

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

**Monitoramento da Qualidade do Ar na
Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2009**

Belo Horizonte – Dezembro/2010

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

José Carlos Carvalho

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

Rúbia Cecília Augusta Francisco

F981m

Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte em 2009. / Fundação Estadual do Meio Ambiente. -- Belo Horizonte: FEAM, 2010. 47p. : 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 2009

FEAM-GESAR-RT-5/2010

Dezembro/2010

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
Edwan Fernandes Fioravante
Elisete Gomides Dutra
Rúbia Cecília Augusta Francisco

-
- **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**
Elisete Gomides Dutra

 - **DIRETORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**
Paulo Eduardo Fernandes de Almeida

 - **DIRETORIA DE MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL**
Angelina Maria Lanna de Moraes

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 2009.

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	4
2.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO	4
2.2 MÉTODOS DE MEDIÇÃO	7
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.....	13
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)	22
3.1.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	26
3.1.4 OZÔNIO (O ₃)	30
3.1.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO ₂).....	34
3.2. CLASSES DE QUALIDADE DO AR.....	38
3.3. DADOS METEOROLÓGICOS.....	40
3.3.1 VELOCIDADE DE VENTO	40
3.3.2 DIREÇÃO DE VENTO.....	41
3.3.3 TEMPERATURA DO AR	42
3.3.4 UMIDADE RELATIVA DO AR	42
4. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

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.

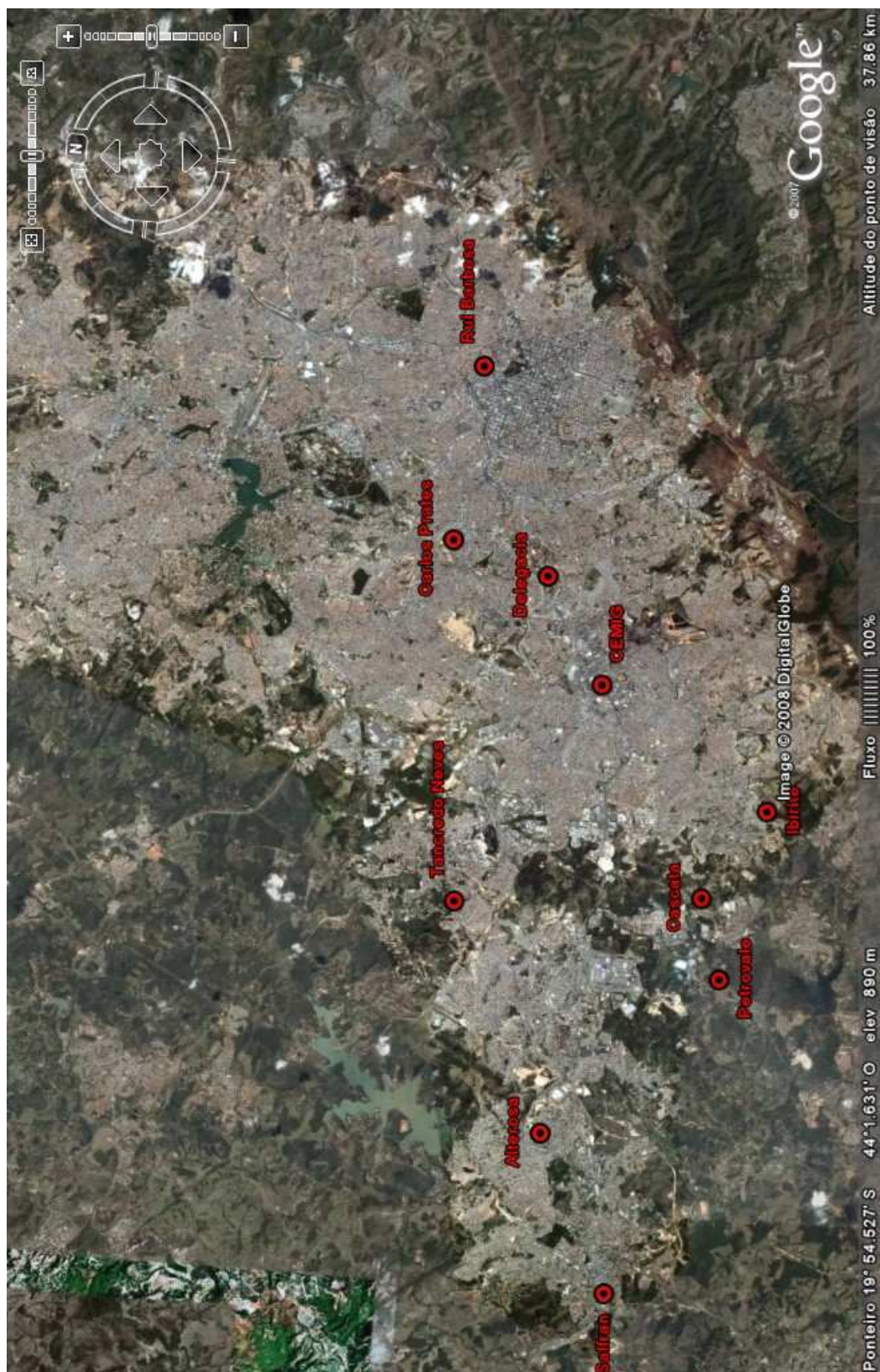


Figura 1.1: Locais das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar da Região Metropolitana de Belo Horizonte

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar da RMBH é constituída de dez estações (Figura 1.1). Três delas foram instaladas em abril de 1995 na região urbana de Belo Horizonte, de Contagem 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.

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 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, 2009

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	DNER ¹	X	X	X			X		PETROBRAS abr/95
	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-Direção e Velocidade de Vento, Temperatura e Umidade Relativa do Ar; P-Precipitação (chuva).

1) 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.

2. METODOLOGIA

2.1 Localização das Estações Automáticas de Monitoramento

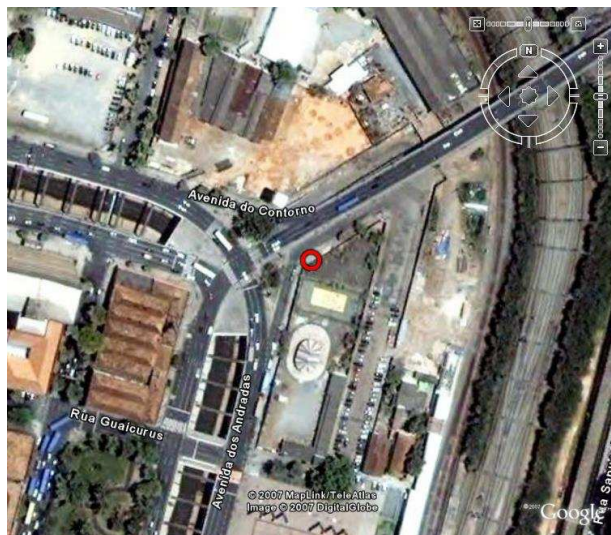
Uma das estações de Belo Horizonte está localizada na praça Rui Barbosa em terreno da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, onde funciona como Centro de Referência Cultural da Criança e do Adolescente, ao lado da confluência entre o viaduto da Floresta e a avenida dos Andradas. Essa região é caracterizada 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 DNER está instalada na avenida Babita Camargo, em área externa do Polícia Federal Rodoviária (PFR), antigamente denominada de DNER ou DNIT, em local próximo à praça da CEMIG. Essa região é circundada por diversas unidades industriais, além de concentrar fluxo intenso de veículos leves e pesados. É, portanto, uma região sob

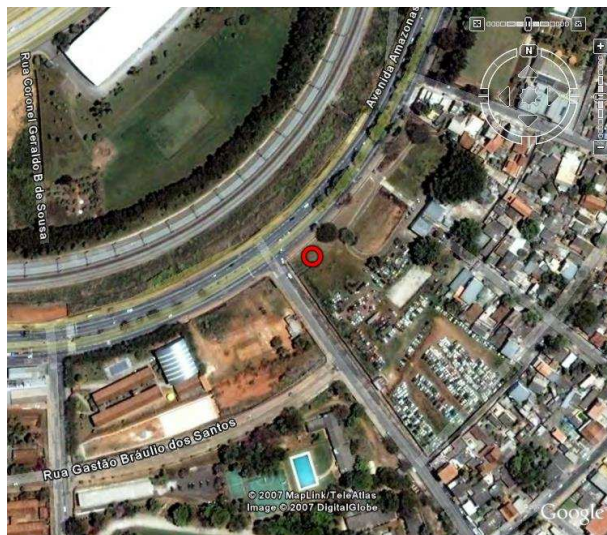
influência da poluição de origem industrial e veicular. A estação Praça Tancreto Neves está localizada no terreno da Prefeitura de Contagem (Figura 2.2), que apresenta uma menor influência da poluição de origem veicular, quando comparada com a região próxima à praça da Cemig. Devido às construções e ao crescimento de vegetações próximas à estação, a localização da mesma já se encontrava em discussão, uma vez que não se desejava perder uma série histórica de dados com mais de dez anos. Entretanto, devido à dificuldade em realizar a poda das árvores e, principalmente, em acessar essa estação para implantação de um mastro com os sensores meteorológicos, bem como para realização dos serviços de manutenção dos analisadores, pois a estação DNER localizava-se no terreno de órgão federal, ela foi desativada. Os equipamentos dessa estação passaram a servir como sobressalentes, quando da ocorrência de falha de algum equipamento similar nas demais estações da RMBH, pertencentes a PETROBRA/REGAP.

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).

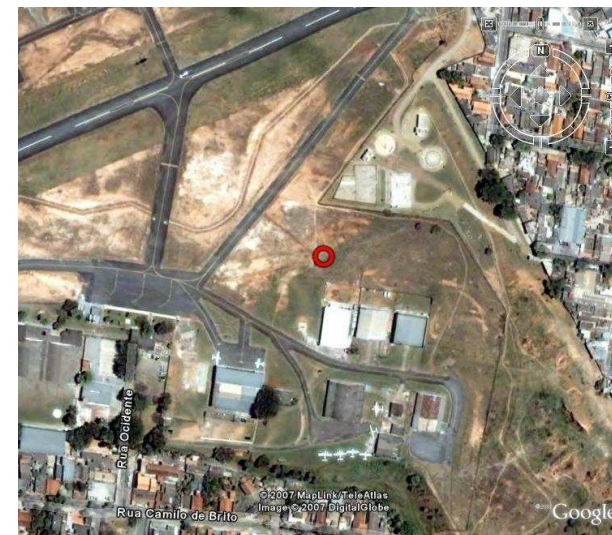
As estações Bairro Cascata e Bairro Piratininga estão localizadas no município de Ibirité. A estação Bairro Cascata está situada na Escola Estadual José Rodrigues Betim (Rua Padre Eustáquio, número 881), próxima a PETROBRAS/REGAP. A estação Bairro Piratininga está situada no terreno da Associação de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



Estação Praça Rui Barbosa

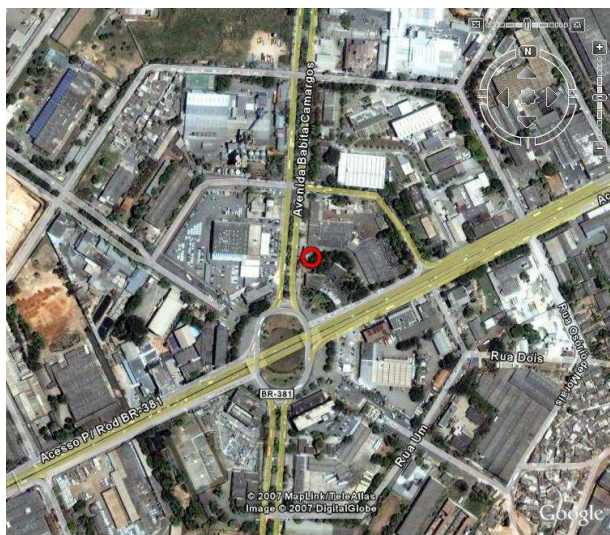


Estação Avenida Amazonas



Estação Aeroporto Carlos Prates

Figura 2.1 – Localização das estações em Belo Horizonte



Estação Praça da CEMIG



Estação Praça Tancredo Neves

Figura 2.2 – Localização das estações em Contagem

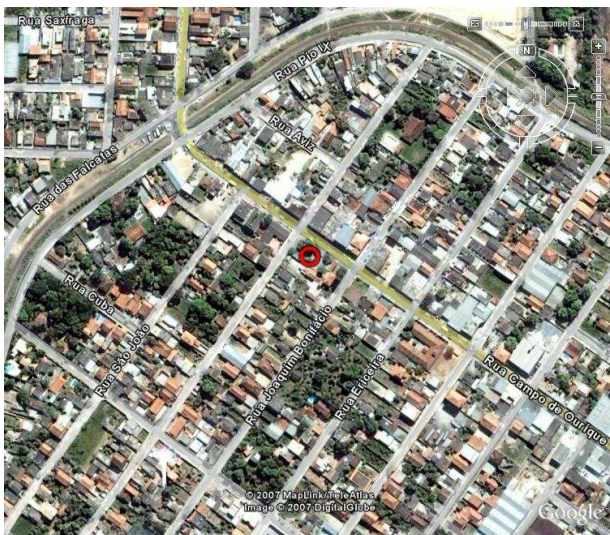
2.2 Métodos de Medição

- **Dados de concentração de poluentes**

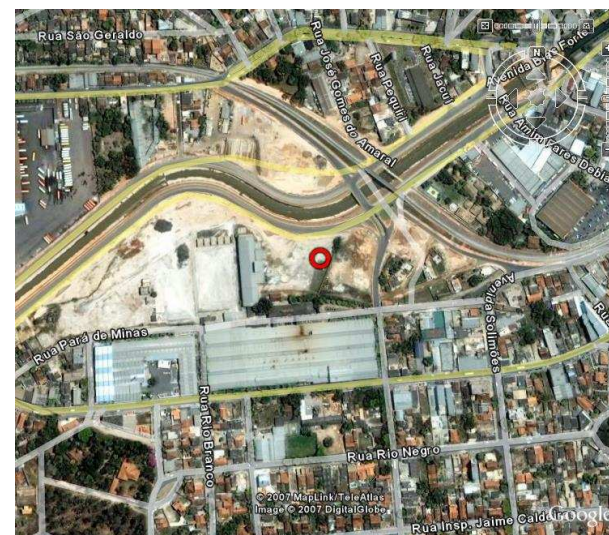
As Partículas Inaláveis (PM10) são poluentes atmosféricos constituídos por um conjunto de partículas com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 10 μm . O método empregado para medir a concentração de PM10 no ar atmosférico é o da Radiação *Beta*, através de um monitor (modelo MP101M), que emprega C^{14} 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.

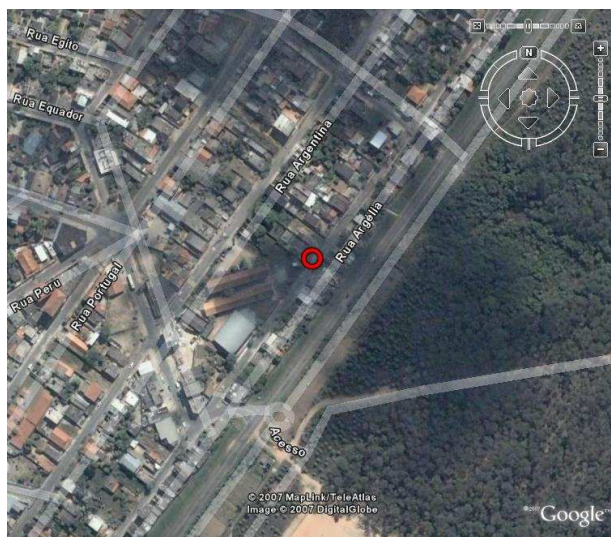


Estação Bairro Jardim das Alterosas

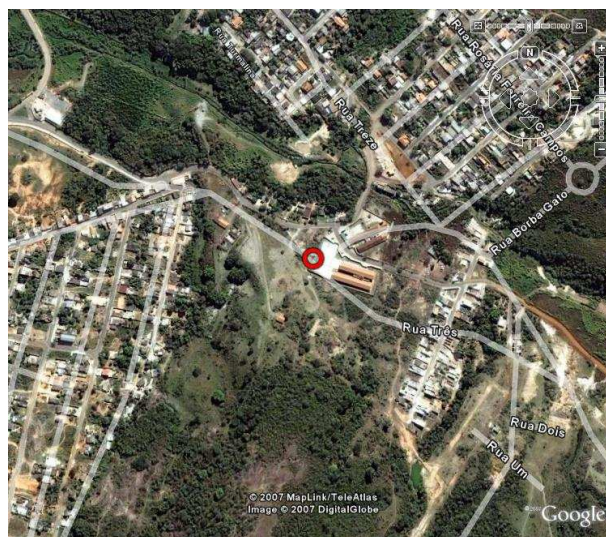


Estação Centro Administrativo

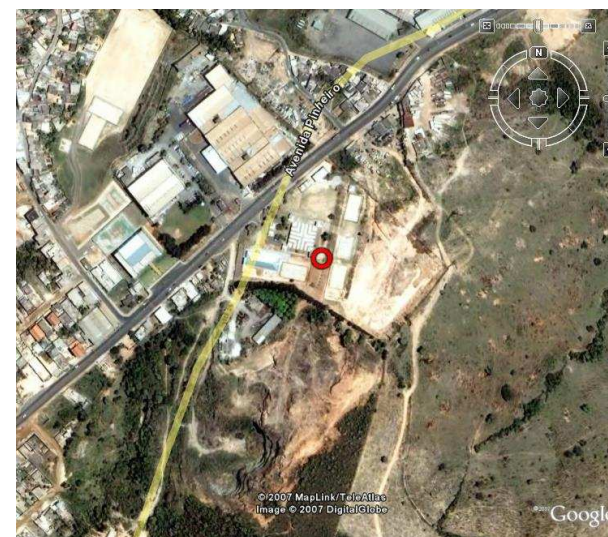
Figura 2.3 – Localização das estações em Betim



Estação Bairro Petrovale



Estação Bairro Cascata



Estação Bairro Piratininga

Figura 2.4 – Localização das estações em Ibitiré

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 $\mu g/m^3$.

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 $\mu g/m^3$. 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 PM_{10} 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 (modelo $SAM32A$), linha telefônica, modem e demais acessórios necessários à operação e ao funcionamento do sistema.

Três terminais, dois 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, SO₂, CO, O₃, NO₂ e dos parâmetros meteorológicos na forma de gráficos e tabelas.

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, 2000).

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: CETESB/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 (8 estações), SO₂ (6 estações), CO (6 estações), O₃ (7 estações) e NO₂ (6 estações) obtidos em 2009 nas estações de monitoramento da qualidade do ar instaladas na RMBH.

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 (PM2,5)

As concentrações médias diárias de PM10 em 2009, obtidas nas estações da Região Metropolitana de Belo Horizonte estão apresentadas nas Figuras 3.1 a 3.8. Como pode ser visto nessas figuras, as concentrações médias diárias registradas pelas estações Praça Rui Barbosa; Avenida Amazonas; Aeroporto Carlos Prates; Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale; Centro Administrativo, Bairro Cascata e Bairro Piratininga, respectivamente, não registraram médias diárias superiores a 150 µg/m³.

Esse valor de 150 µg/m³ corresponde ao padrão primário e não deve ser ultrapassado mais de uma vez ao ano; entretanto, para as estações Praça Rui Barbosa, Bairro Jardim das Alterosas, Centro Administrativo e Bairro Piratininga não houve medições para o período que tende a apresentar as maiores concentrações de material particulado. O

analisador da estação Praça Tancredo Neves não apresentou medições válidas durante o ano de 2009.

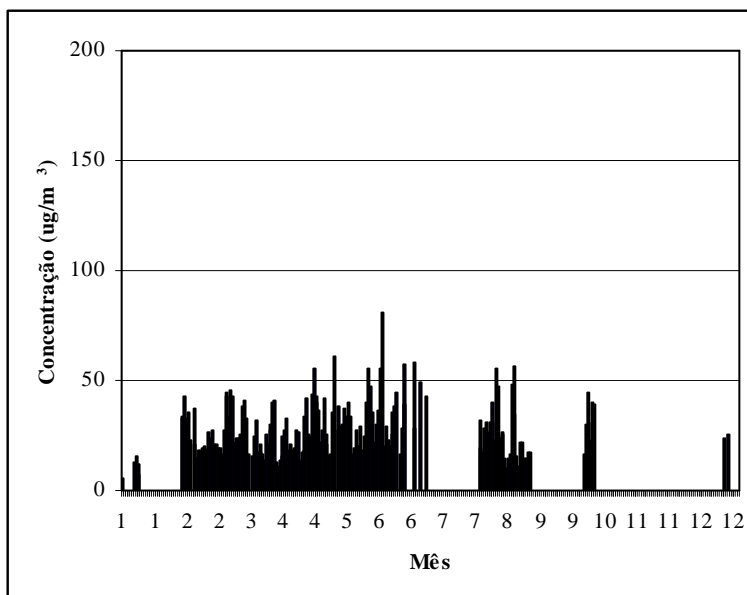


Figura 3.1: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2009

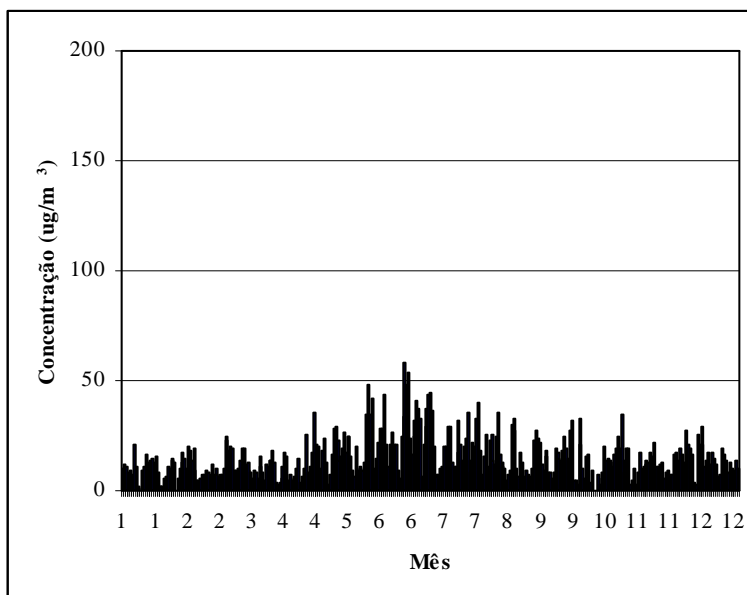


Figura 3.2: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Avenida Amazonas, Belo Horizonte, 2009

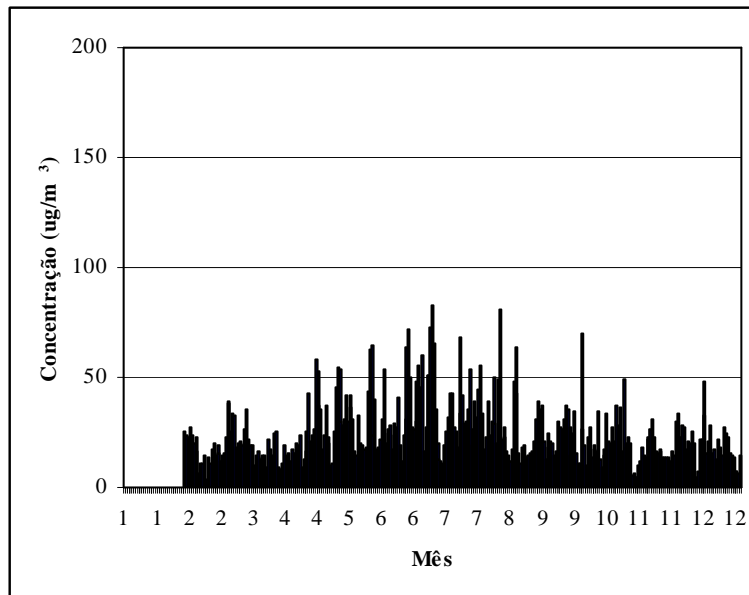


Figura 3.3: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Aeroporto Carlos Prates, Belo Horizonte, 2009

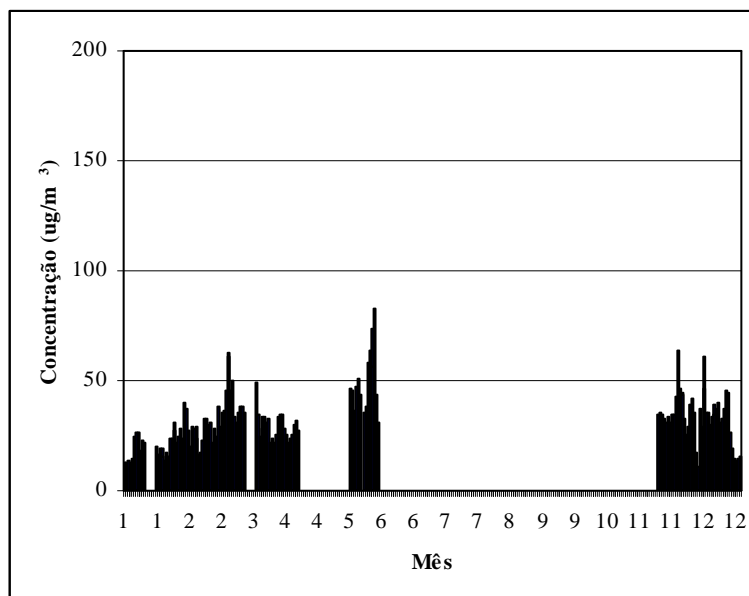


Figura 3.4: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2009

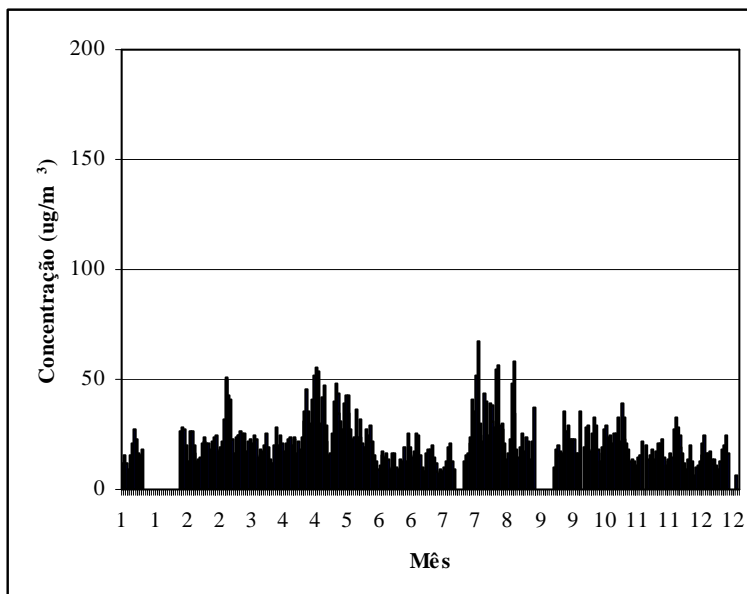


Figura 3.5: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Petrovale, Betim, 2009

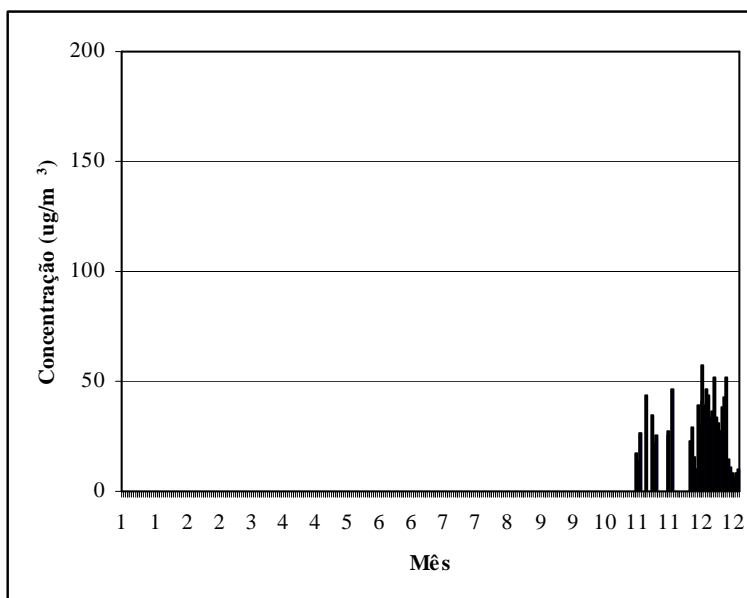


Figura 3.6: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Centro Administrativo, Betim, 2009

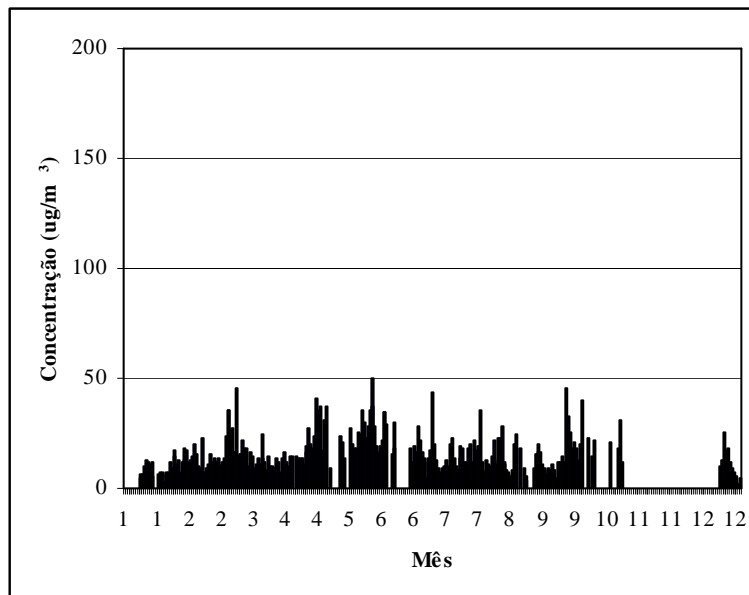


Figura 3.7: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Cascata, Ibirité, 2009

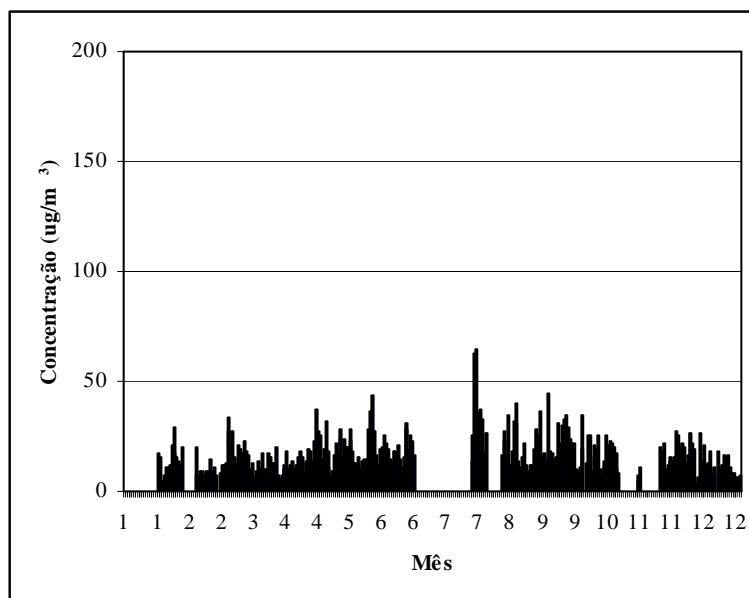


Figura 3.8: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2009

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 2009. Essas estatísticas foram obtidas a partir das concentrações médias diárias de PM10 registradas pelas oito estações. As estações Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, ambas em Belo Horizonte, obtiveram médias anuais representativas em 2009: 15,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 24,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. As estações Bairro Petrovale, em Betim, e Bairro Piratininga, em Ibirité, também obtiveram anuais representativas em 2009: 22,1 e 17,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Essas médias anuais não ultrapassaram o padrão anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90.

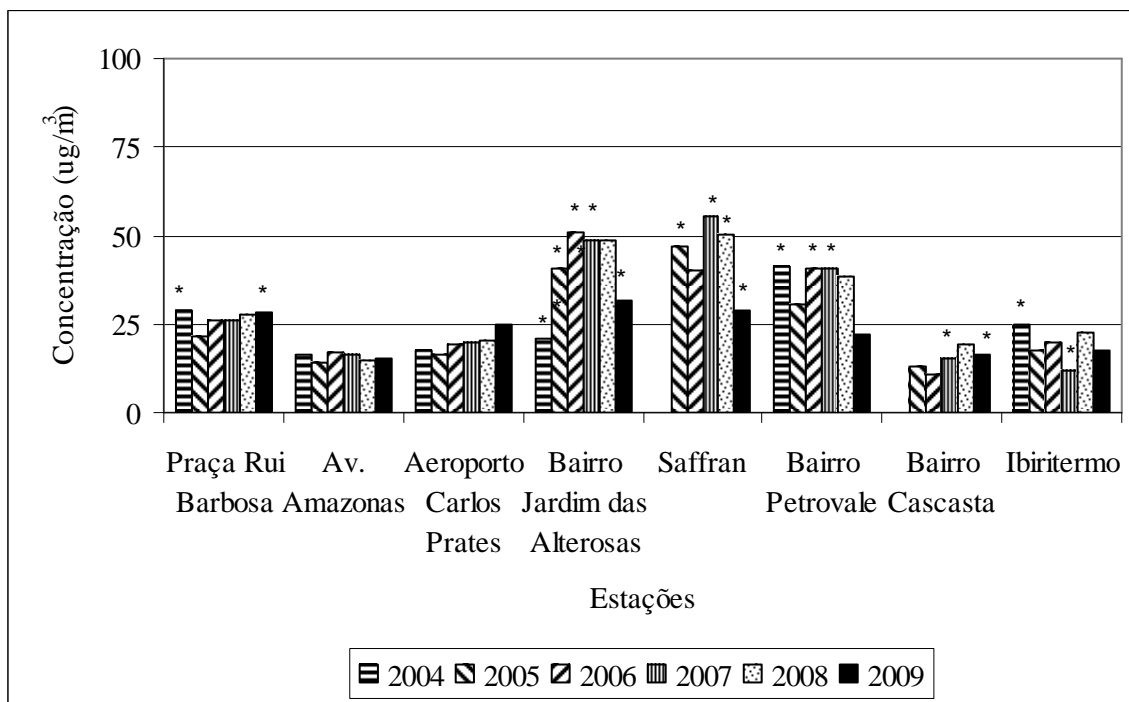
Tabela 3.1: Estatísticas descritivas para as concentrações de partículas inaláveis (PM10 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2009

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	5,6	25,8	81,3	28,0*	12,27	190
	Avenida Amazonas	0,7	12,9	58,0	15,1	9,43	5
	Aeroporto Carlos Prates	1,4	20,9	82,7	24,8	14,0	36
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	10,8	31,0	83,0	31,6*	12,59	210
	Bairro Petrovale	5,9	20,2	67,6	22,1	10,45	47
	Centro Administrativo	5,4	30,3	57,3	29,1*	14,06	326
Ibirité	Bairro Cascata	2,0	13,9	50,4	16,2*	8,75	115
	Bairro Piratininga	3,3	15,9	64,8	17,5	8,73	97

Nota: * indica que a média não é representativa; a estação Praça Tancredo Neves, em Contagem, não apresentou medições consideradas válidas.

Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que metade das concentrações obtidas em 2009 pela estação Avenida Amazonas variou entre 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e pela estação Aeroporto Carlos Prates entre 1,4 e 20,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos foram registrados nos dias: 17 de junho para estação Avenida Amazonas, 2 de julho para estação Aeroporto Carlos Prates, 30 de julho para a estação Bairro Petrovale e 28 de

julho para a estação Bairro Piratininga. A evolução das médias anuais de PM10 de 2004 a 2009, para as estações da rede de monitoramento da RMBH, está apresentada na Figura 3.10.



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

Figura 3.9: Médias Anuais da Concentração de Partículas Inaláveis (PM10) no período 2004-2009

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 2004 a 2009 foram: 16,5; 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 2004 a 2009, foram: 17,8; 16,1; 19,4; 19,8; 20,2 e 24,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Todas essas médias estão abaixo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que é o padrão anual permitido pela Lei.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Para a estação Centro Administrativo, apenas a média anual de 2006, 40,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Em Ibitiré, a estação Bairro Cascata obteve média anual representativa para os anos de 2005, 2006 e 2008: 13,0; 10,7 e 19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A estação Praça Tancredo Neves, em Contagem, não apresentou medições de partículas inaláveis (PM10) consideradas válidas durante o ano de 2009; mas apresentou uma série anual de medições de partículas respiráveis (PM2,5) que atendeu os critérios de representatividade. As médias diárias de PM2,5 variaram entre 1,6 e 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cuja média anual correspondeu a 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com um desvio-padrão de 6,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Houve ultrapassagem do padrão diário estabelecido pela USEPA (2010), que corresponde a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, em três dias, sendo dois deles em maio e um em agosto.

3.1.2. Dióxido de Enxofre (SO₂)

Os dados de concentração média diária de SO₂ obtidos em 2009 estão apresentados a seguir.

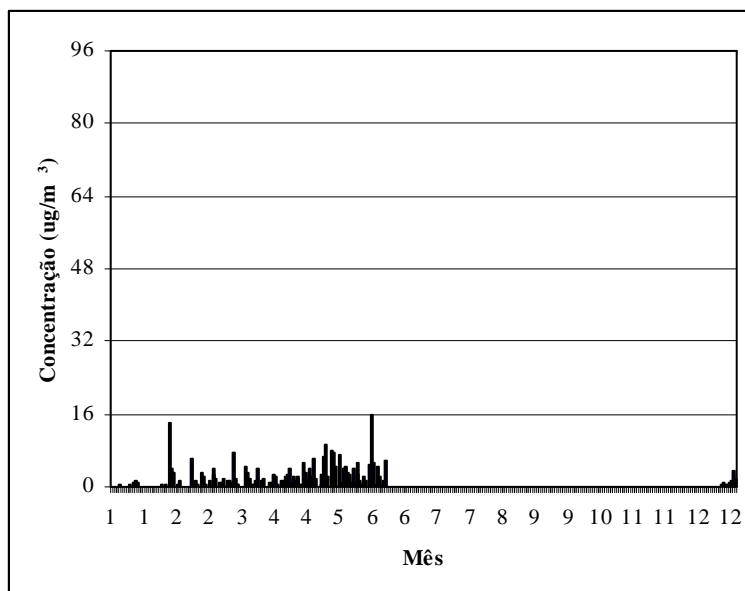


Figura 3.10: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2009

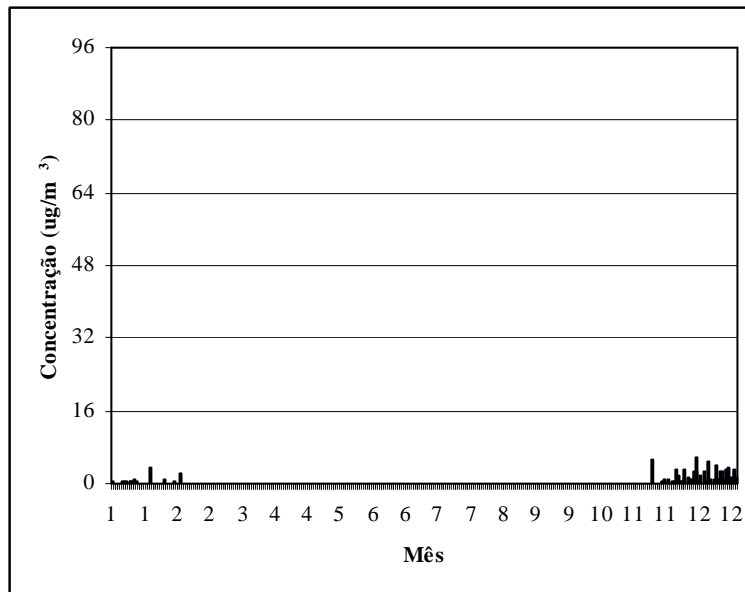


Figura 3.11: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2009

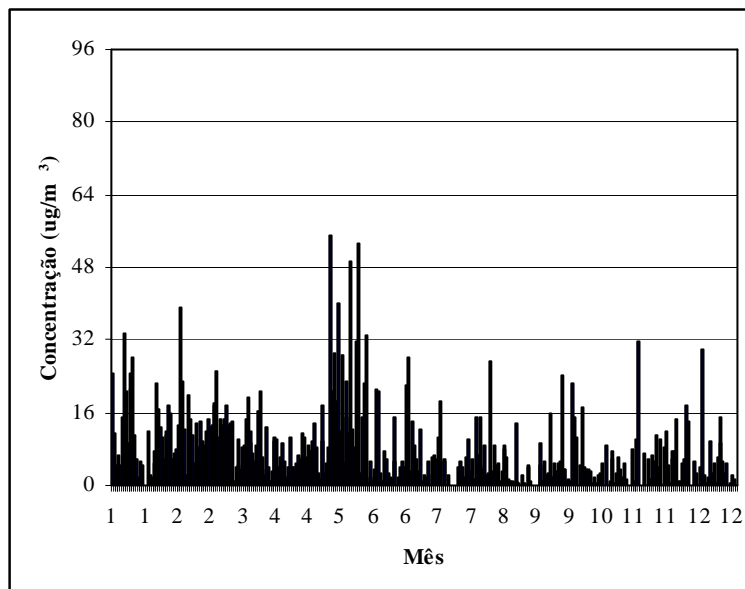


Figura 3.12: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Petrovale, Betim, 2009

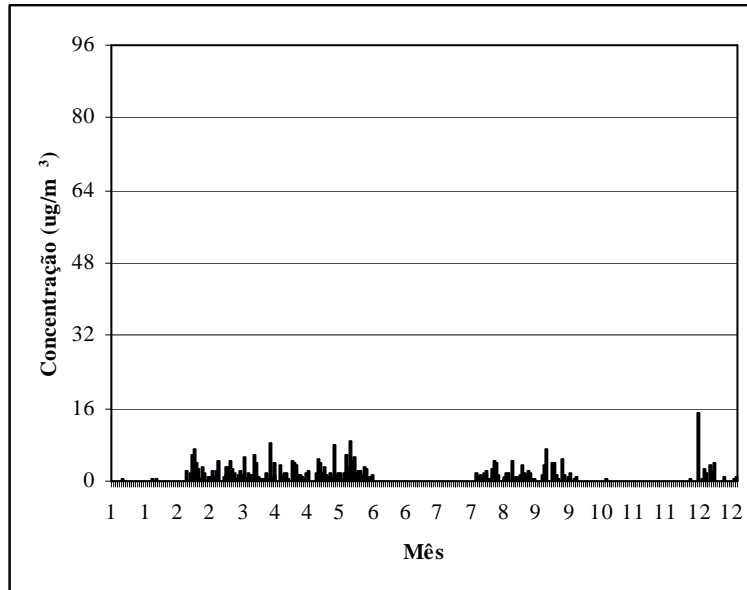


Figura 3.13: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Centro Administrativo, Betim, 2009

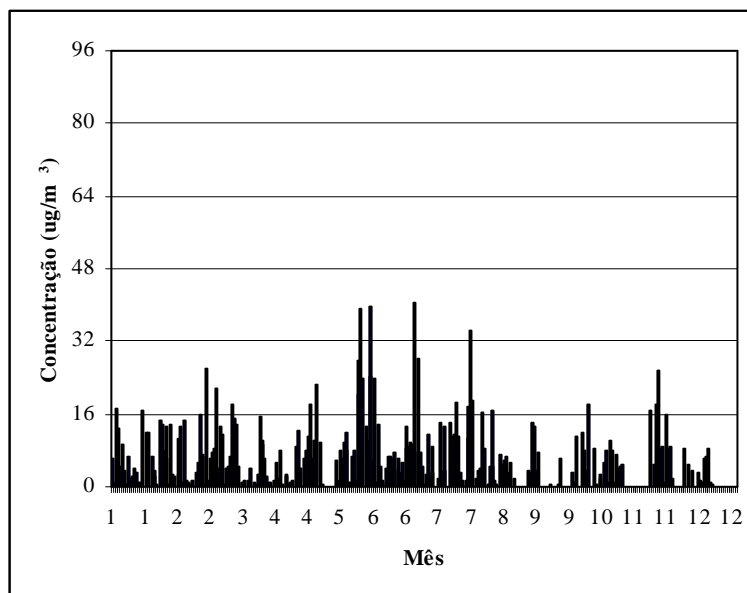


Figura 3.14: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2009

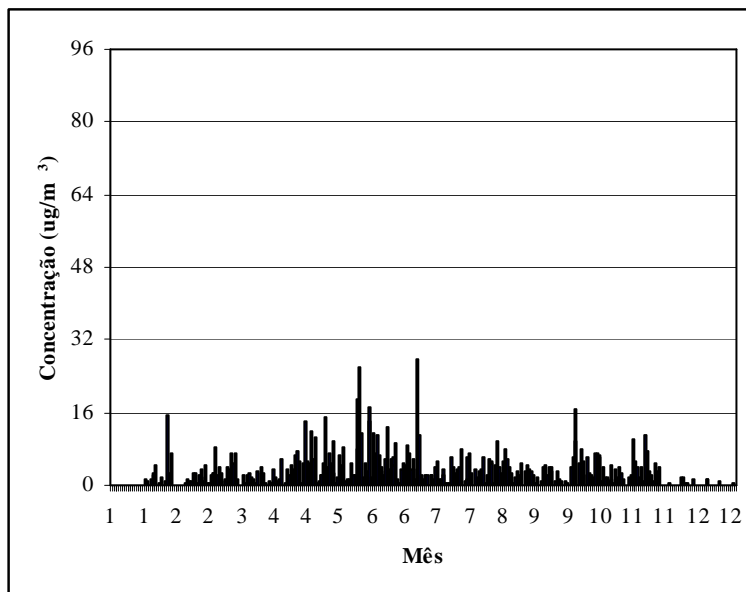


Figura 3.15: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2009

Observa-se, que não houve registro de ultrapassagem do padrão primário que corresponde a 80 µg/m³, cujas estatísticas estão apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Estatísticas descritivas para as concentrações de dióxido de enxofre (µg/m³), na RMBH, em 2009

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0	1,4	15,9	2,3*	2,54	241
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	0	1,0	5,7	1,4*	1,39	305
	Bairro Petrovale	0	5,6	55,0	8,3	8,53	25
	Centro Administrativo	0	1,3	14,9	1,8*	1,99	179
Ibirité	Bairro Cascata	0	4,3	40,5	6,5	7,18	85
	Bairro Piratininga	0	2,2	28,0	3,3	3,79	38

Nota: * indica que a média não é representativa.

Apenas as séries de concentrações de dióxido de enxofre das estações Bairro Petrovale, em Betim, Bairro Cascata e Bairro Piratininga, em Ibirité, atenderam os critérios de representatividade, cujas médias anuais corresponderam a: 8,3; 6,5 e 3,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Essas concentrações são muito baixas em relação à concentração média anual permitida por Lei que corresponde a 365 e $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 2009, estão apresentados nas Figuras 3.16 a 3.21, respectivamente.

As concentrações diárias não ultrapassaram o limite de 9 ppm permitidos pela Resolução CONAMA 03/90 como pode ser visualizado nessas figuras. O analisador de monóxido de carbono da estação Praça Tancredo Neves, em Contagem, esteve em manutenção, não havendo, portanto, medições válidas para esse poluente.

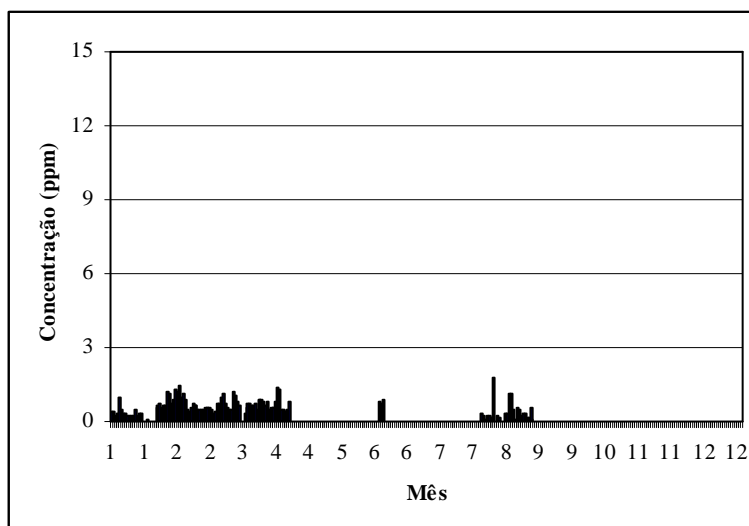


Figura 3.16: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2009

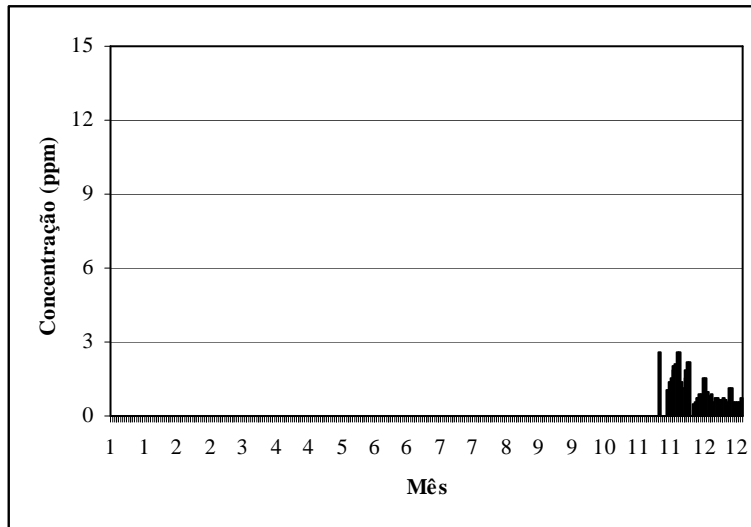


Figura 3.17: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2009

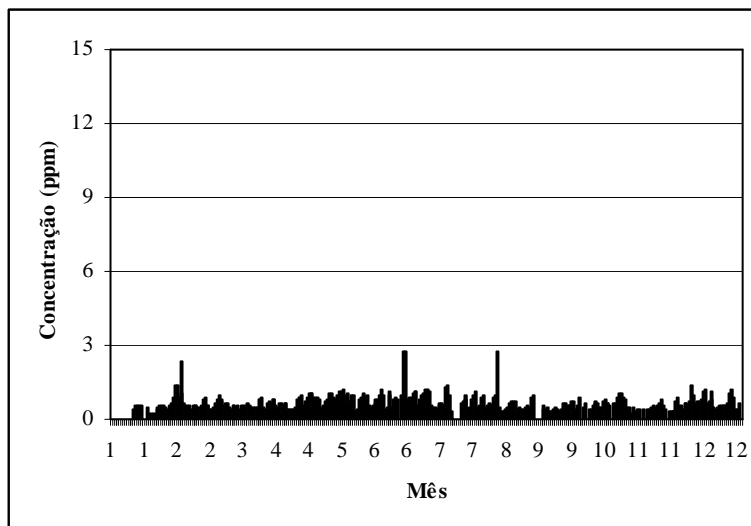


Figura 3.18: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Petrovale, Betim, 2009

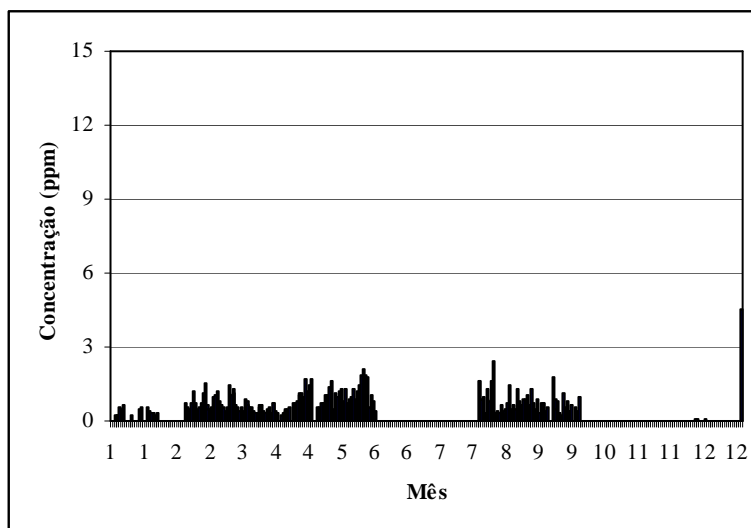


Figura 3.19: Concentração Diária de monóxido de carbono, estação Centro Administrativo, Betim, 2009

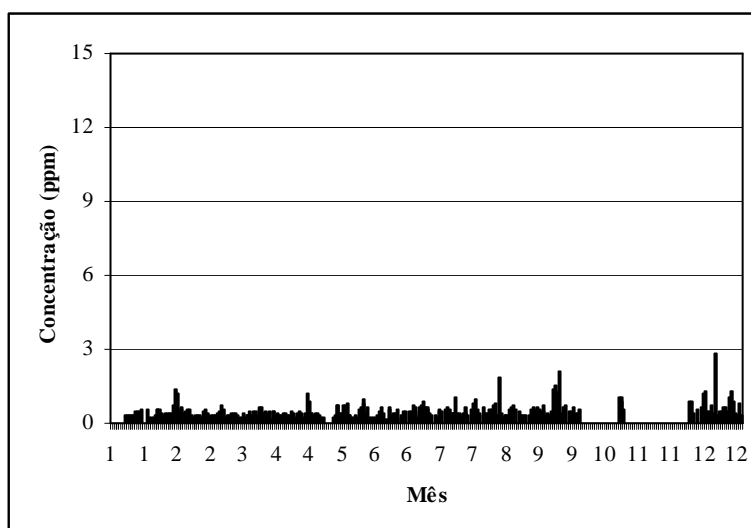


Figura 3.20: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Cascata, Ibité, 2009

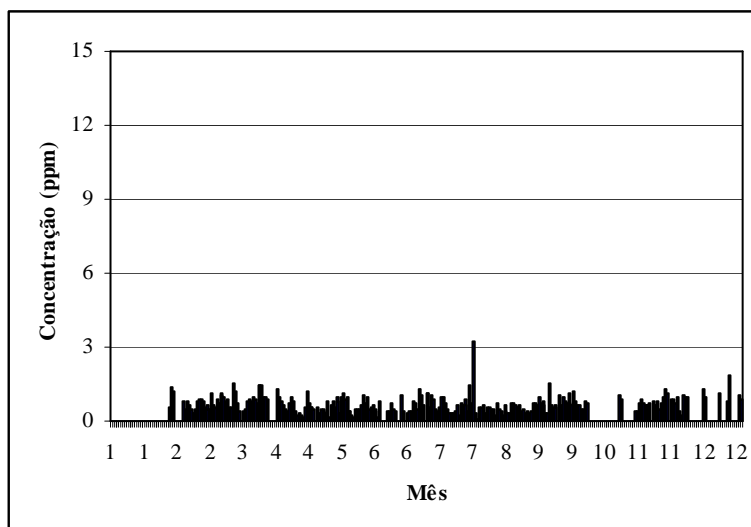


Figura 3.21 Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2009

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 2009

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,01	0,55	1,75	0,59*	0,33	241
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	0,49	0,86	2,60	1,15*	0,65	322
	Bairro Petrovale	0,24	0,61	2,79	0,69	0,33	36
	Centro Administrativo	0,01	0,63	4,54	0,73*	0,54	169
Ibirité	Bairro Cascata	0,13	0,43	2,84	0,52*	0,30	90
	Bairro Piratininga	0,05	0,64	3,28	0,69	0,35	108

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 2009.

Somente para as estações Bairro Petrovale e Bairro Piratininga, as séries anuais atenderam o critério de representatividade, cuja média anual (0,69 ppm) está bem abaixo do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90, que é de 9 ppm.

3.1.4. Ozônio (O₃)

As séries anuais de ozônio da RMBH estão apresentadas nas figuras 3.22 a 3.28.

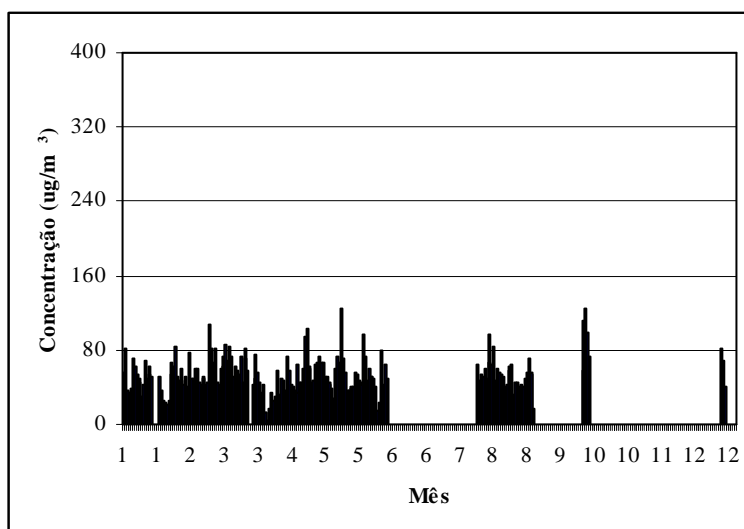


Figura 3.22: Concentração diária de ozônio, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2009

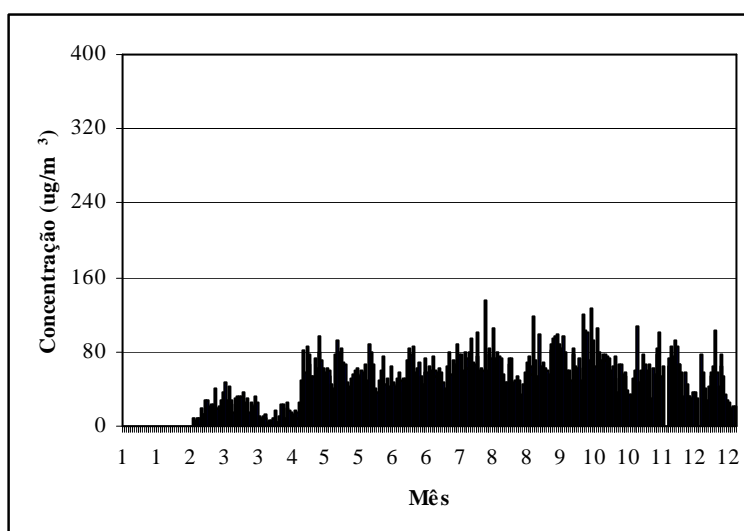


Figura 3.23: Concentração diária de ozônio, estação Praça Tancredo Neves, Contagem, 2009

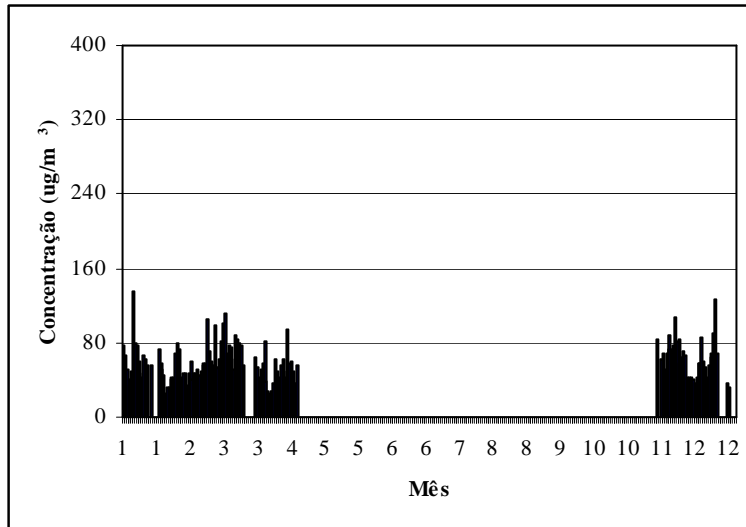


Figura 3.24: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2009

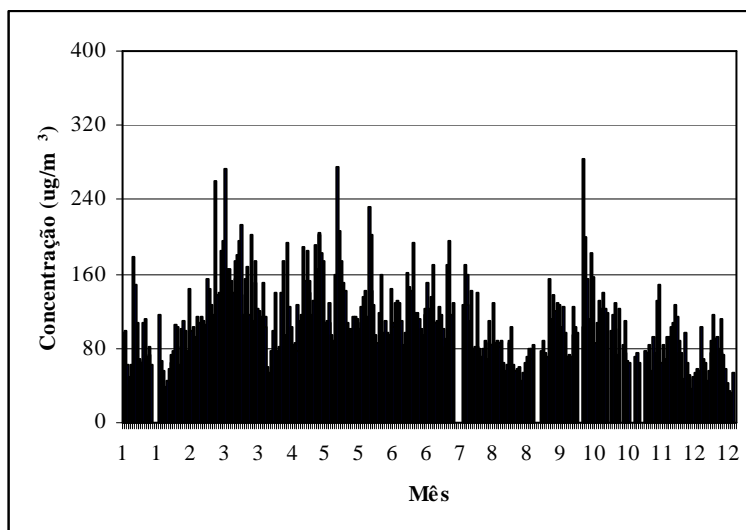


Figura 3.25: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Petrovale, Betim, 2009

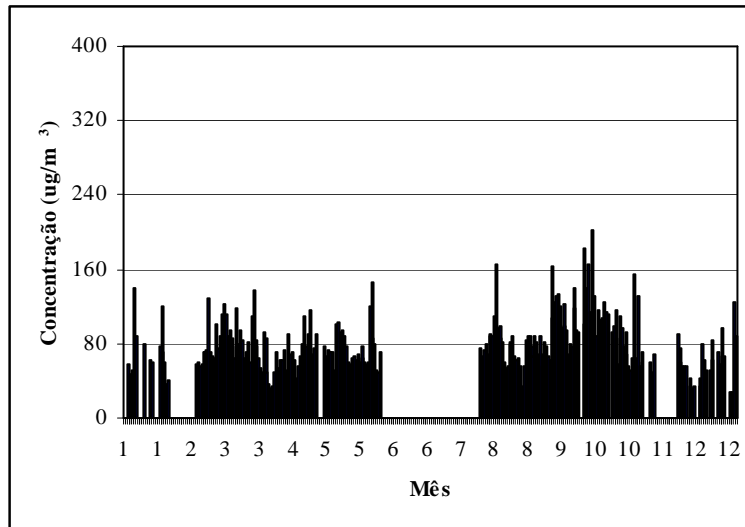


Figura 3.26: Concentração diária de ozônio, estação Centro Administrativo, Betim, 2009

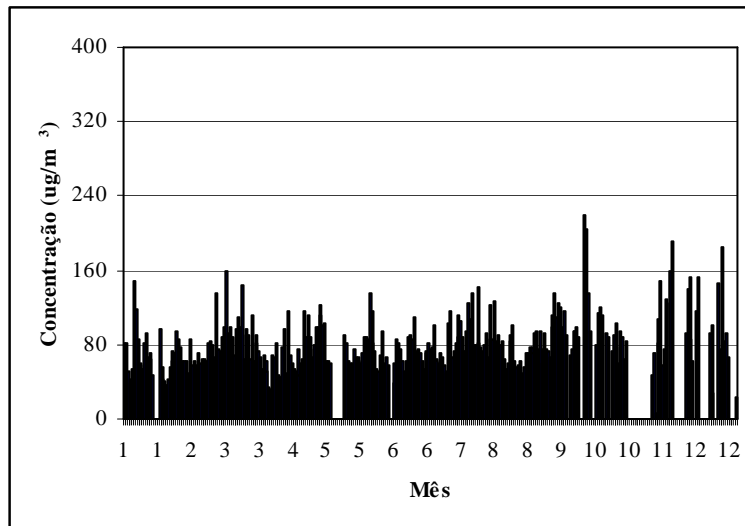


Figura 3.27: Concentração diária de Ozônio, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2009

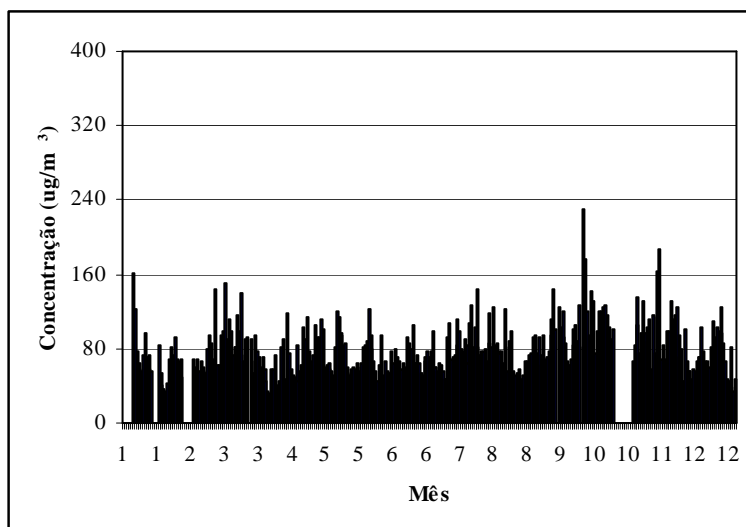


Figura 3.28: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2009

A concentração diária de O₃ é representada pela maior média horária registrada no dia, cujas estatísticas descritivas estão apresentadas na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Estatísticas descritivas para as concentrações de ozônio (µg/m³), na RMBH, em 2009

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	3,9	50,9	125,0	53,8*	19,42	170
Contagem	Pç. Tancredo Neves	3,7	57,2	135,6	54,9	25,11	46
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	26,5	57,2	134,8	59,8*	20,35	236
	Bairro Petrovale	12,5	103,8	284,1	108,6	43,00	23
	Centro Administrativo	21,2	72,7	203,2	79,1	28,95	121
Ibirité	Bairro Cascata	7,1	76,4	219,8	81,5	28,81	61
	Bairro Piratininga	32,3	75,2	230,2	80,7	27,15	30

Nota: * indica que a média não é representativa

Para as estações Praça Tancredo Neves, em Contagem, Bairro Petrovale e Centro Administrativo, em Betim, Bairro Cascata e Bairro Piratininga, em Ibirité, as séries anuais puderam ser consideradas representativas.

Para a estação Praça Tancredo Neves, a maior concentração máxima diária de 135,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorreu em 04 de agosto, não ultrapassando o limite permitido pela Resolução CONAMA 03/90 que é de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, em Contagem.

A estação Bairro Petrovale, em Betim, registrou 38 ultrapassagens no período de janeiro a julho e no mês de outubro, sendo que a maior ultrapassagem (284,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu em 2 de outubro. A estação Centro Administrativo, também em Betim, registrou 5 ultrapassagens no período de agosto a outubro, sendo que a maior concentração (203,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) foi registrada no dia 6 de outubro

Em Ibirité, a estação Bairro Cascata registrou 4 ultrapassagens no período de outubro a dezembro, sendo que a maior concentração (219,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu em 2 de outubro. A estação Bairro Piratininga registrou 5 ultrapassagens, sendo que a maior concentração (230,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) foi registrada em 2 de outubro.

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 3.33 apresentam as concentrações diárias registradas pelas estações: Praça Rui Barbosa, Praça Tancredo Neves, Bairro Petrovale, Bairro Cascata e Bairro Piratininga.

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.

Apenas para a estação Bairro Petrovale, em Betim, há uma maior quantidade de medições de dióxido de nitrogênio, permitindo observar que as maiores concentrações ocorreram nos meses de janeiro a março, junho a julho, outubro a dezembro de 2009. Para esses períodos há uma maior frequência de medições superiores a 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

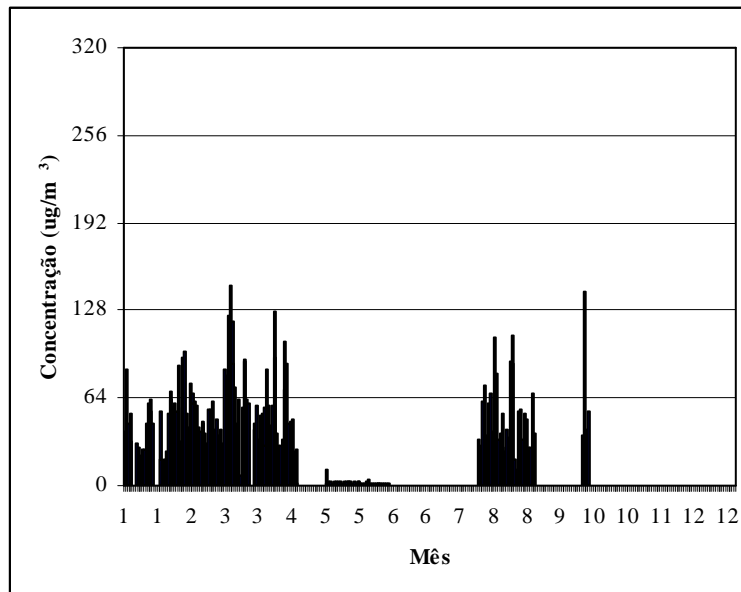


Figura 3.29: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2009

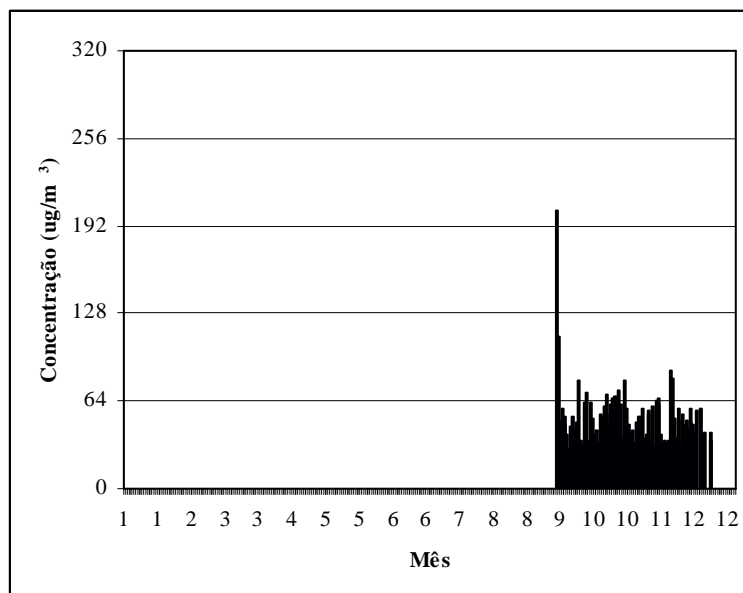


Figura 3.29: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Praça Tancredo Neves, Contagem, 2009

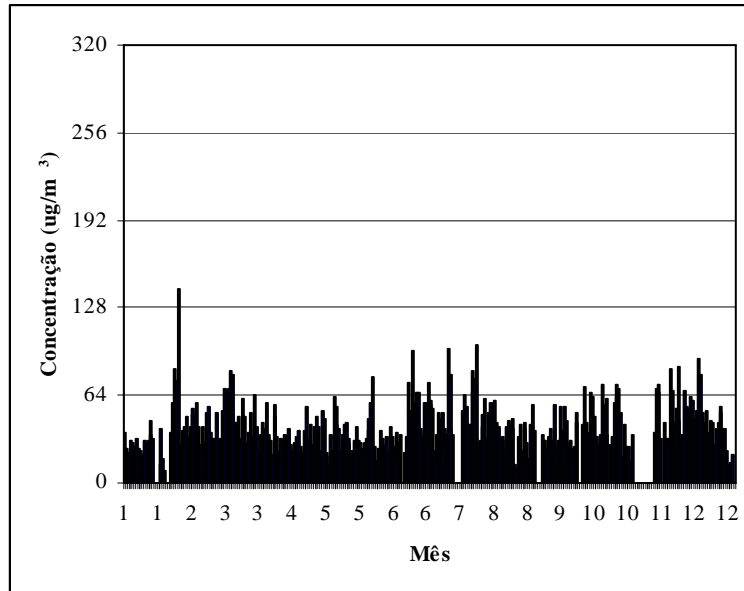


Figura 3.31: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Petrovale, Betim, 2009

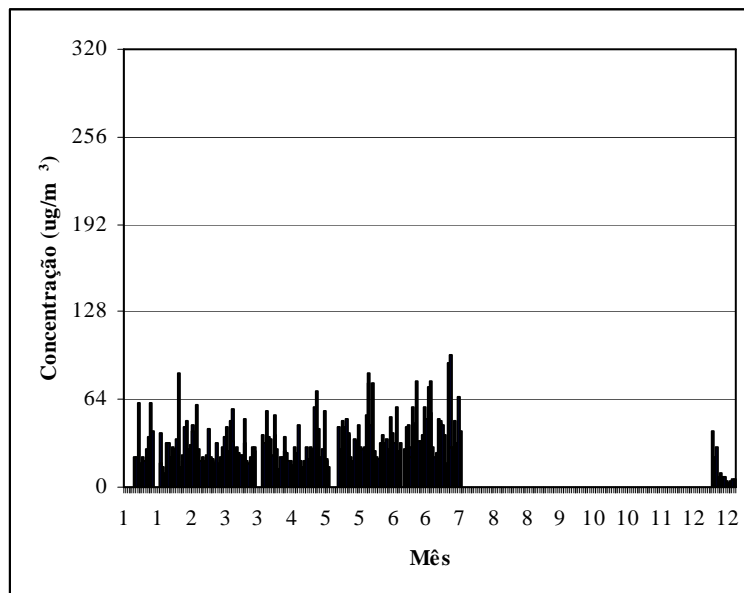


Figura 3.32: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2009

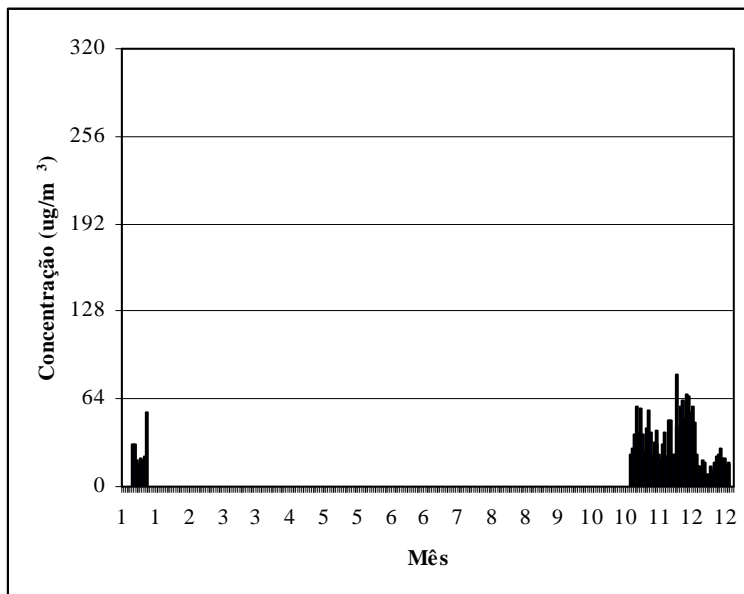


Figura 3.33: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Piratininga, Ibirité, 2009

A Tabela 3.5 apresenta as estatísticas descritivas para as concentrações de 2009.

Tabela 3.5: Estatísticas descritivas para as concentrações de dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2009

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	1,5	40,4	146,8	42,0*	31,76	192
Contagem	Pç. Tancredo Neves	25,2	48,3	203,7	51,7*	21,96	276
Betim	Bairro Petrovale	8,5	37,6	141,8	41,2	17,62	34
	Centro Administrativo	14,1	55,1	138,0	59,4*	23,51	279
Ibirité	Bairro Cascata	2,3	28,5	96,1	32,7*	17,23	168
	Bairro Piratininga	8,5	24,4	81,1	31,9*	16,69	298

Nota: * indica que a média não é representativa.

Apenas para a estação Bairro Petrovale, em Betim, a série de concentrações das máximas diárias de dióxido de nitrogênio atendeu os critérios de representatividade. Para nenhuma das estações, há registro da ultrapassagem do padrão de qualidade do ar para esse poluente, que corresponde a $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que 50% das concentrações máximas diárias de dióxido de nitrogênio situam-se entre 8,5 e $37,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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.

Tabela 3.6: Distribuição percentual das classes de qualidade do ar, na RMBH, em 2009

Município	Estação	Classes de qualidade do ar			
		Boa	Regular	Inadequada	Omissos (%)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	50,7	8,5	0	40,8
	Avenida Amazonas	98,1	0,5	0	1,4
	Aeroporto Carlos Prates	83,8	6,3	0	9,9
Contagem	Praça Tancredo Neves	87,7	0,3	0	12,0
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	35,9	7,7	0	56,4
	Bairro Petrovale	27,1	57,6	10,4	4,9
	Centro Administrativo	41,9	27,1	1,4	29,6
Ibirité	Bairro Cascata	51,0	37,3	1,1	10,6
	Bairro Piratininga	54,8	38,9	1,4	4,9

Nota: As porcentagens foram calculadas em relação aos 365 dias de cada ano. As porcentagens obtidas para Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates referem-se apenas ao parâmetro PM10. Para a estação Praça Tancredo Neves, não foi considerado o parâmetro PM2,5.

As estações Praça Rui Barbosa, Bairro Jardim das Alterosas e Centro Administrativo apresentaram as maiores frequências de dias sem a definição da qualidade do ar, 40,8% e 56,4% e 29,6%, respectivamente. Para as demais estações, as frequências de perdas ficaram abaixo de 13%.

Dentre os 31 dias cujas concentrações registradas pela estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte classificaram a qualidade do ar como Regular, 6 dias foram devidos exclusivamente ao PM10, 16 dias ao Ozônio, 4 dias ao poluente Dióxido de Nitrogênio e 1 dia foi devido aos poluentes PM10 e O₃ conjuntamente (PM10+O₃), 2 dias aos poluentes PM10 e Dióxido de Nitrogênio (PM10+NO₂) e 2 dias aos poluentes Ozônio e Dióxido de Nitrogênio (O₃+NO₂).

Em Betim, estação Bairro Jardim das Alterosas, dentre os 28 dias com qualidade do ar Regular, 9 dias foram devidos ao PM10, 18 dias ao Ozônio e 1 dia devido aos poluentes PM10 e Ozônio conjuntamente. Para a estação Bairro Petrovale, dentre os 210 dias classificados como Regular, 203 dias deveram-se ao O₃, 5 dias aos poluentes PM10 e O₃, 1 dia devido aos poluentes O₃ e NO₂ e 1 dia devido aos poluentes PM10, O₃ e NO₂. Dentre os 38 dias classificados com qualidade Inadequada devido ao ozônio, pela estação Bairro Petrovale, para 4 dias, a concentração de PM10 determinaria a qualidade do ar como Regular. Para a estação Centro Administrativo, dentre os 99 dias classificados como Regular, 3 dias deveram-se ao PM10, 91 dias ao O₃, 3 dias devido ao NO₂, 1 dia foi devido aos poluentes CO e O₃; 1 dia devido aos poluentes O₃ e NO₂. Todos os 5 dias classificados com a qualidade do ar Inadequada foram devidos ao ozônio.

A estação Bairro Cascata em Ibirité registrou 136 dias como Regular, sendo 135 dias devidos exclusivamente ao poluente ozônio (O₃), 1 dia devido aos poluentes PM10 e O₃. Todos os 4 dias, cuja qualidade do ar foi classificada como Inadequada, foram devidos ao poluente O₃. Para a estação Bairro Piratininga, 142 dias obtiveram classificação Regular, sendo que 2 dias foram devidos ao poluente PM10 e O₃ e 140 dias foram devidos ao

poluente ozônio. Todos os 5 dias, cuja qualidade foi classificada como Inadequada, foram devidos ao poluente ozônio.

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 Tabela 3.7 apresenta as estatísticas descritivas da velocidade de vento para as estações de Belo Horizonte, Contagem, Betim e Ibirité.

Tabela 3.7: Estatísticas descritivas para a velocidade de vento (m/s), na RMBH, em 2009

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,9	1,5	2,2	1,5*	0,27	265
	Avenida Amazonas	0,7	1,3	3,1	1,3	0,33	8
	Aeroporto Carlos Prates	1,3	2,4	5,3	2,5	0,73	53
Contagem	Pç. Tancredo Neves	0,0	1,2	4,7	1,4	0,87	85
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	0,8	1,6	3,2	1,7*	0,58	272
	Bairro Petrovale	0,6	1,1	3,5	1,3*	0,51	104
	Centro Administrativo	0,7	1,4	3,5	1,5*	0,47	133
Ibirité	Bairro Cascata	0,5	1,1	3,8	1,3	0,59	48

Nota: * indica que a média não é representativa, a estação Bairro Piratininga, em Ibirité, não apresentou medições durante o ano de 2009..

A média anual de velocidade de vento pôde ser considerada representativa somente para as estações Av. Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, Praça Tancredo Neves, em Contagem, Bairro Cascata em Ibirité. A média das estações Avenida Amazonas, Praça Tancredo Neves e Bairro Piratininga corresponderam a 1,3 m/s, 1,4 m/s e 1,3 m/s, respectivamente. A região da estação Aeroporto Carlos Prates apresenta uma velocidade de vento bem superior, cuja média anual correspondeu a 2,5 m/s. Com base nas estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que 50% das médias diárias de velocidade de vento variaram entre 1,3 e 2,4 m/s.

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, 27,7%. Dentre os 101 dias com medições, para 66 deles, a direção predominante foi Leste. Para as estações Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, as direções diárias de vento não foram consideradas válidas.

Para a estação Praça Tancredo Neves de Contagem, as direções predominantes de vento foram Sudoeste (37%), Noroeste (24,1%) e Sudeste (8,5%).

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, apenas 40 dias. Para a estação Bairro Petrovale, as três direções predominantes de vento foram Leste, Nordeste e Sudoeste com 23,8%, 15,9% e 8,2%, respectivamente. Para a estação Centro Administrativo, as três direções predominantes de vento foram Sul, Sudeste e Norte com 28,2%, 8,2% e 8%, respectivamente. Para estação Bairro Cascata, as três direções predominantes de vento foram Norte, Nordeste, e Sul com 33,2%, 17% e 15,9%, respectivamente. Para a estação Bairro Piratininga, o sensor de direção de vento não funcionou durante o ano de 2009.

3.3.3 Temperatura do Ar

A Tabela 3.8 apresenta as estatísticas descritivas para o parâmetro temperatura do ar para as estações de Belo Horizonte, Betim e Ibirité.

Tabela 3.8: Estatísticas descritivas para a temperatura do ar (°C), na RMBH, em 2009

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	19,1	24,8	31,4	24,8*	2,32	167
	Avenida Amazonas	15,0	20,5	24,9	20,5	2,10	8
	Aeroporto Carlos Prates	17,4	22,7	27,6	22,7	2,15	39
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	17,5	22,4	26,1	22,4*	1,99	216
	Bairro Petrovale	13,7	20,8	26,0	20,7*	2,30	88
	Centro Administrativo	17,2	22,6	27,0	22,7*	1,84	132
Ibirité	Bairro Cascata	13,4	22,0	26,2	21,7	2,32	40

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 2009.

Apenas as estações Av. Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, e Bairro Cascata, em Ibirité, apresentaram médias anuais representativas. O menor valor de temperatura média diária foi registrada no dia 3 de junho pelas estações Av. Amazonas; Aeroporto Carlos Prates e Bairro Cascata. Os dias mais quentes foram registrados em 29 de setembro pelas estações Av. Amazonas e Aeroporto Carlos Prates. Como a estação Bairro Cascata não apresenta medição para esse dia, os dias mais quentes registrados por essa estação foram 5 de março e 22 de novembro.

3.3.4 Umidade Relativa do Ar

As estatísticas descritivas da umidade relativa do ar estão apresentadas na Tabela 3.9.

Tabela 3.9: Estatísticas descritivas para a umidade relativa (%) do ar, na RMBH, em 2009

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	51,2	72,1	97,6	72,7*	9,31	167
	Avenida Amazonas	53,6	77,4	98,5	77,9	9,31	8
	Aeroporto Carlos Prates	54,0	83,4	98,5	82,9	9,52	39
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	48,5	68,4	91,9	69,3*	10,48	219
	Bairro Petrovale	44,9	72,1	98,5	71,6*	11,07	88
	Centro Administrativo	50,2	73,1	97,6	73,3*	10,75	132
Ibirité	Bairro Cascata	48,3	76,1	97,9	75,5	10,44	40

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 2009.

Apenas as estações Av. Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, em Belo Horizonte, e Bairro Cascata, em Ibirité, apresentaram médias anuais representativas que corresponderam a 77,9%, 82,9% e 75,5%, respectivamente.

Na região do aeroporto Carlos Prates, a umidade relativa tende a ser superior à umidade das regiões próximas às estações Av. Amazonas e Bairro Cascata. Com base nas estatísticas mínimo e mediana, pode-se observar que metade das médias diárias registradas pela estação Aeroporto Carlos Prates situaram-se entre 54% e 83,4%.

Apenas a estação Bairro Petrovale registrou médias horárias de umidade relativa menor que 20%, que ocorreram nos dias 29 e 30 de julho; entretanto, em cada um desses dias, o período não foi superior a duas horas seguidas.

4. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em 2009, para a estação Trancredo Neves, situada no município de Contagem, foi realizada a compra de um equipamento (data logger) mais moderno, que permitiu a transmissão das concentrações de poluentes e medições dos parâmetros meteorológicos realizadas por essa estação, bem como a compra de um analisador de material particulado de 2,5 micrômetros de diâmetro.

Embora ainda não haja um padrão nacional para esse poluente, a FEAM iniciou esse monitoramento, uma vez que, por se tratar de partículas de diâmetros menores, são capazes de atingir os alvéolos dos pulmões. As médias diárias de PM_{2,5} variaram entre 1,6 e 40 µg/m³, cuja média anual correspondeu a 13 µg/m³. Houve ultrapassagem do padrão diário estabelecido pela Environmental Protection Agency (35 µg/m³) em três dias, sendo dois deles em maio e um em agosto.

Em 2009, apenas para três estações obteve-se série anual representativa para o poluente PM₁₀. Para o município de Belo Horizonte, observou-se que as séries anuais de material particulado, registradas pelas estações Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, apresentaram médias anuais de partículas inaláveis entre 15 e 25 µg/m³, respectivamente, que não se distinguem bastante das médias obtidas para as séries anuais de 2008. Em ambos os anos, essas médias anuais ficaram abaixo de 50 µg/m³, que é o padrão anual permitido por lei. A média anual obtida pela estação Bairro Piratininga (17,5 µg/m³), em Ibirité, situa-se entre as médias anuais obtidas pelas estações Av. Amazonas e Aeroporto Carlos Prates. Entre 2005 e 2008, observou-se um ligeiro aumento das concentrações médias anuais de PM₁₀ para grande parte das estações da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Em relação ao poluente dióxido de enxofre, as médias anuais encontram-se bem abaixo do estabelecido pela; o que já vem sendo observado há vários anos. As médias diárias de monóxido de carbono também se apresentaram bem abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90, que corresponde a 9 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 61% a 100%. Essa maior porcentagem em relação a 2008 é devida, em parte, ao maior número de estações que apresentaram séries anuais representativas para o poluente ozônio do que para os demais poluentes.

Em 2009, as estações Bairro Petrovale e Centro Administrativo, situadas no município de Betim, registraram ultrapassagens do padrão primário de qualidade do ar para o poluente ozônio, totalizando 38 e 5 ultrapassagens, respectivamente. As estações Bairro Cascata e Bairro Piratininga, localizadas em Ibirité, registraram 4 e 5 ultrapassagens desse padrão, respectivamente. 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.

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.

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. Licenciamento ambiental: coletânea de legislação. Fundação Estadual do Meio Ambiente; Projeto Minas Ambiente. 2^a. Edição, 2000, 438p.
4. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 3 nov. 2007.
5. INDI. Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.indi.mg.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. 1996.
6. 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.
7. USEPA. **Fine particle (PM2.5) designations**. Disponível em <<http://www.epa.gov/pmdesignations/faq.htm#8>>. Acesso em: 5 jan. 2010.
8. USEPA. **United States Government. Electronic Code of Federal Regulations, Title 40 - Protection of Environment**. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 11 jul. 2000.

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Técnicos: António Alves dos Reis
Edwan Fernandes Fioravante
Elisete Gomides Dutra
Rúbia Cecília Augusta Francisco

Telefone: (031) 3915-1122