

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

**Monitoramento da Qualidade do Ar na
Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2010**

Belo Horizonte – Outubro/2011

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

Publicada por:

Fundação Estadual do Meio Ambiente / Minas Gerais - FEAM

Governador do Estado de Minas Gerais

Antônio Augusto Junho Anastasia

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

Adriano Magalhães Chaves

Presidente da FEAM

José Cláudio Junqueira Ribeiro

Diretora de Qualidade e Gestão Ambiental - DQGA

Zuleika Stela Chiacchio Torqueti

Gerência de Gestão da Qualidade do Ar - GESAR

Elisete Gomides Dutra

AUTORES

Elisete Gomides Dutra – Coordenação

Edwan Fernandes Fioravante

Antônio Alves dos Reis

Flávio Daniel Ferreira

Lucas Guimarães Viana

Rúbia Cecília Augusta Francisco

F981m

Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte em 2010. / Fundação Estadual do Meio Ambiente. -- Belo Horizonte: FEAM, 2011. 52p. : il., mapas

1. Qualidade do ar. 2. Ar 3. Poluição atmosférica
II. Título

CDU: 614.71

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

Relatório Técnico

Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2010

FEAM-GESAR-RT-2/2011

Outubro/2011

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
Rodovia Prefeito Américo Gianetti s/n
Edifício Minas – Cidade Administrativa Tancredo Neves – Belo Horizonte – MG / CEP: 30.630-900 Fone: (031) 3915-5000



**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

EQUIPE TÉCNICA

Antônio Alves dos Reis
Diego Francisco Bastos Cavalcante
Edwan Fernandes Fioravante
Elisete Gomides Dutra]
Felipe Gomes de Menezes
Flávio Daniel Ferreira
Genésio Alves Vieira
Jonathan Calixto Silva
Leonardo Victor Pita Figueiredo
Lucas Guimarães Viana
Márcia Cristina Ferreira da Costa
Márcia Gonçalves Leão
Rúbia Cecília Augusta Francisco
Sabrina Caldas de Paiva Brito
Thiago Souza Meira

-
- **FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM**
José Cláudio Junqueira Ribeiro – Presidente
 - **DIRETORIA DE QUALIDADE E GESTÃO AMBIENTAL**
Zuleika Stela Chiacchio Torqueti
 - **GERÊNCIA DE GESTÃO DA QUALIDADE DO AR E EMISSÕES**
Elisete Gomides Dutra

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se neste relatório os resultados do monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte obtidos pela Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar em 2010.

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

*Agradecimentos à equipe técnica da PETROBRAS/REGAP/ASEMA e
VALLOUREC & MANNESMANN TUBES DO BRASIL S.A.*

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. METODOLOGIA | 5 |
| 2.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO | 5 |
| 2.2 MÉTODOS DE MEDIÇÃO | 8 |
| 2.3 PADRÕES DE QUALIDADE DO AR | 10 |
| 2.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DE AR (IQA) | 12 |
| 2.5 CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS DE POLUIÇÃO DO AR..... | 12 |
| 3. RESULTADOS..... | 15 |
| 3.1. CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS..... | 15 |
| 3.1.1 PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM10) E RESPIRÁVEIS (PM2,5)..... | 15 |
| 3.1.2 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂) | 23 |
| 3.1.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO) | 26 |
| 3.1.4 OZÔNIO (O ₃) | 31 |
| 3.1.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO ₂)..... | 35 |
| 3.2. CLASSES DE QUALIDADE DO AR..... | 40 |
| 3.3. DADOS METEOROLÓGICOS..... | 42 |
| 3.3.1 VELOCIDADE DE VENTO | 42 |
| 3.3.2 DIREÇÃO DE VENTO..... | 44 |
| 3.3.3 TEMPERATURA DO AR | 45 |
| 3.3.4 UMIDADE RELATIVA DO AR | 46 |
| 4. DISCUSSÕES | 48 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |

1. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) situa-se na região Metalúrgica do estado de Minas Gerais, uma das mais ricas do País em recursos minerais. Inclui, além de Belo Horizonte, a capital, mais 33 municípios: Baldim, Betim, Brumadinho, Caeté, Capim Branco, Confins, Contagem, Esmeraldas, Florestal, Ibirité, Igarapé, Itaguara, Itatiaiuçu, Jabuticatubas, 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, Vespasiano.

Com população de cerca de 6,0 milhões de habitantes, a RMBH concentra 30,8% da população do estado e ocupa uma área de 8.612,3 km², equivalente a 1,5% de área do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Contagem e Betim tem 2.412.937, 608.650 e 415.098 habitantes, respectivamente (IBGE, 2007).

A RMBH é responsável por 66% da atividade mineradora do estado de Minas Gerais, destacando-se a extração de minério de ferro, manganês, ouro e calcário. A indústria é o grande fator de desenvolvimento da região pela concentração espacial elevada de empresas de médio porte e alto nível tecnológico, com destaque para os setores de metalurgia, de materiais elétricos, de comunicação, de transporte e de plásticos. Nessa Região, estão instaladas indústrias de grande porte, ligadas aos setores siderúrgico, de minerais não metálicos (cimento e cal), de petróleo, e à indústria automobilística. A agropecuária ocupa somente 4% da população economicamente ativa, em geral, com produtos hortifrutigranjeiros. A RMBH responde por cerca de 32% do PIB de Minas Gerais (INDI, 1996).

O clima é subtropical, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média mensal é 23°C no verão (dezembro a março) e 19°C no inverno (junho a setembro), sendo que durante o inverno, ocorre o fenômeno de inversão térmica. A precipitação anual é de cerca de 1.450mm e a direção predominante de vento é Leste.

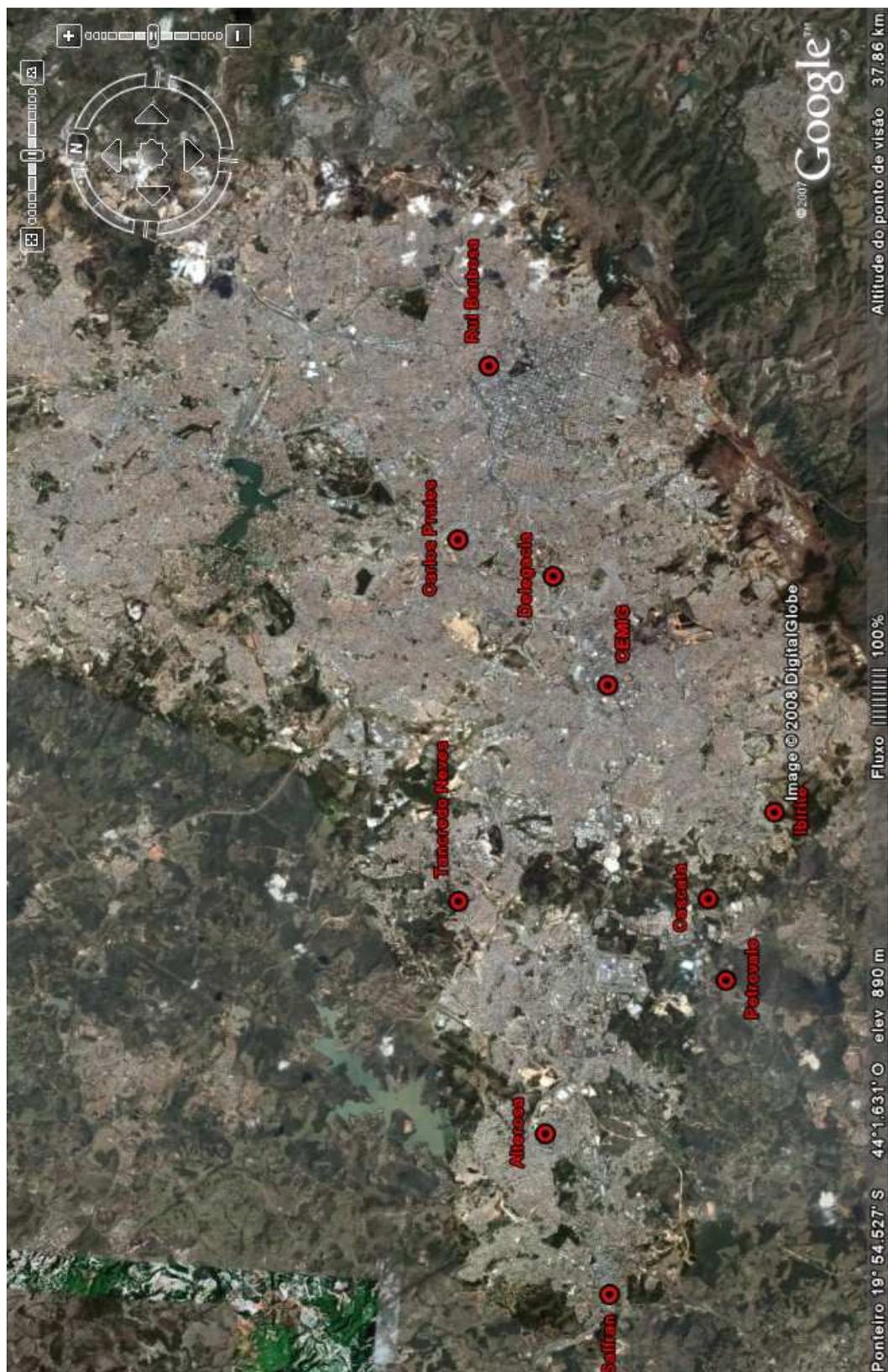


Figura 1.1: Locais das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar da Região Metropolitana de Belo Horizonte

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar da RMBH é constituída de nove estações (Figura 1.1). Duas delas foram instaladas em abril de 1995 na região urbana de Belo Horizonte e de Betim e duas estações foram instaladas em fevereiro de 2002 em Belo Horizonte. Mais duas estações foram instaladas em Betim em outubro de 2002 e outras duas estações foram instaladas em Ibirité: uma em outubro de 2002 e outra em agosto de 2004 (LIU & FIORAVANTE, 2006). Contagem ganhou uma estação nova em julho de 2006.

Com exceção do analisador de partículas respiráveis, todos os equipamentos que compõem a rede são de origem francesa, fornecidos pela ENVIRONNEMENT S.A. Os três primeiros foram adquiridos pela Refinaria Gabriel Passos (REGAP) da PETROBRAS como medida compensatória em seu processo de licenciamento ambiental junto ao Conselho de Política Ambiental (COPAM) do estado de Minas Gerais. As duas estações instaladas em 2002 foram adquiridas pela VALLOUREC & MANNESMANN TUBES DO BRASIL S.A. em cumprimento da condicionante de licença de operação. Outras 3 estações foram adquiridas pela PETROBRAS/REGAP em 2002 e uma estação pela IBIRITERMO LTDA. (ex-consórcio da Usina Termelétrica de Ibirité) em 2004, como medida compensatória no processo de licenciamento. Em 2006, a FIAT AUTOMÓVEIS S.A. importou e doou a FEAM uma estação para compor a rede em cumprimento de acordo assinado com o Ministério Público. Essa estação foi instalada no município de Contagem em julho de 2006.

As estações são constituídas por cabines climatizadas onde estão instalados analisadores, monitores e sensores que realizam a amostragem do ar atmosférico e determinam a concentração de poluentes e dados meteorológicos de forma contínua. Os resultados são transmitidos em tempo real por modem, via linha telefônica, às duas centrais de aquisição de dados instaladas na Gerência de Gestão da Qualidade do Ar e Emissões da FEAM. A Assessoria de Segurança e Meio Ambiente da PETROBRAS/REGAP também possui uma central que recebe os dados das estações pertencentes a PETROBRAS/REGAP e IBIRITERMO LTDA.

Os poluentes monitorados são Partículas Inaláveis (PM10), Dióxido de Enxofre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O₃) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x) além de parâmetros meteorológicos: velocidade e direção de vento, temperatura e umidade

relativa do ar e precipitação. A distribuição dos parâmetros para cada estação está apresentada no Quadro 1.1.

Quadro 1.1: Municípios e localizações, parâmetros monitorados e data de instalação das estações automáticas da rede de monitoramento da qualidade do ar na RMBH, 2010

| Município | Local | Parâmetros monitorados | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------|------------------------|-----------------|----------------|----|-----------------|-----|---|-------------------|
| | | PM10 | SO ₂ | O ₃ | CO | NO ₂ | Met | P | Instalação |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | X | X | X | X | X | X | | PETROBRAS abr/95 |
| | Aeroporto Carlos Prates | X | | | | | X | | MANNESMANN fev/02 |
| | Avenida Amazonas | X | | | | | X | | MANNESMANN fev/02 |
| Contagem | Praça Tancredo Neves | X | | X | X | X | X | X | FIAT/FEAM jul/06 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | X | | X | X | | X | | PETROBRAS mar/98 |
| | Centro Administrativo | X | X | X | X | X | X | | PETROBRAS out/02 |
| | Bairro Petrovale | X | X | X | X | X | X | | PETROBRAS out/02 |
| Ibirité | Bairro Cascata | X | X | X | X | X | X | | PETROBRAS out/02 |
| | Bairro Piratininga | X | X | X | X | X | X | X | IBIRITERMO ago/04 |

Nota: PM10-Partículas Inaláveis; SO₂-Dióxido de Enxofre; O₃-Ozônio; CO-Monóxido de Carbono; NO₂-Dióxido de Nitrogênio; Met-Meteorológicos: Direção e Velocidade de Vento, Temperatura e Umidade Relativa do Ar; P-Precipitação (chuva).

2. METODOLOGIA

2.1 Localização das Estações Automáticas de Monitoramento

As Figuras 2.1 a 2.4 apresentam a localização geográfica das estações de monitoramento automático. Uma das estações de Belo Horizonte está localizada na praça Rui Barbosa, em terreno da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, onde funciona o Centro de Referência Cultural da Criança e do Adolescente, ao lado da confluência entre o viaduto da Floresta e a avenida dos Andradas. Essa região é 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. As outras duas estações estão situadas na avenida Amazonas (Delegacia de Entorpecentes) e no aeroporto Carlos Prates (Figura 2.1).

A estação Praça Tancreto Neves está localizada no terreno da Prefeitura de Contagem (Figura 2.2), que apresenta uma menor influência da poluição de origem veicular.

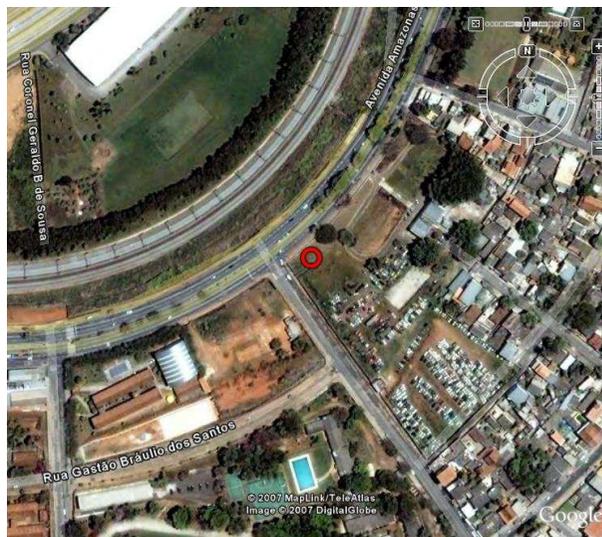
A estação Bairro Jardim das Alterosas está localizada na avenida Campo Ourique, no Bairro Jardim das Alterosas, em área da Administração Regional Alterosa da Prefeitura Municipal de Betim. Esta região é residencial com fluxo moderado de veículos. Um porto seco, e várias indústrias estão instalados nas proximidades, além da via Expressa, que liga o município de Betim a Belo Horizonte. As estações Bairro Petrovale e Centro Administrativo também estão localizadas no município de Betim, sendo que a estação Bairro Petrovale está situada na Escola Municipal Valério Palhares (Rua Argentina, número 64) e a estação Centro Administrativo situa-se na rua Pará de Minas, número 640, na área urbana do referido município, onde funciona parte da Prefeitura da Betim, apresentando trânsito intenso tanto na via Expressa, quanto na rua Amazonas (Figura 2.3).

As estações Bairro Cascata e Bairro Piratininga estão localizadas no município de Ibirité. A estação Bairro Cascata está situada na Escola Estadual José Rodrigues Betim (Rua Padre Eustáquio, número 881), próxima a PETROBRAS/REGAP. A estação Bairro Piratininga está situada no terreno da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), na rodovia Renato Azeredo, número 831, conforme pode ser visualizado na Figura 2.4.



Estação Praça Rui Barbosa

Figura 2.1 – Localização das estações em Belo Horizonte



Estação Avenida Amazonas



Estação Aeroporto Carlos Prates

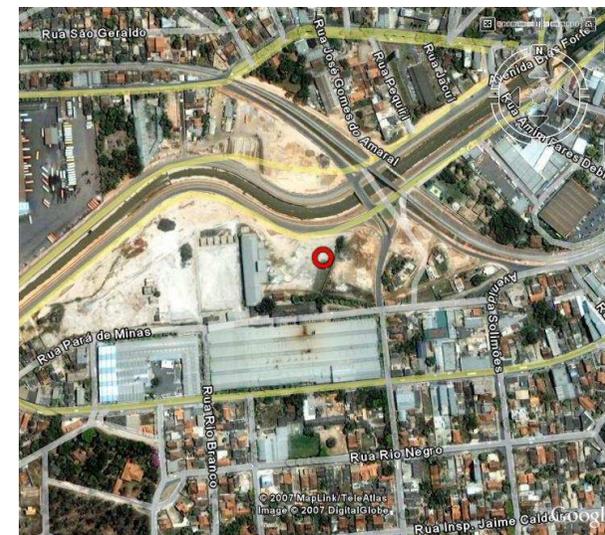


Estação Praça Tancredo Neves

Figura 2.2 – Localização da estação em Contagem

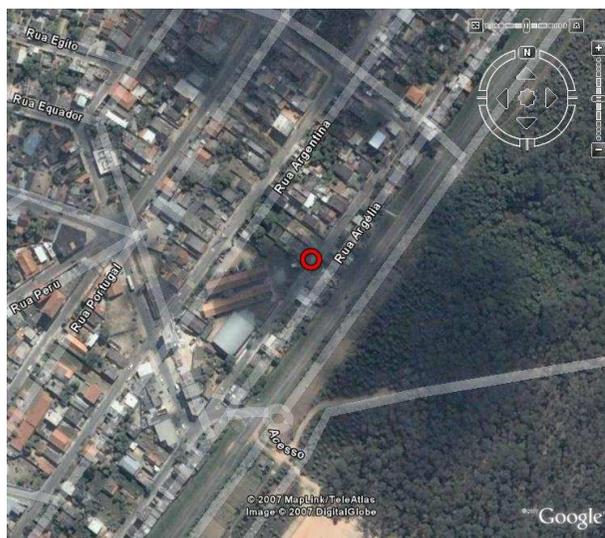


Estação Bairro Jardim das Alterosas

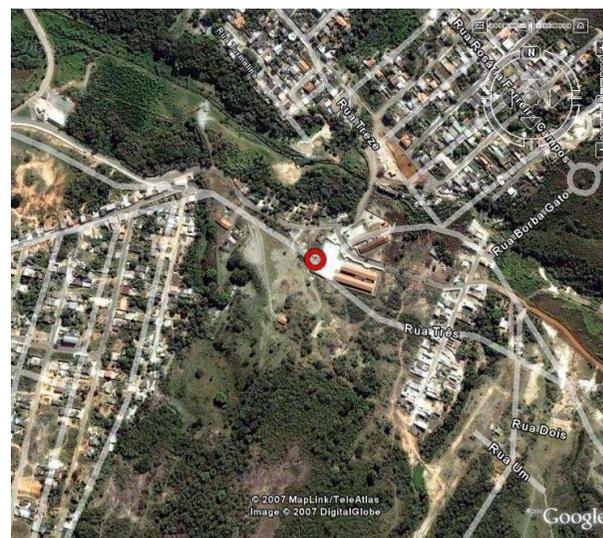


Estação Centro Administrativo

Figura 2.3 – Localização das estações em Betim



Estação Bairro Petrovale



Estação Bairro Cascata



Estação Bairro Piratininga

Figura 2.4 – Localização das estações em Ibitiré

2.2 Métodos de Medição

- **Dados de concentração de poluentes**

As Partículas Inaláveis (PM10) são poluentes atmosféricos constituídos por um conjunto de partículas com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 10 μm . O método empregado para medir a concentração de PM10 no ar atmosférico é o da Radiação *Beta*, através de um monitor (modelo MP101M), que emprega C^{14} como fonte de radiação de baixa energia, e mede a concentração a cada hora. A concentração média diária de PM10 (média de 24 horas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo considerado na análise apresentam dados válidos.

O método empregado para determinar a concentração de Dióxido de Enxofre (SO_2) no ar atmosférico é o da Fluorescência por Radiação Ultravioleta (UV), cujo princípio baseia-se na excitação da molécula de SO_2 por UV. O analisador (modelo AF21M) funciona em regime contínuo, medindo a concentração de SO_2 de forma praticamente instantânea. As concentrações de SO_2 em partes por bilhão (ppb) são apresentados como média de 15 minutos. A concentração média diária de SO_2 (média de 24 horas convertida para $\mu\text{g}/\text{m}^3$) é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo analisado apresenta dados válidos.

O Monóxido de Carbono (CO) é originado de processos de combustão incompleta. O método empregado para medir a concentração de CO no ar atmosférico é o Infravermelho Não Dispersivo (NDIR). O analisador (modelo CO11M) funciona como monitor contínuo de detecção da absorção de CO na faixa de luz infravermelha. As concentrações de CO em partes por milhão (ppm) são apresentadas como média de 15 minutos. A concentração média de 8 horas (média móvel) de CO em ppm é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo analisado apresenta dados válidos. O maior valor é utilizado como concentração do dia.

O Ozônio (O_3) é um poluente secundário – não é emitido pelas fontes, mas gerado por processos fotoquímicos. O princípio de funcionamento do analisador contínuo de ozônio (modelo O_341M) é fotométrico que mede a absorção de luz ultravioleta pelo ozônio. As concentrações de O_3 , medidas em partes por bilhão (ppb), são apresentadas como média de 15 minutos. A concentração média horária é calculada quando pelo menos 45 minutos

(75%) apresentam resultados válidos. A máxima horária é utilizada como concentração do dia após a conversão da unidade de ppb para $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

O Dióxido de Nitrogênio (NO_2) é um gás marrom com odor característico. Os Óxidos de Nitrogênio (NO_x) são produzidos durante a queima de combustíveis a altas temperaturas. O método de medição dos NO_x é por quimiluminescência. O analisador (modelo AC31M) é projetado para analisar as concentrações de NO e NO_x através da emissão de luz (quimiluminescência) originada pela oxidação do NO em presença de Ozônio. A concentração de NO_2 é calculada por diferença entre concentração de NO_x e NO em ppb e apresentada como média de 15 minutos. A concentração média horária é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo apresenta dados válidos, os quais são posteriormente convertidos para a unidade $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A maior média é considerada como concentração do dia.

Os sensores de velocidade de vento, direção de vento, temperatura do ar e umidade relativa do ar foram instalados para monitorar os parâmetros meteorológicos necessários à interpretação dos dados de concentração de poluentes medidos. Os resultados são apresentados como médias de 15 minutos.

- **Configuração das estações automáticas**

As estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar são constituídas de cabines climatizadas onde estão instalados o monitor de PM10 e os analisadores de SO_2 , CO, O_3 , NO_x , os sensores meteorológicos, o sistema de aquisição e transmissão dos dados – “data logger” multicanal, linha telefônica, modem e demais acessórios necessários à operação e ao funcionamento do sistema.

Quatro terminais, três instalados na FEAM e um na PETROBRAS/REGAP, permitem a obtenção dos dados gerados, em tempo real, ou a recuperação de dados armazenados no “data logger” instalado em cada cabine. O programa “Scanair” é empregado no gerenciamento da aquisição, no armazenamento e no processamento dos dados originados do “data logger” e dos analisadores. Esse sistema permite, além do acesso às informações em tempo real, a obtenção de médias de 15 min, 30 min, 1 hora, diárias, mensais e anuais dos dados de concentração de PM10, SO_2 , CO, O_3 , NO_2 e dos parâmetros meteorológicos na forma de gráficos e tabelas. Para a estação Praça

Tancredo Neves, utiliza-se o programa Atmos, que é um programa nacional, muito mais avançado que o Scanair para o gerenciamento de estação automática de qualidade do ar e da respectiva base de dados de monitoramento.

2.3 Padrões de Qualidade do Ar

Para os principais poluentes, foram estabelecidos padrões de qualidade do ar que definem legalmente um limite máximo permitido para a concentração de um poluente no ar atmosférico que garanta a proteção à saúde e ao bem-estar das pessoas, à flora e à fauna e minimize os danos aos materiais e ao meio ambiente em geral.

No Brasil, os padrões de qualidade do ar foram fixados, em nível federal, pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão deliberativo do Ministério do Meio Ambiente e são adotados no estado de Minas Gerais, segundo a Deliberação Normativa COPAM 001/81 (FEAM, 2000). A Resolução CONAMA 03/90 estabelece padrões de qualidade do ar primários e secundários, como previsto no Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), que podem ser consultados através da Resolução CONAMA 05/89 (CONAMA, 2002):

- Os **padrões primários de qualidade do ar** são as concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população;
- Os **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.

A Resolução CONAMA 03/90 prevê ainda que, enquanto não for estabelecida a classificação das áreas segundo seus usos pretendidos, visando à implementação de política de não deteriorização da qualidade do ar, os padrões de qualidade do ar primários serão adotados. Os parâmetros regulamentados são os seguintes: Partículas Totais em Suspensão, Fumaça, Partículas Inaláveis (PM10), Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Ozônio e Dióxido de Nitrogênio.

Para os cinco parâmetros monitorados, os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/90 são os seguintes:

- **PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM10)**

Padrão Primário e Secundário

- Concentração média aritmética anual de 50 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 150 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

- **DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂)**

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 80 microgramas por metro cúbico do ar;
- Concentração média de 24 horas de 365 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

Padrão Secundário

- Concentração média aritmética anual de 40 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 100 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

- **MONÓXIDO DE CARBONO (CO)**

Padrão Primário e Secundário

- Concentração média de 8 horas de 10.000 microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano;
- Concentração média de 1 hora de 40.000 microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

- **OZÔNIO (O₃)**

Padrão Primário e Secundário

- Concentração média de uma hora de 160 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

- **DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO₂)**

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico do ar;

- Concentração média de 1 hora de 320 microgramas por metro cúbico de ar.

Padrão Secundário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 1 hora de 190 microgramas por metro cúbico de ar.

2.4 Índices de Qualidade de Ar (IQA)

Com o objetivo de permitir uma informação precisa, rápida e facilmente compreendida sobre os níveis diários de qualidade do ar, de uma dada região, foram estabelecidos os **índices de qualidade do ar (IQA)**, em inglês, Pollutant Standards Index (PSI), desenvolvidos por United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2009).

O IQA, como concebido pela USEPA, também é adotado pelos órgãos ambientais estaduais brasileiros. O IQA permite à população conhecer a qualidade do ar em função do nível de poluição de acordo com a seguinte escala: boa, regular, inadequada, má, péssima ou crítica. Além disso, as instituições públicas (ligadas ao meio ambiente ou à saúde) utilizam o IQA como ferramenta para alertar a população e para determinar a adoção de medidas de emergência que possam se tornar necessárias, caso os níveis de poluição atinjam valores perigosos para a saúde humana.

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.

2.5 Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar

A Resolução CONAMA 03/90 também estabelece critérios para a ocorrência de episódios agudos de poluição do ar que associam os níveis de concentração de cada um dos poluentes analisados aos efeitos adversos para a saúde humana por eles causados.

Quando o IQA atinge o valor 200, é decretado o “estado de **ATENÇÃO**”. Nessa situação, as autoridades locais podem adotar medidas preventivas que incluem orientações para que os cidadãos limitem suas atividades físicas e restrições das atividades industriais.

Quando o IQA atinge o valor 300, é decretado o “estado de **ALERTA**”. Nesse caso, as autoridades proíbem o uso de incineradores, interrompem as operações de certas unidades industriais e solicitam à população limitar o uso dos automóveis, substituindo-os por transporte solidário ou transporte coletivo.

Quando o IQA atinge os valores 400 e 500, é decretado o “estado de **EMERGÊNCIA**” e “**CRÍTICO**”, respectivamente, os quais requerem a paralisação das atividades industriais e comerciais, associada à proibição do uso de todos os automóveis particulares. Quando a poluição atinge esses níveis extremamente altos, pode ocorrer morte de pessoas idosas e enfermas. Para evitar o adoecimento de muitas outras, é necessário que elas diminuam suas atividades físicas normais.

Antes de decretar estados de **ATENÇÃO**, **ALERTA**, **EMERGÊNCIA** ou **CRÍTICO**, as autoridades locais examinam os dados de concentração de poluentes e as condições meteorológicas para prever as condições de dispersão dos poluentes no ar atmosférico. A estrutura do IQA baseado nas concentrações de PM₁₀, SO₂, CO, O₃ e NO₂ está apresentada no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Estrutura do Índice da Qualidade do Ar baseado nas concentrações de: partículas inaláveis (PM10), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de Carbono (CO), ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂)

| Índice | Nível de qualidade do ar | Classificação da qualidade do ar | PM10 Média 24 h (µg/m ³) | SO ₂ Média 24 h (µg/m ³) | CO Média 8 h (ppm) | O ₃ Média 1 h (µg/m ³) | NO ₂ Média 1 h (µg/m ³) | Cor de referência |
|--------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------|---|--|---|
| 0 | | Boa | | | | | |  |
| 50 | 50%PQAR ⁽¹⁾ | Regular | 50 | 80 | 4,5 | 80 | 100 |  |
| 100 | PQAR | Inadequada | 150 | 365 | 9 | 160 | 320 |  |
| 200 | ATENÇÃO | Má | 250 | 800 | 15 | 400 | 1130 |  |
| 300 | ALERTA | Péssima | 420 | 1600 | 30 | 800 | 2260 |  |
| 400 | EMERGÊNCIA | Crítica | 500 | 2100 | 40 | 1000 | 3000 |  |
| 500 | CRÍTICA | | 600 | 2620 | 50 | 1200 | 3750 | |

Nota: (1) PQAR = Padrão de Qualidade do Ar (CONAMA 03/90)

Fonte: USEPA (2009)/FEAM

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM

Rodovia Prefeito Américo Gianetti s/n

Edifício Minas – Cidade Administrativa Tancredo Neves – Belo Horizonte – MG / CEP: 30.630-900 Fone: (031) 3915-5000

3. RESULTADOS

Nas três seções a seguir, serão apresentadas as concentrações de poluentes atmosféricos, a qualidade do ar em torno de cada uma das estações e as estatísticas obtidas para os parâmetros meteorológicos.

3.1. Concentrações de Poluentes Atmosféricos

São discutidos os resultados dos poluentes PM₁₀, SO₂, CO, O₃ e NO₂ obtidos em 2010 nas estações de monitoramento da qualidade do ar instaladas na RMBH, bem como para o poluente PM_{2,5} (partículas respiráveis) monitorado apenas pela estação de Contagem.

Para balizar a análise dos dados, considerando que as concentrações de poluentes atmosféricos apresentam clara sazonalidade dentro do ano – períodos favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes – fixou-se o critério de representatividade de dados que é adotado pela CETESB (CETESB, 1998):

- todos os quadrimestres do ano devem possuir dados representativos;
- o critério para representatividade dos dados no quadrimestre é de no mínimo 50% dos dados válidos.

3.1.1 Partículas Inaláveis (PM₁₀) e Respiráveis (PM_{2,5})

As concentrações médias diárias de PM₁₀ em 2010, obtidas nas estações da Região Metropolitana de Belo Horizonte estão apresentadas nas Figuras 3.1 a 3.9. Como pode ser visto nessas figuras, as concentrações médias diárias registradas pelas estações Praça Rui Barbosa; Avenida Amazonas; Aeroporto Carlos Prates; Praça Tancredo Neves, Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale; Centro Administrativo, Bairro Cascata e Bairro Piratininga, respectivamente.

O valor de 150 µg/m³ corresponde ao padrão primário e não deve ser ultrapassado mais de uma vez ao ano. Para as estações Aeroporto Carlos Prates e Centro Administrativo houve ultrapassagem desse valor em apenas um dia.

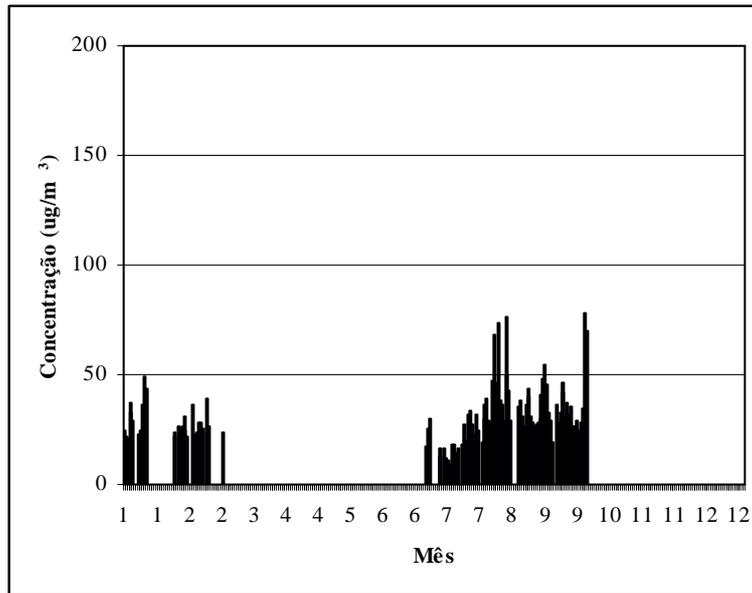


Figura 3.1: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2010

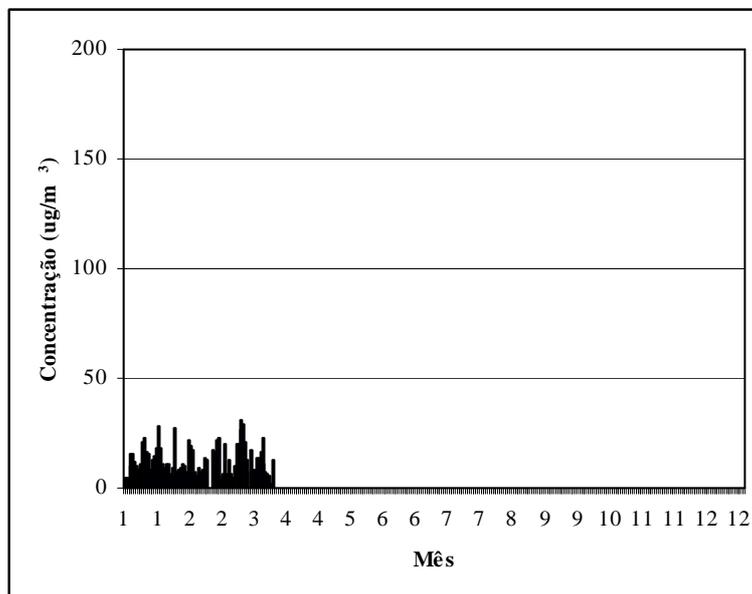


Figura 3.2: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Avenida Amazonas, Belo Horizonte, 2010

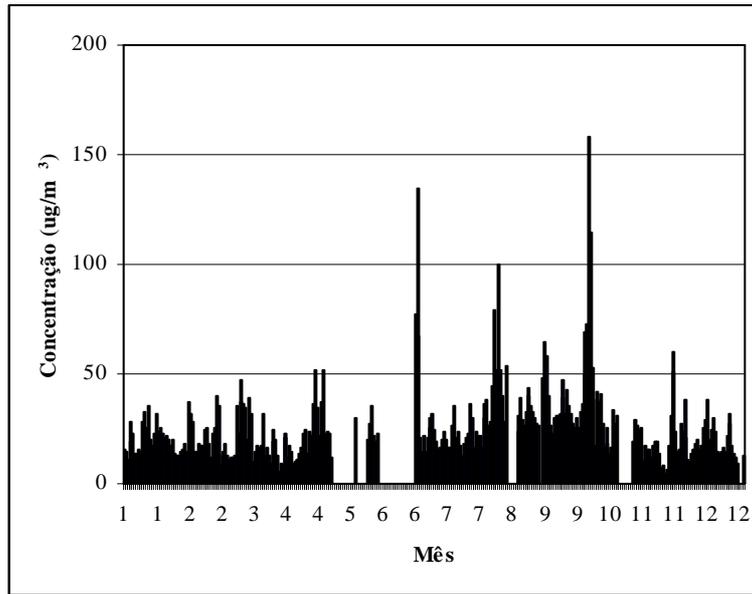


Figura 3.3: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Aeroporto Carlos Prates, Belo Horizonte, 2010

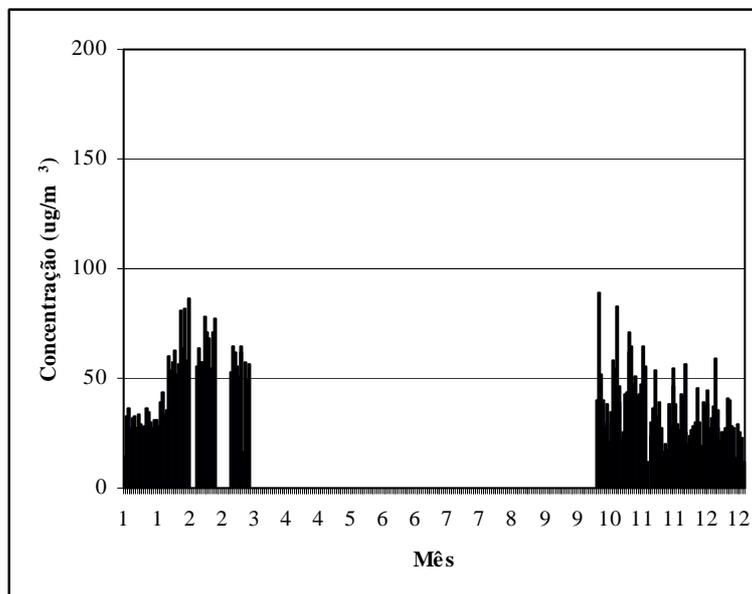


Figura 3.4: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Praça Tancredo Neves, Contagem, 2010

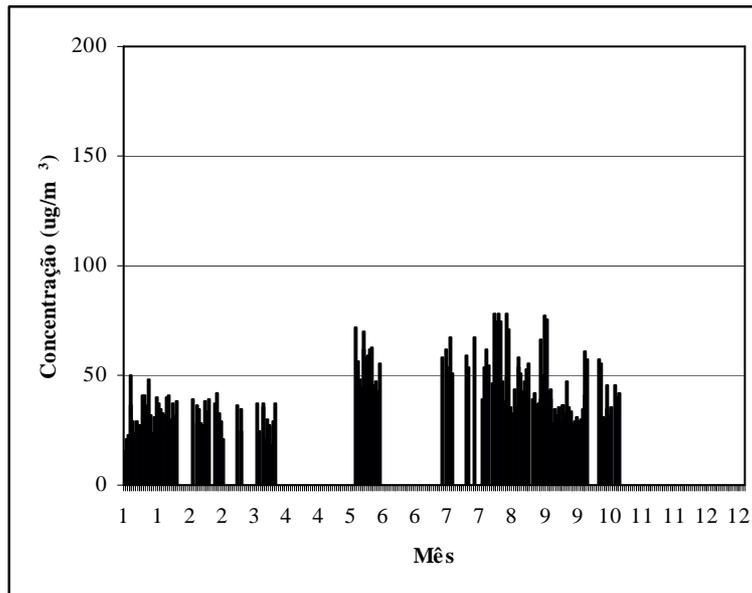


Figura 3.5: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2010

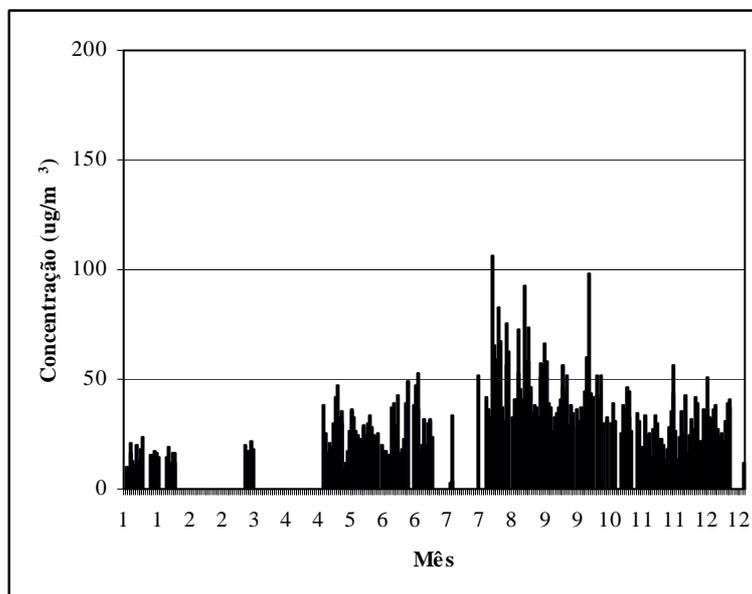


Figura 3.6: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Petrovale, Betim, 2010

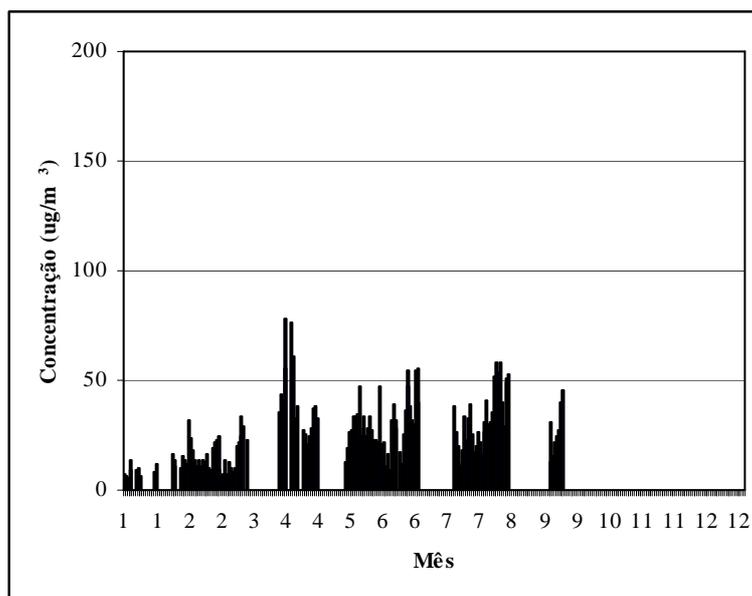


Figura 3.9: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2010

Para a estação Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, houve uma única ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar para PM10 ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o que é permitido, segundo a Resolução CONAMA 03/90. Em 1º de outubro de 2010, a concentração média diária correspondeu a $157,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e as outras duas maiores concentrações médias diárias de PM10 ocorreram em 22 de junho ($134,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e 2 de outubro ($114,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Em 22 de junho de 2010, foi registrada a ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar, pela estação Centro Administrativo em Betim, cuja concentração média diária de PM10 correspondeu a $155,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante o mês de outubro, o analisador dessa estação estava fora de operação, não permitindo, assim, a comparação com as concentrações registradas pela estação Aeroporto Carlos Prates em Belo Horizonte.

A Tabela 3.1 apresenta as estatísticas descritivas para as séries anuais de concentração de PM10 nas estações da Região Metropolitana de Belo Horizonte, em 2010. Essas estatísticas foram obtidas a partir das concentrações médias diárias de PM10 registradas pelas estações. Apenas a estação Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, obteve média anual representativa em 2010 ($25,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sendo que essa média não ultrapassou o padrão anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90.

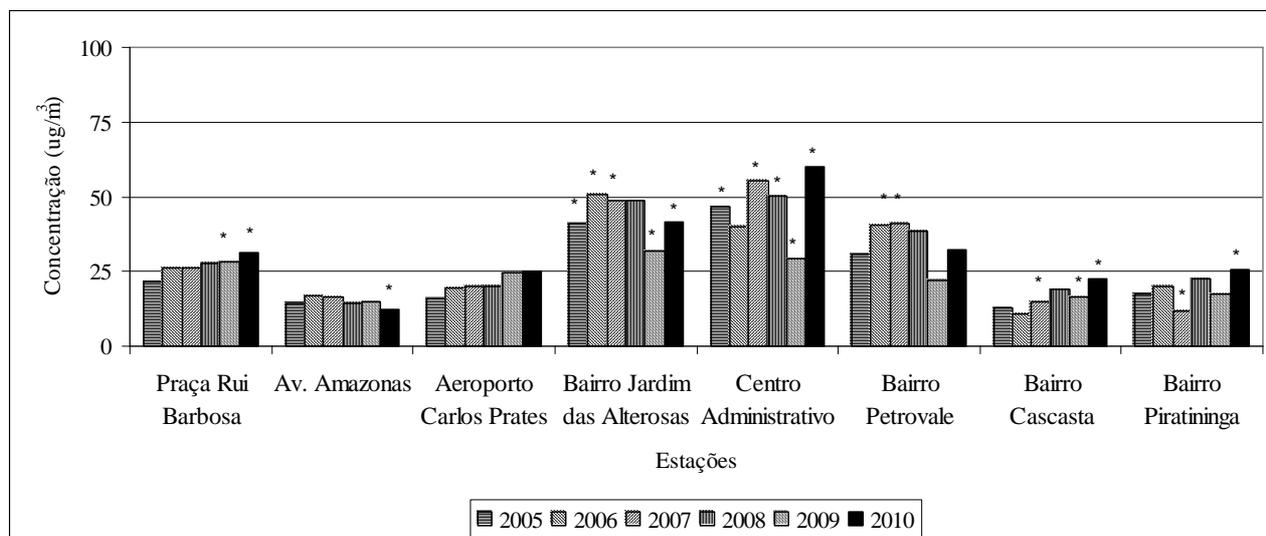
Tabela 3.1: Estatísticas descritivas para as concentrações de partículas inaláveis (PM10 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|-------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 9,0 | 28,7 | 77,8 | 31,3* | 13,00 | 255 |
| | Avenida Amazonas | 2,0 | 10,7 | 31,2 | 12,3* | 6,78 | 281 |
| | Aeroporto Carlos Prates | 3,5 | 21,3 | 157,8 | 25,3 | 17,43 | 61 |
| Contagem | Praça Tancredo Neves | 11,9 | 37,8 | 88,8 | 41,2* | 17,27 | 219 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 15,9 | 37,7 | 78,2 | 41,6* | 14,37 | 210 |
| | Bairro Petrovale | 2,8 | 30,9 | 106,4 | 32,5* | 16,24 | 138 |
| | Centro Administrativo | 12,5 | 57,6 | 155,7 | 60,0* | 29,43 | 268 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 1,6 | 19,7 | 104,7 | 22,8* | 17,43 | 173 |
| | Bairro Piratininga | 4,5 | 23,8 | 78,1 | 25,7* | 14,81 | 211 |

Nota: * indica que a média não é representativa.

Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que metade das concentrações obtidas em 2010 pela estação Aeroporto Carlos Prates variou entre $21,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $157,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A evolução das médias anuais de PM10 de 2005 a 2010, para as estações da rede de monitoramento da RMBH, está apresentada na Figura 3.10. Na Praça Rui Barbosa as médias anuais obtidas para 2005; 2006, 2007 e 2008 correspondem a 21,5; 25,9; 26,1 e $27,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. As médias anuais da estação Avenida Amazonas obtidas para período 2005 a 2009 foram: 14,3; 16,8; 16,6; 14,5 e $15,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Na estação Aeroporto Carlos Prates, as médias obtidas para o período 2005 a 2010, foram: 16,1; 19,4; 19,8; 20,2; 24,8 e $21,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Todas essas médias estão abaixo de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que é o padrão anual permitido pela Lei.



Nota: o asterisco indica que a média anual não é representativa.

Figura 3.10: Médias Anuais da Concentração de Partículas Inaláveis (PM10) no período 2005-2010

Em Betim, para a estação Bairro Jardim das Alterosas, apenas a média anual de PM10 de 2008 pôde ser considerada representativa e correspondeu a 48,7 µg/m³. Para a estação Centro Administrativo, apenas a média anual de 2006, 40,1 µg/m³, pôde ser considerada representativa. Para a estação Bairro Petrovale, também em Betim, as médias anuais de 2005, 2008 e 2009 puderam ser consideradas representativas e corresponderam a 30,8; 38,4 e 22,1 µg/m³. Em Ibirité, a estação Bairro Cascata obteve média anual representativa para os anos de 2005, 2006 e 2008: 13,0; 10,7 e 19,0 µg/m³. Para a estação Bairro Piratininga, nos anos de 2005, 2006, 2008 e 2009, obteve-se médias anuais representativas: 17,6; 19,9; 22,6 e 17,5 µg/m³.

A estação Praça Tancredo Neves, em Contagem, não apresentou uma série representativa de medições de partículas respiráveis PM(2,5). Como o analisador parou de funcionar após o mês de outubro, supõe-se que a média anual de 14,5 µg/m³ (desvio-padrão de 9,09 µg/m³) poderia ter sido menor, ficando próxima da média obtida para 2009 (13 µg/m³ com desvio-padrão de 6,58 µg/m³). Houve oito ultrapassagens do padrão diário (35 µg/m³) estabelecido pela USEPA (2011): duas em junho (35,5 e 40,4 µg/m³), uma em agosto (40,7 µg/m³), quatro em setembro (médias diárias entre 37,1 e 45,3 µg/m³). e uma em 1º de outubro (94 µg/m³).

3.1.2. Dióxido de Enxofre (SO₂)

As Figuras 3.10 a 3.15 apresentam os dados de concentração média diária de SO₂.

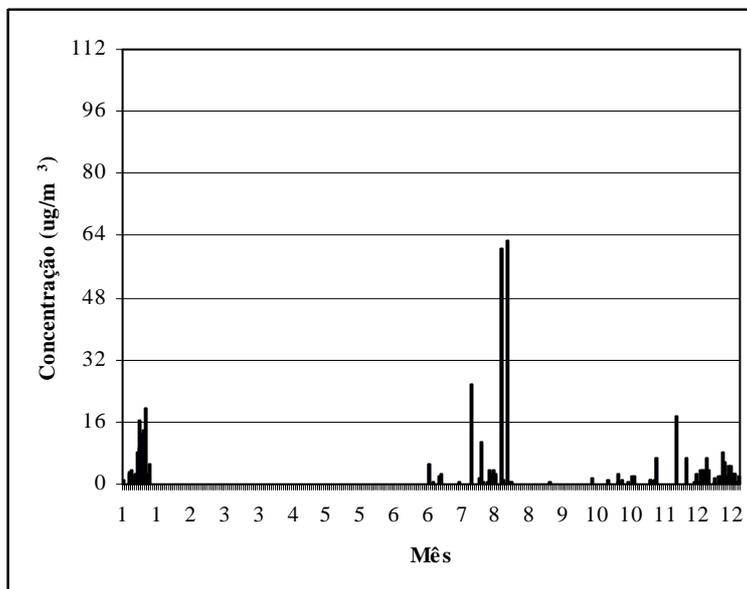


Figura 3.10: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2010

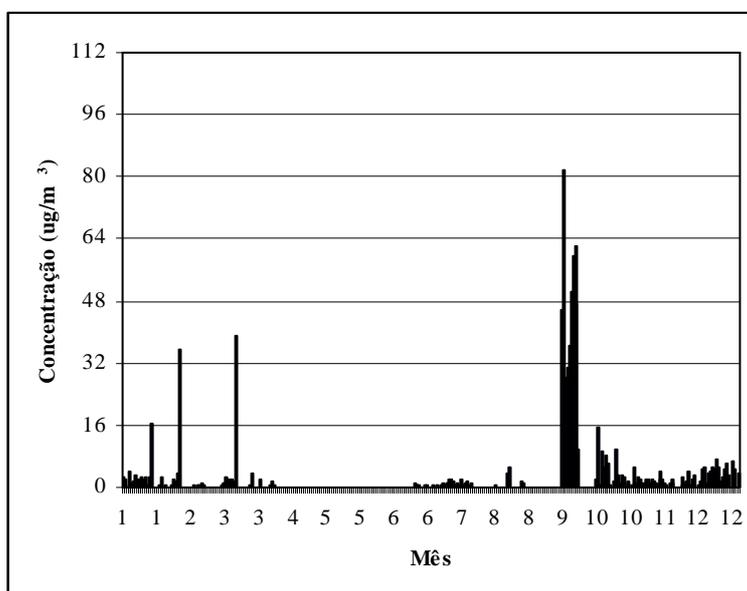


Figura 3.11: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2010

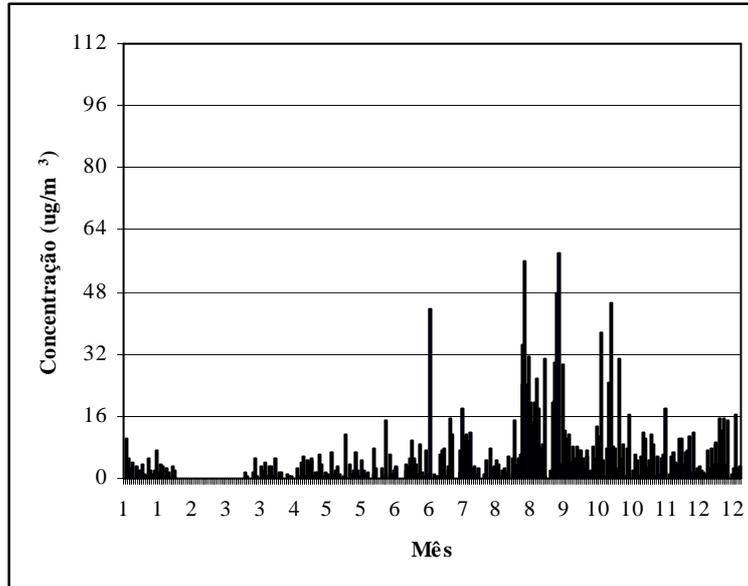


Figura 3.12: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Petrovale, Betim, 2010

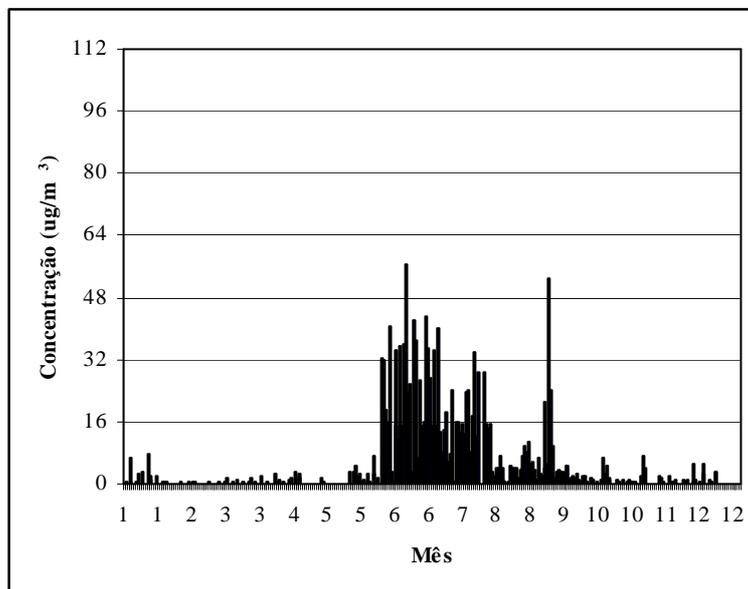


Figura 3.13: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Centro Administrativo, Betim, 2010

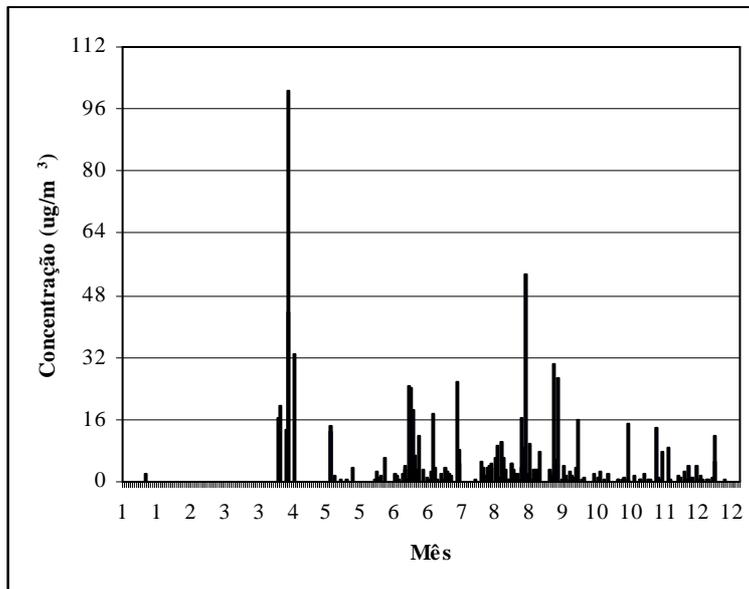


Figura 3.14: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2010

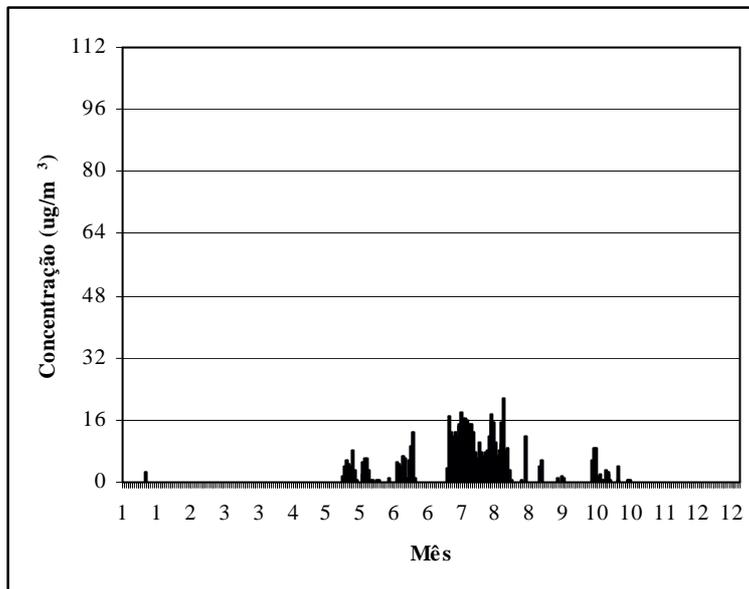


Figura 3.15: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2010

Durante o período monitorado, não se observou ultrapassagem do padrão primário diário que corresponde a $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$. As concentrações registradas pela estação Bairro Jardim das Alterosas em 18 de setembro ($81,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e pela estação Bairro Cascata em 9 de abril ($100,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ultrapassaram o valor de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$; a partir do qual, a qualidade do ar é determinada como regular. As estatísticas correspondentes às concentrações de dióxido de enxofre estão apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Estatísticas descritivas para as concentrações de dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|-------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 0 | 0,1 | 62,7 | 2,3* | 7,32 | 187 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 0 | 0,7 | 81,5 | 3,6 | 10,36 | 123 |
| | Bairro Petrovale | 0 | 2,7 | 58,3 | 5,7 | 8,58 | 50 |
| | Centro Administrativo | 0 | 1,0 | 56,4 | 5,4 | 9,86 | 57 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 0 | 0,6 | 100,5 | 3,9* | 9,68 | 145 |
| | Bairro Piratininga | 0 | 0,0 | 21,5 | 2,2 | 4,47 | 83 |

Nota: * indica que a média não é representativa.

Apenas as séries de concentrações de dióxido de enxofre das estações Praça Rui Barbosa, em Belo Horizonte e Bairro Cascata, em Ibirité, não atenderam os critérios de representatividade. Todas as médias anuais são muito baixas em relação à concentração média anual permitida por Lei que corresponde a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.3 Monóxido de Carbono (CO)

A concentração diária de CO corresponde à maior média de 8 horas. Os dados de concentração média diária de CO obtidos para as estações de Belo Horizonte (Praça Rui Barbosa), Betim (Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale e Centro Administrativo) e

Ibirité (Bairro Cascata e Bairro Piratininga), em 2010, estão apresentados nas Figuras 3.16 a 3.21, respectivamente.

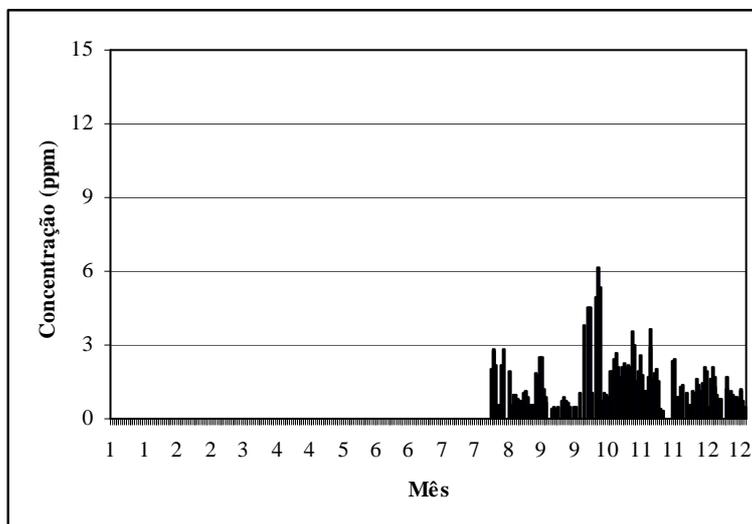


Figura 3.16: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2010

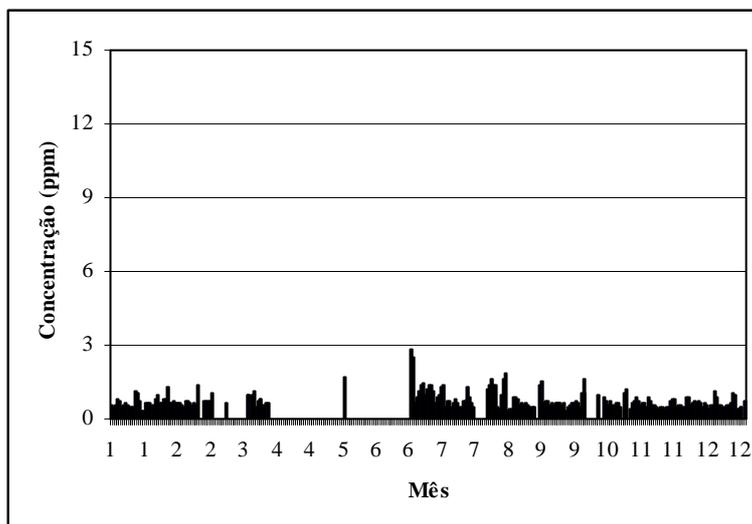


Figura 3.17: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2010

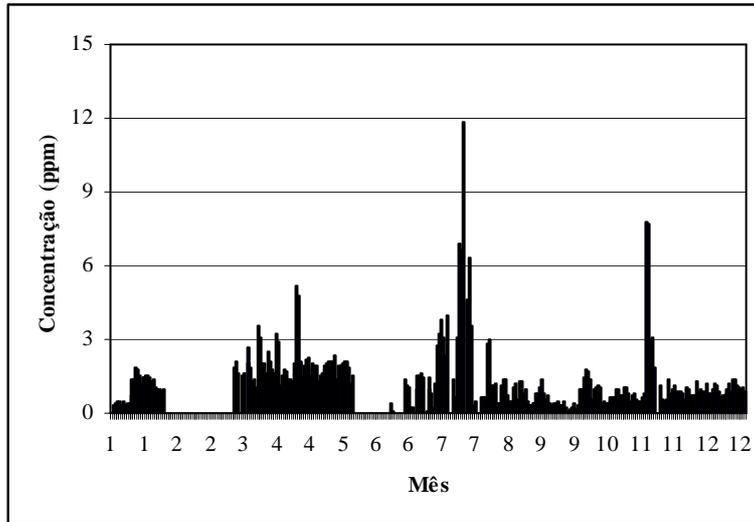


Figura 3.18: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Petrovale, Betim, 2010

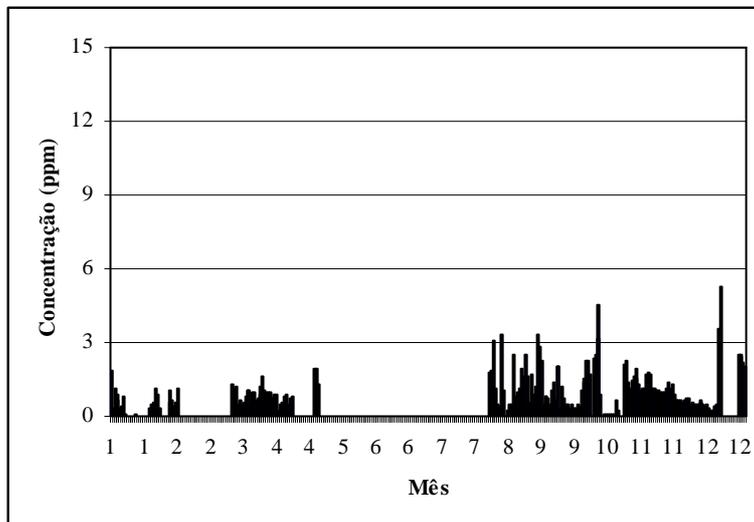


Figura 3.19: Concentração Diária de monóxido de carbono, estação Centro Administrativo, Betim, 2010

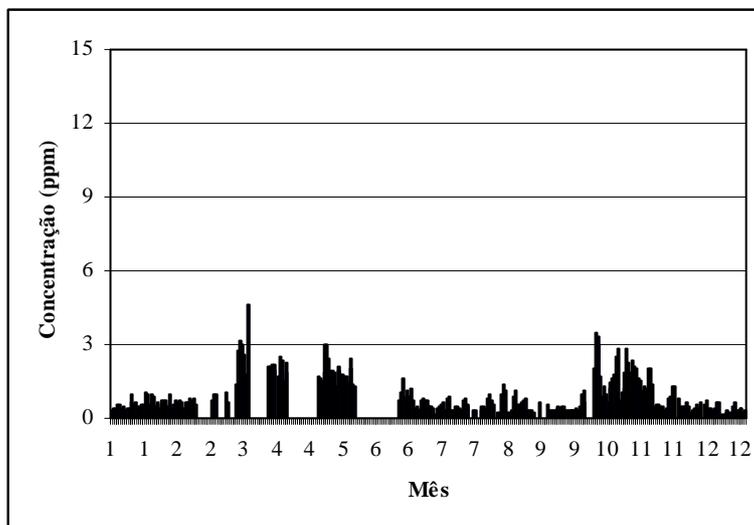


Figura 3.20: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2010

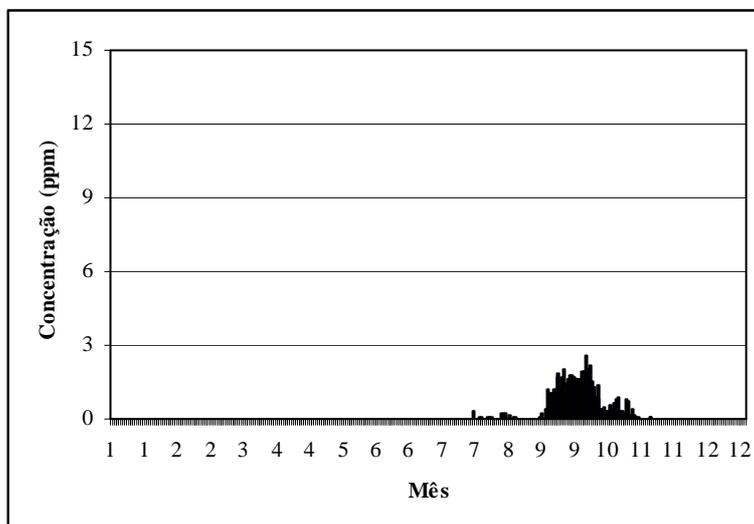


Figura 3.21 Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2010

Com exceção da estação Bairro Petrovale, em Betim, as concentrações diárias não ultrapassaram o limite de 9 ppm permitidos pela Resolução CONAMA 03/90. O analisador de monóxido de carbono da estação Praça Tancredo Neves, em Contagem, esteve em manutenção, não havendo, portanto, medições válidas para esse poluente. A Tabela 3.3 apresenta as estatísticas descritivas referente aos dados de concentração diária de CO para as estações.

Tabela 3.3: Estatísticas descritivas para as concentrações de monóxido de carbono (ppm), na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|-------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 0,02 | 1,13 | 6,17 | 1,48* | 1,08 | 235 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 0,23 | 0,63 | 2,86 | 0,74 | 0,34 | 126 |
| | Bairro Petrovale | 0,01 | 1,04 | 11,84 | 1,35 | 1,31 | 75 |
| | Centro Administrativo | 0,00 | 0,86 | 5,29 | 1,05* | 0,82 | 169 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 0,08 | 0,66 | 4,62 | 0,94 | 0,75 | 92 |
| | Bairro Piratininga | 0,00 | 0,25 | 2,64 | 0,59* | 0,71 | 263 |

Nota: * indica que a média não é representativa; o analisador de monóxido de carbono da estação Praça Tancredo Neves, em Contagem, esteve em manutenção durante o ano de 2010.

Para as estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale e Bairro Cascata, as séries anuais atenderam o critério de representatividade. A ultrapassagem do padrão primário estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90 (9 ppm) foi registrada em 22 de julho pela estação Bairro Petrovale, que correspondeu a 11,84 ppm. Esse padrão não deve ser excedido mais de uma vez por ano segundo a Resolução CONAMA 03/90, ou seja, a ultrapassagem ocorrida atende a Resolução CONAMA 03/90, embora represente uma piora da qualidade do ar em relação ao ano de 2009, pois naquele ano, a maior média móvel obtida foi de 2,79 ppm.

3.1.4. Ozônio (O₃)

A concentração diária de O₃ é representada pela maior média horária registrada no dia. As séries anuais de ozônio da RMBH estão apresentadas nas figuras 3.22 a 3.28, para as estações de Belo Horizonte, Contagem, Betim Ibirité, respectivamente.

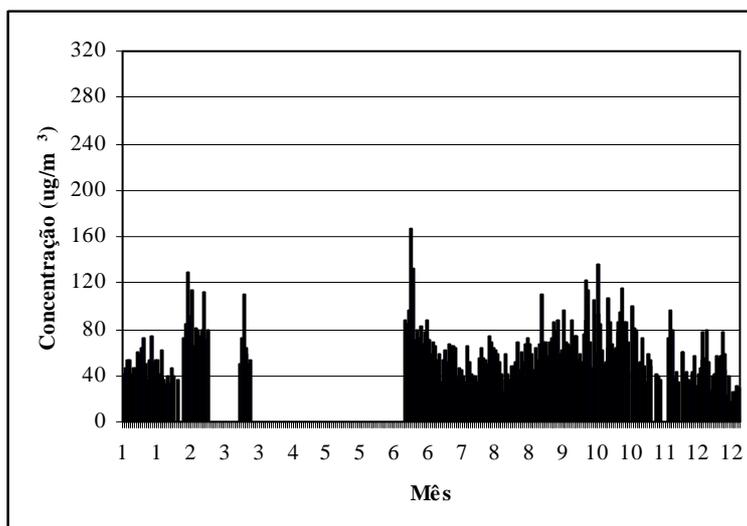


Figura 3.22: Concentração diária de ozônio, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2010

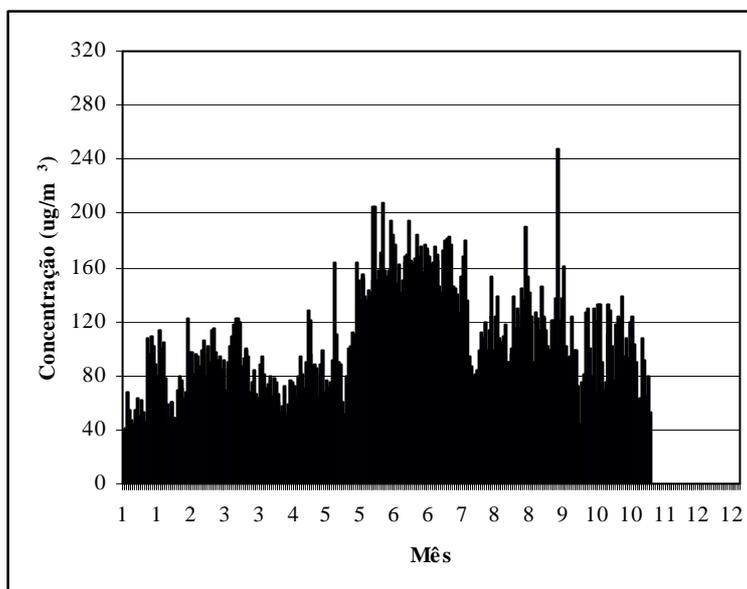


Figura 3.23: Concentração diária de ozônio, estação Praça Tancredo Neves, Contagem, 2010

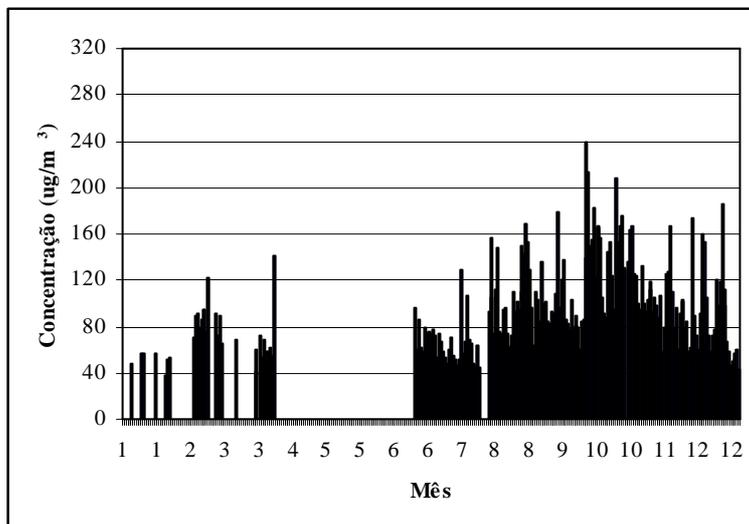


Figura 3.24: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2010

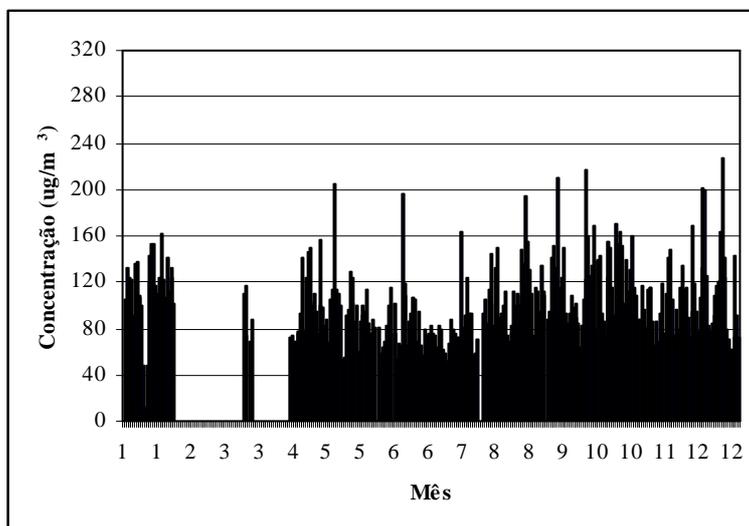


Figura 3.25: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Petrovale, Betim, 2010

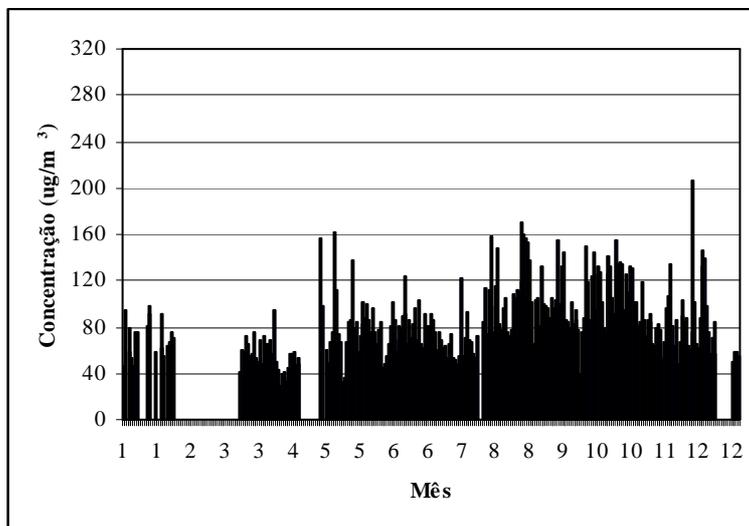


Figura 3.26: Concentração diária de ozônio, estação Centro Administrativo, Betim, 2010

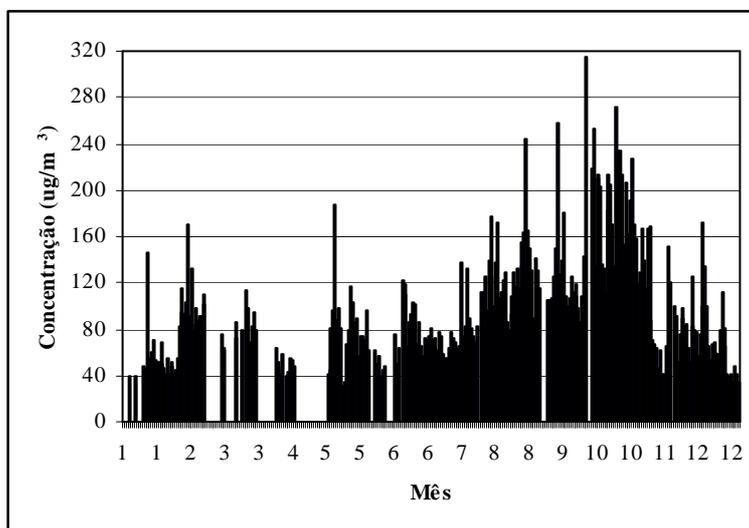


Figura 3.27: Concentração diária de Ozônio, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2010

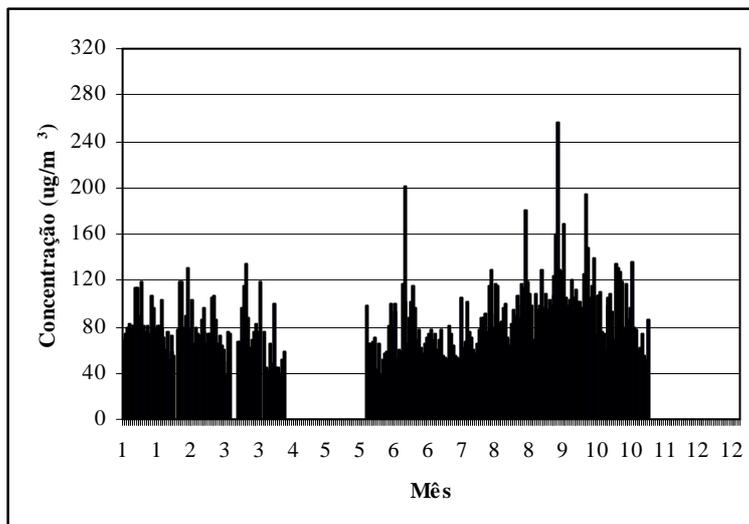


Figura 3.28: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2010

Observa-se, nos gráficos anteriores, que ocorreram ultrapassagens do padrão primário de qualidade do ar ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$). As estatísticas descritivas estão apresentadas na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Estatísticas descritivas para as concentrações de ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|--------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 13,3 | 57,8 | 166,9 | 60,4* | 22,49 | 121 |
| Contagem | Pç. Tancredo Neves | 39,0 | 99,5 | 247,6 | 107,8 | 38,71 | 53 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 31,7 | 85,2 | 239,4 | 93,0* | 37,90 | 148 |
| | Bairro Petrovale | 11,4 | 98,9 | 227,7 | 102,6* | 33,63 | 70 |
| | Centro Administrativo | 18,0 | 78,4 | 205,7 | 82,8* | 30,26 | 75 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 29,8 | 84,9 | 314,5 | 97,0 | 49,58 | 79 |
| | Bairro Piratininga | 36,2 | 79,4 | 257,0 | 85,2 | 29,3 | 108 |

Nota: * indica que a média não é representativa

A série de concentrações de ozônio registradas pela estação Praça Rui Barbosa, em Belo Horizonte, não obteve representatividade anual; entretanto, ocorreu ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar para esse poluente. A concentração de ozônio registrada pela estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte classificou a qualidade do ar como Inadequada, em 20 de junho ($166,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Para a estação Praça Tancredo Neves, em Contagem, a maior concentração máxima diária ($247,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu em 15 de setembro, ultrapassando o limite permitido pela Resolução CONAMA 03/90 que é de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante o período monitorado, foram registradas 40 ultrapassagens desse padrão: 4 em maio, 19 em junho, 14 em julho, 1 em agosto e 2 em setembro.

A estação Bairro Jardim das Alterosas, em Betim, registrou a maior concentração máxima diária ($239,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em 1º de outubro, que também ultrapassou o limite permitido pela Resolução CONAMA 03/90 que é de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante o período monitorado, foram registradas 15 ultrapassagens desse padrão: 1 em agosto, 1 em setembro, 10 em outubro, 1 em novembro e 2 em dezembro. Para a estação Bairro Petrovale, também em Betim, foram registradas 16 ultrapassagens: 1 em janeiro, 5 no período de maio a setembro, 5 em outubro e 5 em dezembro, sendo que a maior ultrapassagem ($227,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu em 21 de dezembro. A estação Centro Administrativo, no mesmo município, registrou 4 ultrapassagens: 1 em maio, 2 em agosto e 1 em dezembro, sendo que a maior concentração ($205,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi registrada no dia 4 de dezembro.

Em Ibirité, a estação Bairro Cascata registrou 33 ultrapassagens: 1 em fevereiro, 1 em maio, 5 em agosto, 2 em setembro, 20 em outubro, 3 em novembro e 1 em dezembro, sendo que a maior concentração ($314,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu em 1º de outubro. A estação Bairro Piratininga registrou 6 ultrapassagens: 1 em junho, 1 em agosto, 3 em setembro e 1 em outubro, sendo que a maior concentração ($257 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi registrada em 15 de setembro.

3.1.5 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

A concentração diária de NO₂ é representada pela maior média horária registrada no dia. As figuras 3.29 a 3.34 apresentam as concentrações diárias registradas pelas estações: de Belo Horizonte, Contagem, Betim e Ibirité.

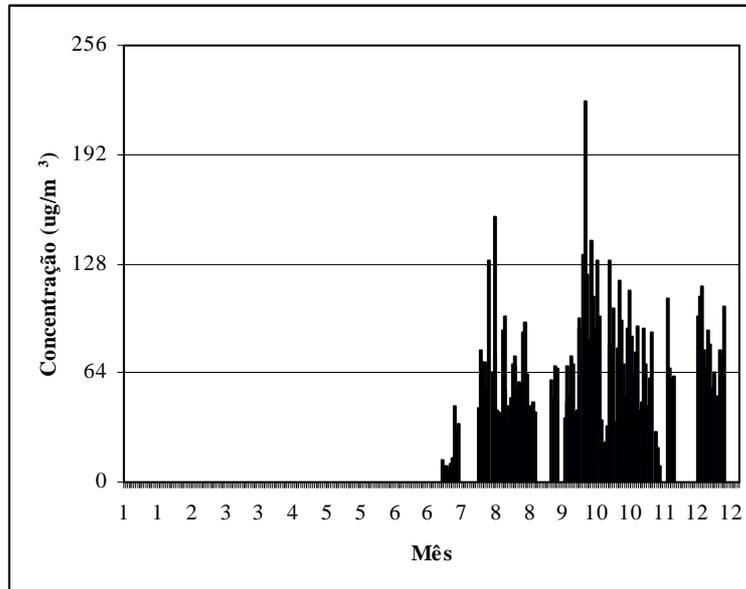


Figura 3.29: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2010

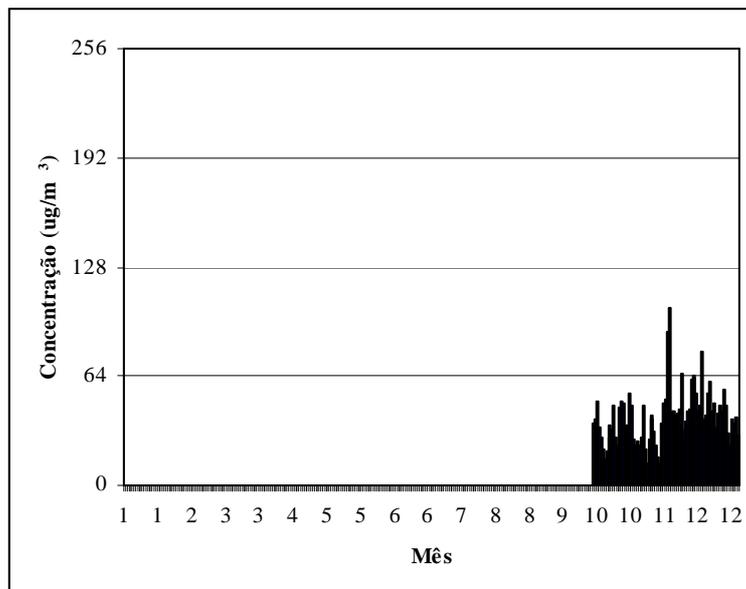


Figura 3.29: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Praça Tancredo Neves, Contagem, 2010

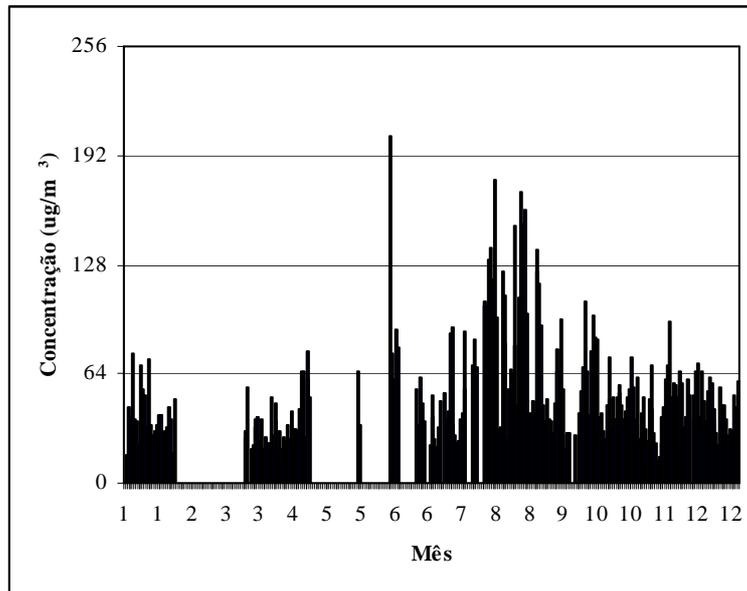


Figura 3.31: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Petrovale, Betim, 2010

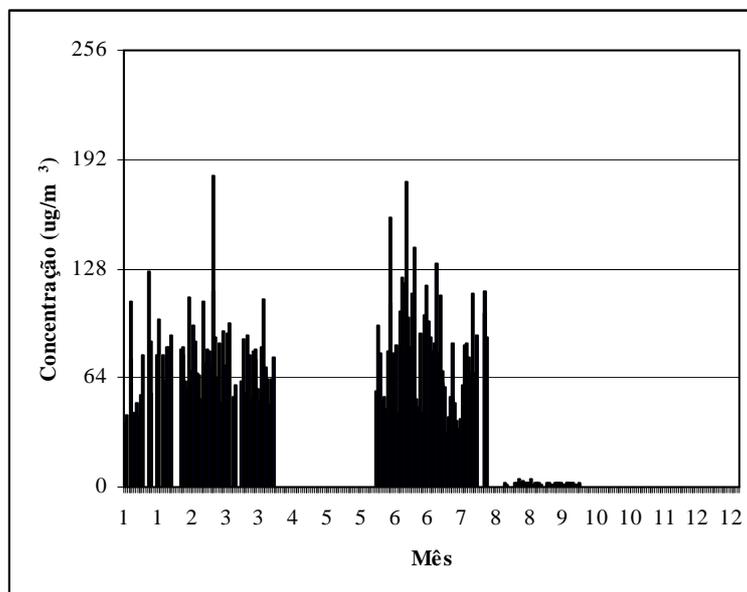


Figura 3.32: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Centro Administrativo, Betim, 2010

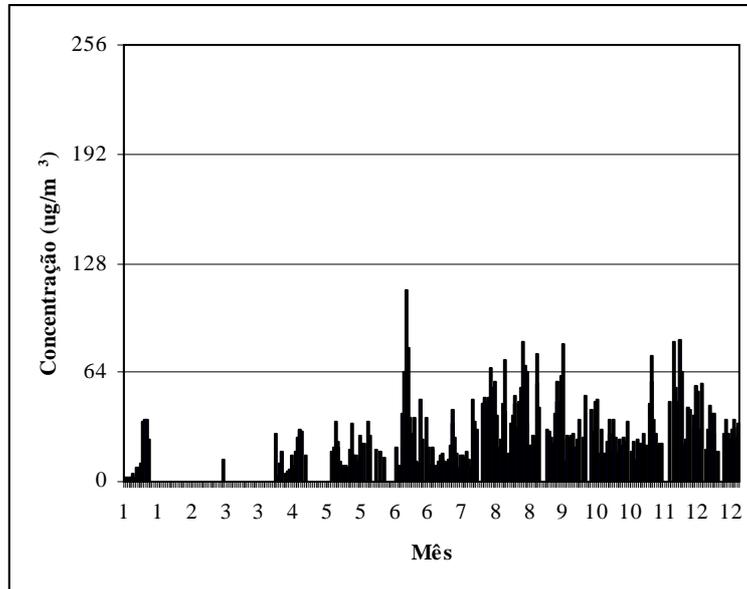


Figura 3.33: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2010

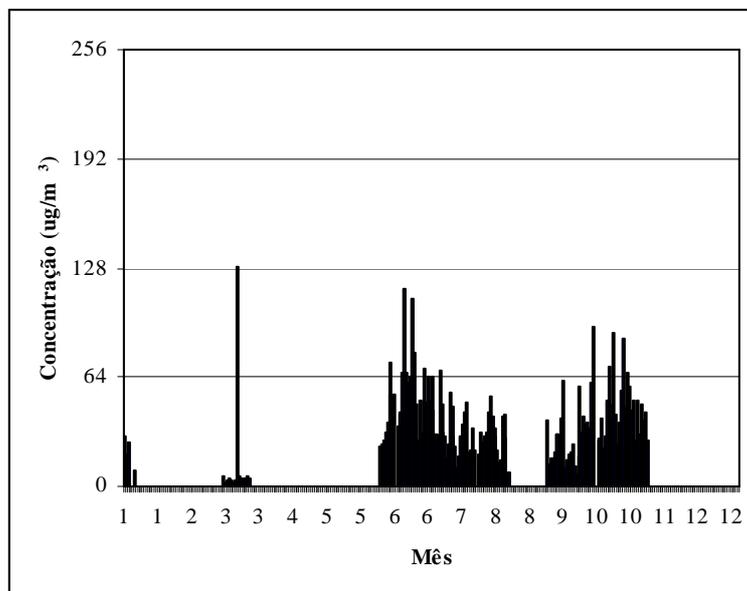


Figura 3.34: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2010

Percebe-se que não houve registro de ultrapassagem do padrão de qualidade do ar que corresponde a $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$; entretanto, para alguns dias, a concentração foi superior a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, determinando que a qualidade do ar fosse classificada como Regular. A estação Praça Rui Barbosa, em Belo Horizonte, registrou as maiores concentrações horárias ($223,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em 1º de outubro; ao passo que, a estação Bairro Petrovale registrou a maior concentração ($203,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em 8 de junho. Para essa estação, é possível observar que as maiores concentrações ocorreram nos meses de junho a setembro de 2010.

A Tabela 3.5 apresenta as estatísticas descritivas para as concentrações de 2010. Para nenhuma das estações, há registro da ultrapassagem do padrão de qualidade do ar para esse poluente, que corresponde a $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 3.5: Estatísticas descritivas para as concentrações de dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------|--------------------------|---------|--------|-------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 7,5 | 63,4 | 223,4 | 66,0* | 34,36 | 245 |
| Contagem | Pç. Tancredo Neves | 11,5 | 38,5 | 104,2 | 39,1* | 15,97 | 279 |
| Betim | Bairro Petrovale | 13,1 | 42,2 | 203,2 | 51,6 | 30,73 | 113 |
| | Centro Administrativo | 0,38 | 62,9 | 182,5 | 58,7* | 39,50 | 186 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 1,9 | 25,4 | 111,7 | 29,1* | 18,22 | 136 |
| | Bairro Piratininga | 1,9 | 30,7 | 128,1 | 35,2* | 22,87 | 213 |

Nota: * indica que a média não é representativa.

Como observado anteriormente, apenas para a estação Bairro Petrovale, em Betim, a série de concentrações das máximas diárias de dióxido de nitrogênio atendeu os critérios de representatividade em todos os quadrimestres. Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que metade das concentrações máximas diárias de dióxido de nitrogênio registradas pela estação Bairro Petrovale situam-se entre $13,1$ e $42,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Apenas para efeito de comparação, em 2009, metade das concentrações máximas registradas pela estação Bairro Petrovale situaram-se entre 8,5 e 37,6 µg/m³.

3.2. Classes de Qualidade do Ar

A Tabela 3.6 apresenta a distribuição das classes de qualidade do ar para cada uma das nove estações. As estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Bairro Jardim das Alterosas apresentaram as maiores freqüências de dias sem a definição da qualidade do ar, 31,2%, 77% e 20,8%, respectivamente. Para as demais estações, as freqüências de perdas ficaram abaixo de 20%.

Tabela 3.6: Distribuição percentual das classes de qualidade do ar¹⁾, na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Classes de qualidade do ar | | | |
|----------------|-----------------------------|----------------------------|---------|------------|-------------|
| | | Boa | Regular | Inadequada | Omissos (%) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 55,3 | 13,2 | 0,3 | 31,2 |
| | Avenida Amazonas | 23,0 | 0 | 0 | 77,0 |
| | Aeroporto Carlos Prates | 77,8 | 5,2 | 0,3 | 16,7 |
| Contagem | Praça Tancredo Neves | 75,1 | 24,9 | 0 | 0 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 41,1 | 34,0 | 4,1 | 20,8 |
| | Bairro Petrovale | 28,2 | 54,2 | 4,7 | 12,9 |
| | Centro Administrativo | 41,4 | 47,9 | 1,4 | 9,3 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 39,2 | 34,8 | 9,0 | 17,0 |
| | Bairro Piratininga | 47,1 | 33,2 | 1,6 | 18,1 |

1) As porcentagens foram calculadas em relação aos 365 dias de cada ano.

Para a estação Praça Rui Barbosa, em Belo Horizonte, dentre os 48 dias cuja qualidade do ar foi classificada como **Regular**, 3 dias foram devidos exclusivamente ao poluente

PM10, 26 dias foram devidos exclusivamente ao Ozônio, 8 dias foram devidos exclusivamente ao Dióxido de Nitrogênio, 1 dia foi devido aos poluentes PM10 e Ozônio (PM10+O₃), 2 dias (PM10+NO₂), 2 dias (CO+O₃), 3 dias (O₃+NO₂), 3 (CO+O₃+NO₂).

Em Betim, estação Bairro Jardim das Alterosas, ocorreram 15 dias com qualidade do ar **Inadequada** devidos exclusivamente ao poluente Ozônio, sendo que, em 1 desses dias, a concentração de PM10 determinou a qualidade do ar como Regular. Dentre os 124 dias com qualidade do ar **Regular**, 21 dias foram devidos exclusivamente ao PM10, 85 dias devidos exclusivamente ao poluente Ozônio (O₃), 17 dias devidos aos poluentes PM10 e Ozônio (PM10+O₃), 1 dia devido aos poluentes Dióxido de Enxofre e Ozônio (SO₂+ O₃).

As concentrações de poluentes registradas pela estação Bairro Petrovale, em Betim, classificaram a qualidade do ar como **Inadequada** em 17 dias. Em 1 desses dias, a classificação deve-se exclusivamente ao poluente Monóxido de Carbono, pois a concentração de ozônio classificaria a qualidade do ar como Regular. Nos 16 dias restantes, a classificação deve-se exclusivamente ao poluente Ozônio, pois as concentrações dos demais poluentes classificariam a qualidade como Boa em 10 dias ou como Regular em 6 dias (4 deles devidos ao PM10, 1 devido ao CO, 1 devido a PM10 e NO₂). Dentre os 198 dias classificados como **Regular**, 1 dia foi devido exclusivamente ao PM10, 2 dias foram devidos exclusivamente ao Monóxido de Carbono, 161 dias foram devidos exclusivamente ao poluente Ozônio, 11 dias foram devidos aos poluentes PM10 e Ozônio (PM10+O₃), 6 dias (CO+O₃), 5 dias (O₃+NO₂), 12 dias (PM10+O₃+NO₂).

Para estação Centro Administrativo, em Betim, 5 dias apresentaram qualidade do ar **Inadequada**, 4 deles devido ao poluente Ozônio (em 1 dia a concentração de PM10 classificaria a qualidade do ar como Regular) e 1 dia devido ao poluente PM10, sendo que a concentração de Ozônio classificaria a qualidade do ar como Regular. Dentre os 175 dias com qualidade do ar **Regular**, 29 dias foram devidos exclusivamente ao PM10, 105 dias foram devidos exclusivamente ao poluente Ozônio, 6 dias foram devidos exclusivamente ao Dióxido de Nitrogênio, 18 dias foram devidos aos poluentes PM10 e

Ozônio (PM10+O₃), 6 dias (PM10+NO₂), 2 dias (CO+O₃), 8 dias (O₃+NO₂), 1 dia (PM10+O₃+NO₂).

A estação Bairro Cascata em Ibirité registrou 33 dias como **Inadequada** devido às concentrações do poluente Ozônio, sendo que, em 3 desses dias, a concentração de PM classificaria a qualidade do ar como Regular. Dentre os 127 dias com qualidade do ar **Regular**, 2 dias foram devidos exclusivamente ao PM10, 111 dias foram devidos exclusivamente ao Ozônio, 1 dia devido ao Dióxido de Enxofre, 1 dia devido ao Monóxido de Carbono, 11 dias devidos aos poluentes PM10 e Ozônio (PM10+O₃), 1 dia (O₃+NO₂),

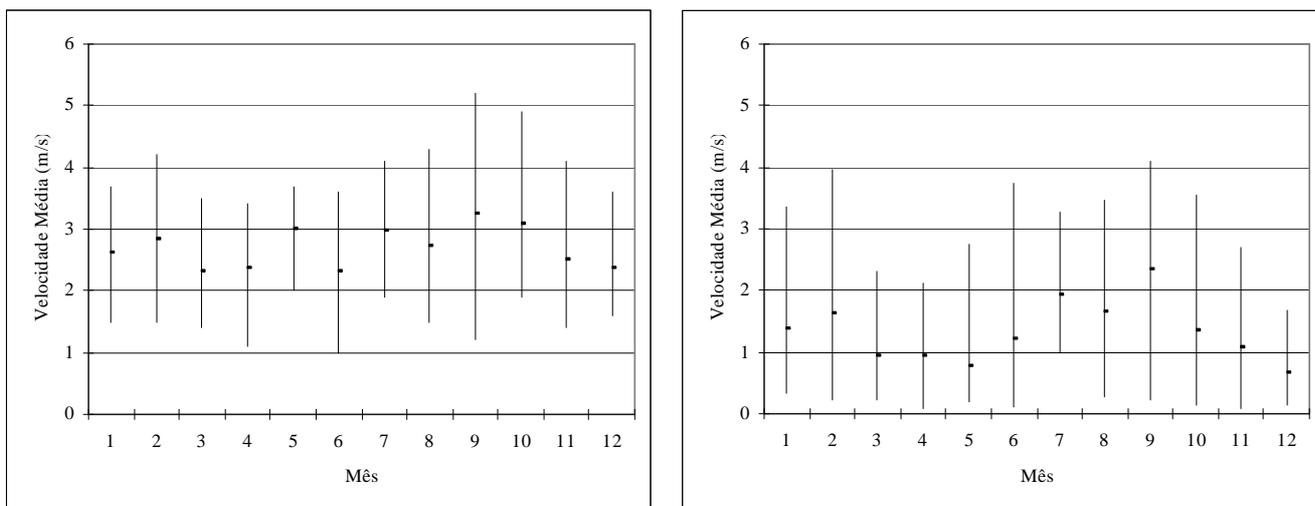
Para a estação Bairro Piratininga, 6 dias obtiveram classificação **Inadequada** devido às concentrações de Ozônio, sendo que, em 1 desses dias, as concentrações dos poluentes PM10 e NO₂ classificariam a qualidade do ar como Regular. Dentre os 121 dias, cuja qualidade foi classificada como **Regular**, 4 dias foram devidos ao poluente exclusivamente ao poluente PM10, 108 dias foram devidos exclusivamente ao poluente Ozônio, 1 dia devido exclusivamente ao Dióxido de Nitrogênio, 7 dias foram devidos aos poluentes PM10 e Ozônio (PM10+O₃), 1 dia (PM10+O₃+NO₂).

3.3. Dados Meteorológicos

Os parâmetros meteorológicos a serem apresentados são: velocidade de vento, direção de vento, temperatura e umidade relativa do ar. Os dados analisados correspondem às médias diárias consideradas válidas para cada um dos parâmetros citados.

3.3.1 Velocidade de Vento

A média anual de velocidade de vento pôde ser considerada representativa somente para as estações Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, e Praça Tancredo Neves, em Contagem. Para essas estações, observou-se que há uma maior variação das velocidades médias diárias durante os meses de maio e junho; embora não sejam as maiores médias observadas ao longo do ano. As maiores médias diárias ocorreram no período de julho a setembro, conforme pode ser observado na Figura 3.35.



Nota: em cada mês, o ponto central de cada segmento representa a média mensal de velocidade de vento

(a)

(b)

Figura 3.35: Amplitude mensal das médias diárias de velocidade de vento registradas pela estação Aeroporto Carlos Prates em Belo Horizonte (a) e Praça Tancredo Neves em Contagem (b), 2010

A Praça Tancredo Neves, em Contagem, apresentou uma grande amplitude entre a menor média diária e a maior média diária registrada no mês de fevereiro. Na Figura 3.5, pode-se observar que, em pelo menos um dos dias de fevereiro, média diária foi inferior a 1 m/s; ao passo que, houve também registro de pelo menos um dia com média diária superior a 4 m/s.

A Tabela 3.7 apresenta as estatísticas descritivas da velocidade de vento para as estações de Belo Horizonte, Contagem, Betim e Ibirité. A média para a estação Praça Tancredo Neves correspondeu a 1,3 m/s, ao passo que, a região da estação Aeroporto Carlos Prates apresenta uma velocidade de vento bem superior, cuja média anual correspondeu a 2,7 m/s.

Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que metade das médias diárias de velocidade de vento registradas pela estação Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, situaram-se entre 1 e 2,6 m/s; ao passo que metade das médias diárias registradas pela estação Praça Tancredo Neves situaram-se entre 0,1 e 1 m/s.

Tabela 3.7: Estatísticas descritivas para a velocidade de vento (m/s), na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|-------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 1,1 | 1,4 | 2,1 | 1,5* | 0,26 | 302 |
| | Avenida Amazonas | 0,9 | 1,3 | 2,3 | 1,4* | 0,30 | 278 |
| | Aeroporto Carlos Prates | 1,0 | 2,6 | 5,2 | 2,7 | 0,78 | 72 |
| Contagem | Pç. Tancredo Neves | 0,1 | 1,1 | 4,1 | 1,3 | 0,93 | 0 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 0,7 | 2,0 | 4,2 | 2,2* | 0,74 | 227 |
| | Bairro Petrovale | 0,8 | 1,6 | 3,4 | 1,8* | 0,61 | 200 |
| | Centro Administrativo | 0,8 | 1,8 | 4,0 | 1,9* | 0,65 | 165 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 0,3 | 1,5 | 3,8 | 1,7* | 0,67 | 189 |

Nota: * indica que a média não é representativa, a estação Bairro Piratininga, em Ibirité, não apresentou medições durante o ano de 2010.

3.3.2 Direção de Vento

Os dados de direção de vento obtidos pelas estações referem-se às médias diárias de direção predominante de vento. Essas direções foram classificadas como: Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste ou Noroeste.

Para a estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte, a porcentagem de dias cujos dados foram considerados válidos é pequena, 22,5%. Dentre os 82 dias com medições, para 55 deles, a direção predominante foi Sul. Para a estação Avenida Amazonas, há somente 87 dias com médias diárias de direções de vento, que corresponderam à direção Sul. Para a estação Aeroporto Carlos Prates, dentre os 294 dias com médias diárias válidas, para 54% deles, a direção predominante é Sul e, pra 12,1%, foi Sudeste.

Para a estação Praça Tancredo Neves de Contagem, as direções predominantes de vento foram Noroeste (66,6%) e Sudeste (22,2%).

A estação Bairro Jardim das Alterosas não teve representatividade em função do menor número de dias com resultados para o sensor de direção de vento. Para 61,9% dos dias, as médias diárias não foram consideradas válidas e, para 34,5%, as médias diárias corresponderam à direção Sul. Para a estação Bairro Petrovale, também não se obteve uma série representativa, pois, para 54,8% dos dias, as médias diárias não foram consideradas válidas, sendo que para 16,2% e para 13,2%, as médias diárias corresponderam às direções Sul e Sudoeste, respectivamente. Para a estação Bairro Centro Administrativo, a série também não foi representativa; para 44,1%, as médias diárias não foram consideradas válidas e para 38,1%, as médias diárias corresponderam à direção Sul.

Para a estação Bairro Cascata, também não se obteve uma série representativa, pois, para 51,8% dos dias, as médias diárias não foram consideradas válidas, sendo que para 15,9% e para 19,7%, as médias diárias corresponderam às direções Sul e Sudoeste, respectivamente. Para a estação Bairro Piratininga, o sensor de direção de vento não funcionou durante o ano de 2010.

3.3.3 Temperatura do Ar

A Figura 3.36 apresenta as amplitudes das temperaturas médias diárias registradas pela estação Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte.

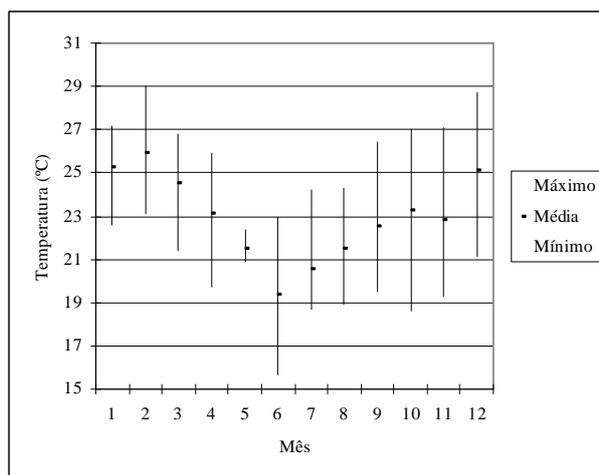


Figura 3.36: Amplitude mensal das médias diárias de temperatura, estação Aeroporto Carlos Prates, Belo Horizonte, 2010

Como para a velocidade de vento, a temperatura também uma sazonalidade ao longo do ano, sendo que as menores temperaturas são registradas no mês de junho.

A Tabela 3.8 apresenta as estatísticas descritivas para o parâmetro temperatura do ar para as estações de Belo Horizonte, Betim e Ibirité. Apenas a estação Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte apresentou média anual representativa.

Tabela 3.8: Estatísticas descritivas para a temperatura do ar (°C), na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas Descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|-------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 21,0 | 25,8 | 30,8 | 25,7* | 2,14 | 303 |
| | Avenida Amazonas | 18,6 | 22,9 | 26,2 | 22,8* | 1,48 | 278 |
| | Aeroporto Carlos Prates | 15,7 | 23,4 | 29,0 | 23,1 | 2,55 | 71 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 13,9 | 21,9 | 26,7 | 21,9* | 2,32 | 189 |
| | Bairro Petrovale | 13,3 | 20,8 | 26,6 | 20,7* | 2,36 | 198 |
| | Centro Administrativo | 14,9 | 22,0 | 26,5 | 21,8* | 2,47 | 161 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 14,1 | 22,5 | 26,8 | 22,3* | 2,40 | 147 |

Nota: * indica que a média não é representativa; os sensores de temperatura das estações Praça Tancredo Neves e Bairro Piratininga estavam em manutenção durante o ano de 2010.

O menor valor de temperatura média diária foi registrado em 13 de junho pela estação Aeroporto Carlos Prates (15,7°C). Os dias mais quentes foram registrados pela estação Aeroporto Carlos Prates em 17 de fevereiro (29°C) e 22 de dezembro (28,7°C).

3.3.4 Umidade Relativa do Ar

As estatísticas descritivas da umidade relativa do ar estão apresentadas na Tabela 3.9. Apenas a estação Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, apresentou média anual representativa, que correspondeu a 80,9%.

Tabela 3.9: Estatísticas descritivas para a umidade relativa (%) do ar, na RMBH, em 2010

| Município | Estação | Estatísticas Descritivas | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------|-------|---------------|----------------|
| | | Mínimo | Mediana | Máximo | Média | Desvio padrão | Omissos (dias) |
| Belo Horizonte | Praça Rui Barbosa | 42,9 | 72,5 | 97,8 | 71,9* | 14,34 | 303 |
| | Avenida Amazonas | 62,3 | 75,7 | 98,5 | 77,1* | 9,02 | 278 |
| | Aeroporto Carlos Prates | 45,6 | 81,3 | 98,6 | 80,9 | 10,77 | 71 |
| Betim | Bairro Jardim das Alterosas | 32,0 | 59,3 | 98,1 | 60,3* | 14,33 | 192 |
| | Bairro Petrovale | 29,8 | 61,4 | 98,5 | 63,2* | 17,90 | 211 |
| | Centro Administrativo | 38,4 | 64,2 | 95,6 | 64,7* | 12,66 | 166 |
| Ibirité | Bairro Cascata | 40,4 | 68,7 | 99,3 | 72,3* | 15,34 | 168 |

Nota: * indica que a média não é representativa; os sensores de umidade das estações Praça Tancredo Neves e Bairro Piratininga estavam em manutenção durante o ano de 2010.

Com base nas estatísticas mínimo e mediana, pode-se observar que metade das médias diárias registradas pela estação Aeroporto Carlos Prates situaram-se entre 45,6% e 81,3%. Em 2009, metade das médias registradas por essa estação situou-se entre 54% e 83,4% o que pode estar a indicar que o ano de 2010 foi um pouco mais seco do que o ano de 2009.

Para o período de 2 de agosto a 5 de setembro, as estações de Betim e Ibirité registraram médias horárias de umidade relativa menores que 20%. Em 26 de agosto, as estações Bairro Jardim das Alterosas e Bairro Petrovale, em Betim, registraram umidades relativas menores que 20% por 5 horas seguidas (de 15 às 19 horas) e por 9 horas seguidas (de 12 às 20 horas), respectivamente. A estação Centro Administrativo, também em Betim, registrou médias horárias menores que 20% por 5 horas seguidas em 27 de agosto (de 14 às 18 horas) e por 6 horas seguidas em 3 e 5 de setembro (de 13 às 18 horas). A estação Bairro Cascata, em Ibirité, registrou uma única média horária menor que 20% em 26 de agosto, 3 e 5 de setembro.

4. DISCUSSÕES

Em 2010, apenas a estação Aeroporto Carlos Prates obteve série anual representativa para o poluente PM10, cuja média anual correspondeu a $25,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que ficou abaixo do padrão anual permitido pela Resolução CONAMA nº 03 de 1990 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na estação Praça Rui Barbosa, em Belo Horizonte, ocorreram problemas de vandalismo com roubo de cabos de energia e de parte dos equipamentos instalados no exterior da cabine, o que comprometeu também a representatividade das séries anuais dos demais parâmetros. A estação da Avenida Amazonas teve sua operação interrompida em abril de 2010, pois o analisador de material particulado apresentou defeito e foi enviado para manutenção, segundo a empresa Vallourec & Mannesmann Tubes do Brasil S.A., proprietária desse equipamento (Feam, 2010). Essa empresa acordou com o COPAM, a substituição das estações Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates por duas novas estações mais completas, para o ano de 2013. Portanto, até que ocorra essa substituição, a rede de monitoramento da RMBH estará reduzida a 7 estações.

Nas estações Centro Administrativo, em Betim, e Cascata, em Ibirité, os analisadores de material particulado têm apresentado freqüentes defeitos que ocasionaram perda significativa de dados. A Refinaria Gabriel Passos, proprietária dos analisadores de PM10, adquiriu novos equipamentos; entretanto, não conseguiu a liberação dos mesmos na alfândega (Feam, 2010).

Em relação ao poluente dióxido de enxofre, as médias anuais encontram-se bem abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 03 de 1990 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$); o que já vem sendo observado há vários anos. As médias anuais referentes às concentrações registradas pelas estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale e Centro Administrativo, em Betim, corresponderam a $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente; ao passo que, para a estação Bairro Piratininga, em Ibirité, a média anual correspondeu a $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para as demais estações, as médias anuais não puderam ser consideradas representativas.

Ao contrário do ano anterior, as médias diárias de monóxido de carbono ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 03 de 1990, que corresponde a 9 ppm e que não deve ser excedido mais de uma vez por ano. A estação Bairro Petrovale, em

Betim, registrou uma única ultrapassagem que correspondeu a 11,84 ppm, que é bem superior ao valor máximo registrado por essa estação, em 2009 (2,79 ppm).

Dentre as séries anuais de concentrações referentes ao poluente dióxido de nitrogênio, apenas para a estação Bairro Petrovale, em Betim, houve atendimento do critério de representatividade. Nenhuma estação registrou ultrapassagem do padrão primário de 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentração média de uma hora), durante os respectivos períodos de obtenção de dados válidos.

O poluente ozônio definiu a qualidade do ar como regular, na RMBH, em uma frequência maior do que os demais poluentes, que variou de 54% a 89%. Em 2010, a estação de Belo Horizonte (Praça Rui Barbosa), as estações de Betim e Ibirité registraram ultrapassagens do padrão primário de qualidade do ar para o poluente ozônio. Enquanto as estações localizadas em áreas com características mais urbanas: Praça Rui Barbosa em Belo Horizonte, Centro Administrativo em Betim, e Bairro Piratininga em Ibirité registraram 1, 4 e 6 ultrapassagens, respectivamente; as estações localizadas em áreas industriais: Praça Tancredo Neves, em Contagem, Bairro Jardim das Alterosas e Bairro Petrovale em Betim, Bairro Cascata em Ibirité registraram 40, 15, 16 e 33 ultrapassagens, respectivamente.

Em relação ao ano anterior, a estação Bairro Cascata registrou um maior número de ultrapassagens do que a estação Bairro Petrovale; o que pode ser devido à mudança da direção predominante de vento. Essa suposição não pode ser confirmada, porque a análise ficou comprometida devido a alta porcentagem de dados omissos para direção de vento. Em 2009, para a estação Cascata, as direções predominantes de vento foram Norte (33%) e Sul (16%) com apenas 15% de dados omissos; ao passo que, em 2010, as direções predominantes de vento foram Sudoeste (20%) e Sul (16%) com 52% de dados omissos.

A radiação solar contribui para a formação, do ozônio devido à presença de compostos orgânicos voláteis e óxidos de nitrogênio na atmosfera. Entretanto, esse parâmetro não é monitorado pelas estações automáticas da RMBH, não permitindo, assim, a comparação entre os anos de 2009 e 2010. Por outro lado, as radiações solares, nessas duas

localidades, devem ser semelhantes, pois a distância geográfica entre as estações é pequena.

Devido às ultrapassagens do padrão primário de qualidade do ar e considerando a necessidade de assegurar uma proteção eficaz contra os efeitos nocivos na saúde humana decorrentes da exposição ao ozônio, a Gerência de Gestão da Qualidade do Ar elaborou deliberação normativa que dispõe sobre o Plano de Contingência para Ultrapassagens do Padrão de Qualidade do Ar para Ozônio no Estado de Minas Gerais. Essa deliberação encontra-se em análise pelo setor jurídico para posterior encaminhamento ao plenário do Conselho Estadual de Política Ambiental.

Outra ação proposta foi a modernização dos equipamentos das estações que constituem a rede de monitoramento, uma vez que os mesmos são antigos e tem apresentado falhas freqüentes, bem como a incorporação do sensor de radiação solar.

A Gerência de Gestão de Qualidade do Ar e Emissões tem investido também na formação de profissionais para a operação e manutenção de analisadores de poluentes atmosféricos, pois até o momento, o Estado de Minas Gerais é carente dessa mão-de-obra. Conseqüentemente, mesmo para consertos mais simples, os equipamentos com defeito têm sido encaminhados para manutenção em outros estados, inviabilizando, assim, a representatividade da série anual de medições.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 1997**. São Paulo: CETESB. 1998. 98p.
2. CONAMA. Legislação. Desenvolvido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 2 jul. 2002.
3. FEAM. Avaliação da eficiência da rede de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte. Fundação Estadual do Meio Ambiente; 2010.
4. FEAM. Licenciamento ambiental: coletânea de legislação. Fundação Estadual do Meio Ambiente; Projeto Minas Ambiente. 2ª. Edição, 2000, 438p.
5. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 3 nov. 2007.
6. INDI. Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.indi.mg.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. 1996.
7. LIU, B.W.Y., FIORAVANTE, E.F. **Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2005**. Relatório Técnico FEAM-RT-DIMOG-25/2006, Belo Horizonte, FEAM, 2006. 56p.
8. USEPA. **National ambient air quality standards (NAAQS)**. Environmental Protection Agency, 31 ago. 2011. Disponível em <<http://www.epa.gov/criteria.html>>. Acesso em: 11 set. 2011.
9. USEPA. **Air quality index: a guide to air quality and your healthy**. U.S. Environmental Protection Agency, ago. 2009. Disponível em <http://www.epa.gov/airnow/aqi_brochure_08-09.pdf>. Acesso em: 11 set. 2011.

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Técnicos: Antônio Alves dos Reis
 Diego Francisco Bastos Cavalcante
 Elisete Gomides Dutra
 Flávio Daniel Ferreira
 Genésio Alves Vieira
 Jonathan Calixto Silva
 Lucas Guimarães Viana
 Rúbia Cecília Augusta Francisco
 Sabrina Caldas de Paiva Brito
 Thiago Souza Meira

Telefone: (031) 3915-1122