,77	6.101	3,04	10.535
Total	28.238	99,97	26.675	99,97	200.408	99,97	255.321
% total	11,06		10,45		78,49		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

**ANEXO I - Óbitos por mês no SUS - RMBH, 2010**

Mês	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Janeiro	156	9,39	111	8,35	636	8,78	903
Fevereiro	126	7,58	93	7,00	608	8,39	827
Março	111	6,68	82	6,17	595	8,21	788
Abril	128	7,70	102	7,67	662	9,14	892
Maiο	126	7,58	116	8,73	601	8,30	743
Junho	154	9,26	128	9,63	625	8,63	907
Julho	151	9,08	107	8,05	622	8,59	880
Agosto	149	8,96	127	9,56	624	8,61	900
Setembro	123	7,40	94	7,07	530	7,32	747
Outubro	140	8,42	116	8,73	528	7,29	784
Novembro	143	8,60	131	9,86	614	8,47	888
Dezembro	155	9,33	122	9,18	599	8,27	876
<b>Total</b>	<b>1.662</b>	<b>99,98</b>	<b>1.329</b>	<b>100,00</b>	<b>7.244</b>	<b>100,00</b>	<b>10.235</b>
% total	16,24		12,98		70,78		-

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

## ANEXO J - Internações por município no SUS - RMBH, 2008

Município	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Belo Horizonte	15.376	53,96	14.353	51,12	95.543	49,25	125.272
Betim	1.416	4,97	1.831	6,52	15.396	7,93	18.643
Brumadinho	187	0,66	239	0,85	1.369	0,70	1.795
Caeté	526	1,84	275	0,98	1.682	0,87	2.483
Confins	38	0,13	15	0,05	207	0,11	260
Contagem	2.650	9,30	2.461	8,76	20.999	10,82	26.110
Esmeraldas	334	1,17	502	1,79	2.176	1,12	3.012
Florestal	26	0,09	21	0,07	181	0,09	228
Ibirité	696	2,44	897	3,19	6.095	3,14	7.688
Igarapé	132	0,46	140	0,50	1.163	0,60	1.435
Itaúna**	133	0,47	216	0,77	926	0,48	1.275
Jaboticatubas	144	0,50	121	0,43	719	0,37	984
Juatuba	91	0,32	88	0,31	927	0,48	1.106
Lagoa Santa	394	1,38	228	0,81	2.034	1,05	2.656
Mário Campos	35	0,12	59	0,21	436	0,22	530
Mateus Leme	246	0,86	495	1,76	1.469	0,76	2.210
Matozinhos	341	1,20	297	1,06	1.673	0,86	2.311
Nova Lima	491	1,72	352	1,25	2.911	1,50	3.754
Nova União	32	0,11	32	0,11	300	0,15	364
Pedro Leopoldo	302	1,06	307	1,09	2.589	1,33	3.198
Raposos	126	0,44	73	0,26	540	0,28	739
Ribeirão das Neves	1.694	5,94	2.055	7,32	12.979	6,69	16.728
Rio Acima	39	0,14	26	0,09	359	0,18	424
Rio Manso	22	0,08	21	0,07	188	0,10	231
Sabará	982	3,44	1.090	3,88	5.358	2,76	7.430
Santa Luzia	1.104	3,87	994	3,54	8.186	4,22	10.284
S. Joaquim de Bicas	60	0,21	57	0,20	820	0,42	937
São José da Lapa	147	0,51	95	0,34	776	0,40	1.018
Sarzedo	73	0,26	80	0,28	840	0,43	993
Sete Lagoas***	87	0,30	90	0,32	690	0,35	867
Taquaraçu Minas	17	0,06	5	0,02	112	0,06	134
Vespasiano	556	1,95	560	1,99	4.365	2,25	5.481
Total	28.497	99,96	28.075	99,94	194.008	99,97	250.580
% do total*	11,37		11,20		77,42		99,99

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

\*\* Itaúna inclui os municípios de Itaguara e Itatiaçu. O município não faz parte da RMBH. A sua inclusão decorre do registro de pacientes da localidade na RMBH.

\*\*\* Sete Lagoas inclui os municípios de Baldim e Capim Branco.

## ANEXO K - Internações por município no SUS - RMBH, 2009

Município	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Belo Horizonte	15.204	55,33	14.174	51,40	96.552	49,59	125.930
Betim	1.247	4,54	1.757	6,37	14.200	7,29	17.204
Brumadinho	328	1,19	338	1,22	1.526	0,78	2.192
Caeté	393	1,43	355	1,29	1.550	0,80	2.298
Confins	17	0,06	10	0,04	191	0,10	218
Contagem	2.691	9,79	2.806	10,18	21.697	11,14	27.194
Esmeraldas	341	1,24	434	1,57	2.317	1,19	3.092
Florestal	27	0,10	22	0,08	159	0,08	208
Ibirité	657	2,39	754	2,73	5.902	3,03	7.313
Igarapé	113	0,41	100	0,36	1.073	0,55	1.286
Itaúna**	141	0,51	247	0,89	883	0,45	1.271
Jaboticatubas	126	0,46	129	0,47	729	0,37	984
Juatuba	107	0,39	86	0,31	810	0,42	1.003
Lagoa Santa	329	1,20	241	0,87	2.037	1,05	2.607
Mário Campos	43	0,16	52	0,19	471	0,24	566
Mateus Leme	288	1,05	413	1,50	1.254	0,64	1.955
Matozinhos	210	0,76	261	0,95	1.531	0,79	2.002
Nova Lima	525	1,91	310	1,12	2.833	1,45	3.668
Nova União	35	0,13	33	0,12	241	0,12	309
Pedro Leopoldo	258	0,94	282	1,02	2.208	1,13	2.748
Raposos	125	0,45	79	0,29	599	0,31	803
Ribeirão das Neves	1.480	5,39	1.991	7,22	13.425	6,89	16.896
Rio Acima	50	0,18	34	0,12	384	0,20	468
Rio Manso	20	0,07	12	0,04	143	0,07	175
Sabará	691	2,51	851	3,09	4.989	2,56	6.531
Santa Luzia	1.083	3,94	1.001	3,63	9.483	4,87	11.567
S. Joaquim de Bicas	70	0,25	56	0,20	821	0,42	947
São José da Lapa	107	0,39	97	0,35	765	0,39	969
Sarzedo	85	0,31	78	0,28	775	0,40	938
Sete Lagoas***	85	0,31	68	0,25	542	0,28	705
Taquaraçu Minas	19	0,07	14	0,05	132	0,07	165
Vespasiano	583	2,12	488	1,77	4.447	2,28	5.518
<b>Total</b>	<b>27.478</b>	<b>99,98</b>	<b>27.573</b>	<b>99,97</b>	<b>194.679</b>	<b>99,95</b>	<b>249.730</b>
% total*	11,00		11,04		77,95		99,99

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

\*\* Itaúna inclui os municípios de Itaguara e Itatiaiuçu. O município não faz parte da RMBH. A sua inclusão decorre do registro de pacientes da localidade na RMBH.

\*\*\* Sete Lagoas inclui os municípios de Baldim e Capim Branco.

## ANEXO L - Internações por município no SUS - RMBH, 2010

Município	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Belo Horizonte	16.168	57,26	13.692	51,33	99.291	49,54	129.151
Betim	1.319	4,67	1.843	6,91	15.580	7,77	18.742
Brumadinho	266	0,94	388	1,45	1.476	0,77	2.130
Caeté	347	1,23	307	1,15	1.760	0,88	2.414
Confins	34	0,12	12	0,04	179	0,09	225
Contagem	2.685	9,51	2.553	9,57	21.855	10,90	27.093
Esmeraldas	391	1,38	545	2,04	2.550	1,27	3.486
Florestal	20	0,07	20	0,07	188	0,09	228
Ibirité	598	2,12	668	2,50	5.923	2,95	7.189
Igarapé	102	0,36	95	0,36	1.382	0,69	1.579
Itaúna**	123	0,43	234	0,88	914	0,46	1.271
Jaboticatubas	133	0,47	112	0,42	631	0,31	876
Juatuba	132	0,47	76	0,28	873	0,43	1.081
Lagoa Santa	304	1,08	212	0,79	1.876	0,94	2.392
Mário Campos	40	0,14	50	0,19	481	0,24	571
Mateus Leme	260	0,92	384	1,44	1.482	0,74	2.126
Matozinhos	258	0,91	265	0,99	1.568	0,78	2.091
Nova Lima	515	1,82	344	1,29	3.128	1,56	3.987
Nova União	41	0,14	24	0,09	263	0,13	328
Pedro Leopoldo	293	1,04	228	0,85	2.3626	1,16	2.847
Raposos	93	0,33	61	0,23	631	0,31	785
Ribeirão das Neves	1.550	5,49	1.977	7,41	13.927	6,95	17.454
Rio Acima	70	0,25	17	0,06	408	0,20	495
Rio Manso	8	0,03	19	0,07	153	0,08	180
Sabará	588	2,08	685	2,57	5.143	2,57	6.416
Santa Luzia	938	3,32	1.074	4,03	8.352	4,17	10.364
S. Joaquim de Bicas	79	0,28	71	0,27	900	0,45	1.050
São José da Lapa	107	0,38	77	0,29	831	0,41	1.015
Sarzedo	108	0,38	65	0,24	845	0,42	1.018
Sete Lagoas***	86	0,30	66	0,25	556	0,28	708
Taquaraçu Minas	11	0,04	7	0,03	130	0,06	148
Vespasiano	571	2,02	504	1,89	4.806	2,40	5.881
Total	28.238	99,98	26.675	99,98	200.408	100,0	255.321
% total	11,06		10,45		78,49		100,00

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

\*\* Itaúna inclui os municípios de Itaguara e Itatiaçu. O município não faz parte da RMBH. A sua inclusão decorre do registro de pacientes da localidade na RMBH.

\*\*\* Sete Lagoas inclui os municípios de Baldim e Capim Branco.

## ANEXO M - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2008

Município	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Belo Horizonte	1.024	51,64	746	51,48	3.800	55,34	5.570
Betim	149	7,51	100	6,90	461	6,71	710
Brumadinho	13	0,65	10	0,69	32	0,47	55
Caeté	38	1,92	23	1,59	81	1,18	142
Confins	1	0,05	1	0,07	6	0,09	8
Contagem	199	10,03	139	9,59	753	10,97	1.091
Divinópolis**	10	0,50	13	0,90	25	0,36	48
Esmeraldas	26	1,31	24	1,66	44	0,64	94
Florestal	-	-	1	0,07	3	0,04	4
Ibirité	50	2,52	38	2,62	154	2,24	242
Igarapé	14	0,71	9	0,62	25	0,36	48
Jaboticatubas	11	0,55	7	0,48	20	0,29	38
Juatuba	8	0,40	4	0,28	22	0,32	34
Lagoa Santa	19	0,96	23	1,59	61	0,89	103
Mário Campos	6	0,30	5	0,34	13	0,19	24
Mateus Leme	18	0,91	18	1,24	35	0,51	71
Matozinhos	23	1,16	5	0,34	50	0,73	78
Nova Lima	38	1,92	29	2,00	102	1,48	169
Nova União	3	0,15	2	0,14	7	0,10	12
Pedro Leopoldo	18	0,91	8	0,55	64	0,93	90
Raposos	7	0,35	7	0,48	14	0,20	28
Ribeirão das Neves	117	5,90	87	6,00	415	6,04	619
Rio Acima	2	0,10	3	0,21	14	0,20	19
Rio Manso	1	0,05	2	0,14	5	0,07	8
Sabará	53	2,67	39	2,69	177	2,58	269
Santa Luzia	72	3,63	53	3,66	260	3,79	385
S. Joaquim de Bicas	5	0,25	7	0,48	22	0,32	34
São José da Lapa	4	0,20	2	0,14	25	0,36	31
Sarzedo	4	0,20	9	0,62	25	0,36	38
Sete Lagoas***	15	0,76	6	0,41	14	0,20	35
Taquaraçu Minas	-	-	-	-	3	0,04	3
Vespasiano	35	1,76	29	2,00	134	1,95	198
Total	1.983	99,97	1.449	99,98	6.866	99,95	10.298
% total*	19,26		14,07		66,67		100,00

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

\*\* Divinópolis não faz parte da RMBH. Os dados se referem a óbitos de pacientes daquele município registrados na RMBH.

\*\*\* Sete Lagoas inclui os municípios de Baldim e Capim Branco.

## ANEXO N - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2009

Município	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Belo Horizonte	906	51,27	651	46,70	4.095	55,58	5.652
Betim	84	4,75	70	5,02	450	6,11	604
Brumadinho	17	0,96	20	1,43	33	0,45	70
Caeté	32	1,81	40	2,87	59	0,80	131
Confins	-	-	2	0,14	4	0,05	6
Contagem	242	13,69	165	11,84	844	11,46	1.251
Divinópolis**	13	0,73	18	1,29	25	0,34	56
Esmeraldas	20	1,13	18	1,29	49	0,66	87
Florestal	-	-	3	0,21	3	0,04	6
Ibirité	38	2,15	27	1,94	194	2,63	259
Igarapé	4	0,23	10	0,72	46	0,62	60
Jaboticatubas	10	0,56	2	0,14	22	0,30	34
Juatuba	6	0,34	5	0,36	23	0,31	34
Lagoa Santa	21	1,19	25	1,79	71	0,96	117
Mário Campos	5	0,28	4	0,29	7	0,09	16
Mateus Leme	12	0,68	25	1,79	50	0,68	87
Matozinhos	20	1,13	14	1,00	48	0,65	82
Nova Lima	28	1,58	27	1,94	123	1,67	178
Nova União	3	0,17	4	0,29	10	0,13	17
Pedro Leopoldo	13	0,73	19	1,36	71	0,96	103
Raposos	13	0,73	11	0,79	35	0,47	59
Ribeirão das Neves	110	6,22	93	6,67	389	5,28	592
Rio Acima	2	0,11	4	0,29	15	0,20	21
Rio Manso	3	0,17	2	0,14	5	0,07	10
Sabará	38	2,15	36	2,58	186	2,52	260
Santa Luzia	63	3,56	51	3,66	283	3,84	397
S. Joaquim de Bicas	4	0,23	2	0,14	24	0,32	30
São José da Lapa	9	0,51	4	0,29	24	0,32	37
Sarzedo	7	0,40	3	0,21	18	0,24	28
Sete Lagoas***	6	0,34	11	0,79	16	0,22	33
Taquaraçu Minas	-	-	1	0,07	8	0,11	9
Vespasiano	38	2,15	27	1,94	137	1,86	202
Total	1.767	99,95	1.394	99,98	7.367	99,94	10.528
% total*	16,78		13,24		69,97		99,99

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

\*\* Divinópolis não faz parte da RMBH. Os dados se referem a óbitos de pacientes daquele município registrados na RMBH.

\*\*\* Sete Lagoas inclui os municípios de Baldim e Capim Branco.

## ANEXO O - Óbitos por município no SUS - RMBH, 2010

Município	Doenças do aparelho circulatório		Doenças do aparelho respiratório		Outras patologias		Total
	Quant.	%*	Quant.	%*	Quant.	%*	
Belo Horizonte	821	49,40	625	47,03	3.966	54,75	5.412
Betim	89	5,35	84	6,32	442	6,10	615
Brumadinho	17	1,02	13	0,98	64	0,88	94
Caeté	22	1,32	29	2,18	63	0,87	114
Confins	6	0,36	1	0,07	5	0,07	12
Contagem	241	14,50	191	14,37	806	11,13	1.238
Divinópolis**	12	0,72	15	1,13	24	0,33	51
Esmeraldas	21	1,26	26	1,96	85	1,17	132
Florestal	1	0,06	2	0,15	8	0,11	11
Ibirité	18	1,08	16	1,20	173	2,39	207
Igarapé	12	0,72	9	0,68	52	0,72	73
Jaboticatubas	6	0,36	8	0,60	31	0,43	45
Juatuba	5	0,30	2	0,15	22	0,30	29
Lagoa Santa	29	1,74	16	1,20	71	0,98	116
Mário Campos	3	0,18	1	0,07	12	0,16	16
Mateus Leme	19	1,14	21	1,58	42	0,58	82
Matozinhos	16	0,96	8	0,60	44	0,61	68
Nova Lima	44	2,65	33	2,48	131	1,81	208
Nova União	2	0,12	2	0,15	8	0,11	12
Pedro Leopoldo	23	1,38	23	1,73	51	0,70	97
Raposos	7	0,42	5	0,38	35	0,48	47
Ribeirão das Neves	114	6,86	84	6,32	403	5,56	601
Rio Acima	5	0,30	3	0,22	19	0,26	27
Rio Manso	-	-	-	-	4	0,05	4
Sabará	37	2,23	28	2,11	182	2,51	247
Santa Luzia	47	2,83	43	3,23	255	3,52	345
S. Joaquim de Bicas	2	0,12	4	0,30	18	0,25	24
São José da Lapa	1	0,06	1	0,07	23	0,32	25
Sarzedo	8	0,48	3	0,22	31	0,43	42
Sete Lagoas***	6	0,36	1	0,07	23	0,32	30
Taquaraçu Minas	1	0,06	1	0,07	7	0,10	9
Vespasiano	27	1,62	31	2,33	144	1,99	202
<b>Total</b>	<b>1.662</b>	<b>99,96</b>	<b>1.329</b>	<b>99,95</b>	<b>7.244</b>	<b>99,99</b>	<b>10.235</b>
% total*	16,24		12,98		70,78		100,00

Fonte: BRASIL, 2012a.

\*Diferença decorrente de arredondamentos.

\*\* Divinópolis não faz parte da RMBH. Os dados se referem a óbitos de pacientes daquele município registrados na RMBH.

\*\*\* Sete Lagoas inclui os municípios de Baldim e Capim Branco.