

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

**Monitoramento da Qualidade do Ar na
Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2006**

Belo Horizonte – Dezembro/2007

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

Publicada por:

Fundação Estadual do Meio Ambiente / Minas Gerais - FEAM

Governador do Estado de Minas Gerais

Aécio Neves da Cunha

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 S. Chiacchio Torqueti

Gerência de Gestão da Qualidade do Ar - GESAR

Elisete Gomides Dutra

AUTORES

Beverly Wen Yuh Liu – Coordenação

Edwan Fernandes Fioravante

Álvaro Martins Junior

Elisete Gomides Dutra

Antônio Alves dos Reis

F981m

Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte em 2006. / Fundação Estadual do Meio Ambiente. -- Belo Horizonte: FEAM, 2007. 55p. : 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 2006

FEAM-GESAR-RT-8/2007

Dezembro/2007

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
Rua Espírito Santo, 495, 11º andar - Centro - Belo Horizonte - MG / CEP: 30.160-030 Fone: (031) 3219-5723
E-mail: feam@feam.br



**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

EQUIPE TÉCNICA

Beverly Wen Yuh Liu
Edwan Fernandes Fioravante
Álvaro Martins Júnior
Elisete Gomides Dutra
Antônio Alves dos Reis

-
- **FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM**
José Cláudio Junqueira Ribeiro – Presidente
 - **DIRETORIA DE QUALIDADE E GESTÃO AMBIENTAL**
Zuleika Stella Chiacchio Torquetti
 - **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 2006.

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	7
2. METODOLOGIA	11
2.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO	11
2.2 MÉTODOS DE MEDIÇÃO	13
2.3 PADRÕES DE QUALIDADE DO AR	16
2.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DE AR (IQA)	18
2.5 CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS DE POLUIÇÃO DO AR.....	19
3. RESULTADOS.....	21
3.1. CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	21
3.1.1 PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM-10).....	21
3.1.2 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂)	29
3.1.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	33
3.1.4 OZÔNIO (O ₃)	36
3.1.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO ₂).....	40
3.2. CLASSES DE QUALIDADE DO AR.....	44
3.3. DADOS METEOROLÓGICOS.....	46
3.3.1 VELOCIDADE DE VENTO	46
3.3.2 DIREÇÃO DE VENTO.....	47
3.3.3 TEMPERATURA DO AR	47
3.3.4 UMIDADE RELATIVA DO AR	48
4. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES	50
5. BIBLIOGRAFIA.....	53

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, Jaboticatubas, Juatuba, Lagoa Santa, Mário Campos, Mateus Leme, Matozinhos, Nova Lima, Nova União, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Rio Manso, Sabará, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas, São José da Lapa, Sarzedo, Taquaraçu de Minas, 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. 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, 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.

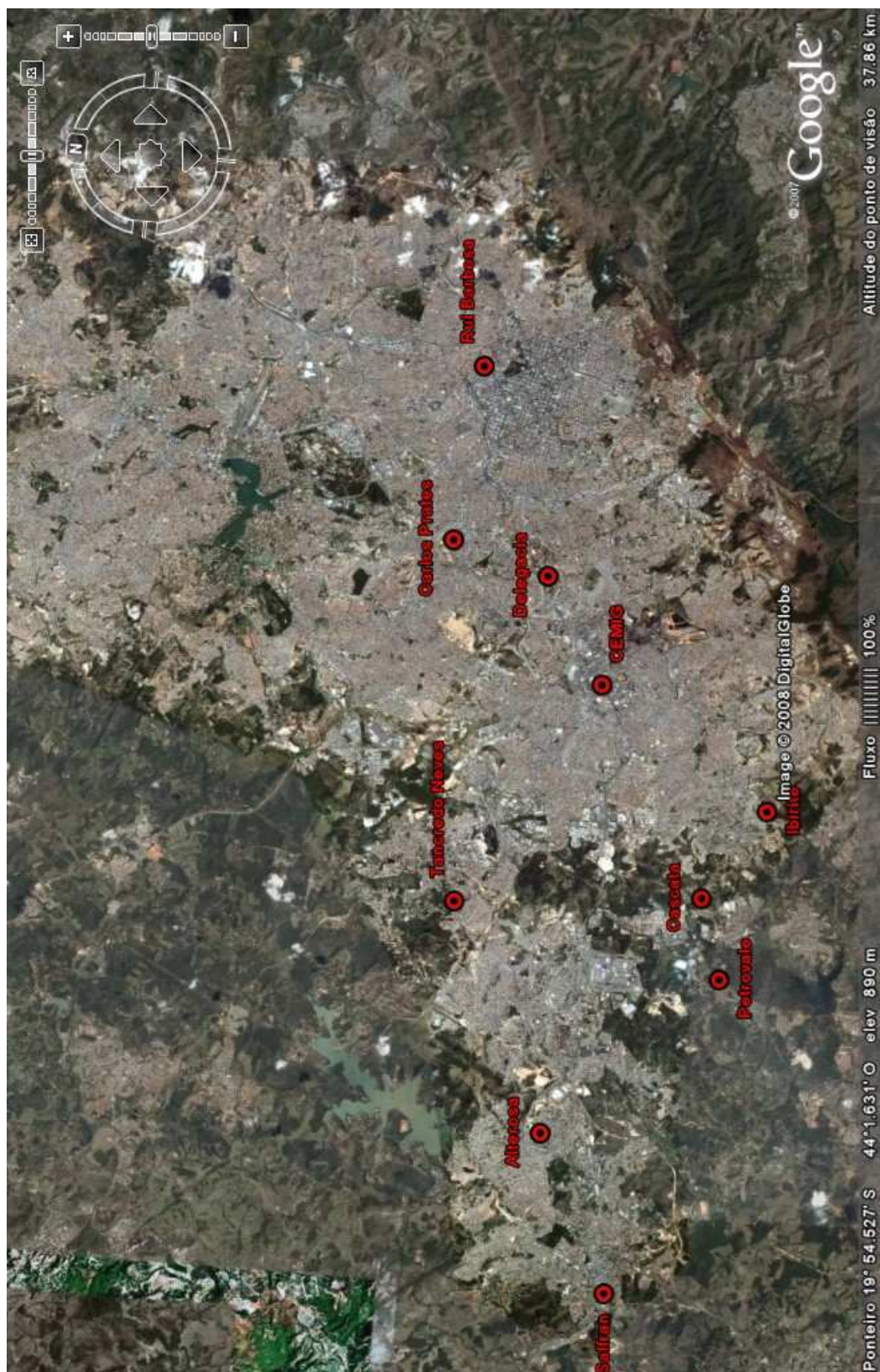


Figura 1.1: Locais das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar da Região Metropolitana de Belo Horizonte

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 e FIORAVANTE, 2006). Em Contagem, foi instalada uma nova estação em julho de 2006.

Todos os equipamentos que compõem a rede são de origem francesa, fornecidos pela ENVIRONNEMENT S.A. As três primeiras estações foram adquiridas 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 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 para FEAM uma estação para compor a rede em cumprimento de acordo assinado com o Ministério Público. Essa estação foi instalada no município de Contagem.

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 REGAP também possui uma central que recebe os dados das estações pertencentes a REGAP e IBIRITERMO.

Os poluentes monitorados são Partículas Inaláveis (PM-10), 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, RMBH, 2006

Município	Local	Parâmetros monitorados							
		PM-10	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	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
	Safran	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
	Ibiritermo	X	X	X	X	X	X	X	IBIRITERMO ago/04

Nota: PM-10-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).

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 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 DNER está instalada na Avenida Bábila Camargo, em área externa do Polícia Federal Rodoviária (PFR), ex-DNER e ex-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 Tancredo Neves está localizada no terreno da Prefeitura de Contagem (Figura 2.2).

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 Saffran também estão localizadas no município de Betim. A Estação Bairro Petrovale está situada na Escola Municipal Valério Palhares (Rua Argentina nº 64). A Estação Saffran situa-se na Rua Pará de Minas, número 640, na área urbana do referido município, onde funciona parte da Prefeitura da Betim (em reforma), apresentando trânsito intenso tanto na Via Expressa, quanto na Rua Amazonas (Figura 2.3).

As estações Bairro Cascata e Ibiritermo 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 REGAP. A Estação Ibiritermo está situada no terreno da APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais), Rodovia Renato Azeredo, nº 831, com várias indústrias em torno dela (Figura 2.4).

2.2 Métodos de Medição

- **Dados de concentração de poluentes**

As Partículas Inaláveis (PM-10) 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 PM-10 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 que mede a concentração a cada hora. A concentração média diária de PM-10 (média de 24 horas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo, considerado na análise, apresenta 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. A maior média é utilizada para determinar a qualidade do ar.

O Ozônio (O₃) é um poluente secundário – não é emitido pelas fontes, mas gerado por processos fotoquímicos. O princípio de funcionamento do analisador contínuo de ozônio (modelo O₃41M) é fotométrico que mede a absorção de luz ultravioleta pelo ozônio. As concentrações de O₃, 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 µg/m³.

O Dióxido de Nitrogênio (NO₂) 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 NO₂ 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 convertidos, posteriormente, para a unidade µg/m³. A maior média é considerada como a 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 SO₂, CO, O₃, 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 REGAP/PETROBRAS, 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 PM-10, 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 (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 (PM-10), 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 (PM-10)**

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 **Índices de Qualidade do Ar - IQA** (Pollutant Standards Index – PSI) desenvolvidos por US Environmental Protection Agency (USEPA, 2006).

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 PM-10, 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 (PM-10), 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	PM-10 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

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 PM-10 (9 estações), SO₂ (6 estações), CO (5 estações), O₃ (6 estações) e NO₂ (5 estações) obtidos em 2006 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 (PM-10)

As concentrações médias diárias de PM-10 em 2006, 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; Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale; Bairro Cascata Saffran e Ibiritermo foram inferiores a 150 µg/m³, permitido por lei. A Estação DNER registrou altas concentrações de PM-10 em julho com duas ultrapassagens ao padrão de 150 µg/m³, conforme permitido por lei.

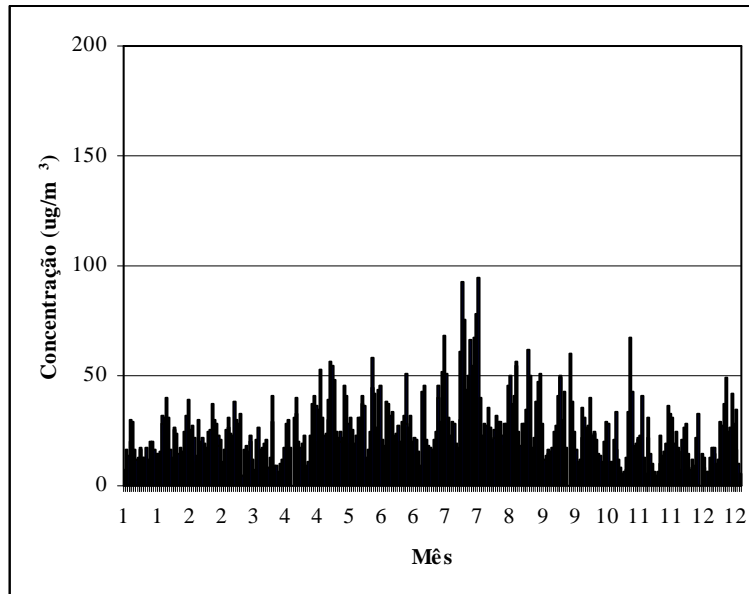


Figura 3.1: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2006

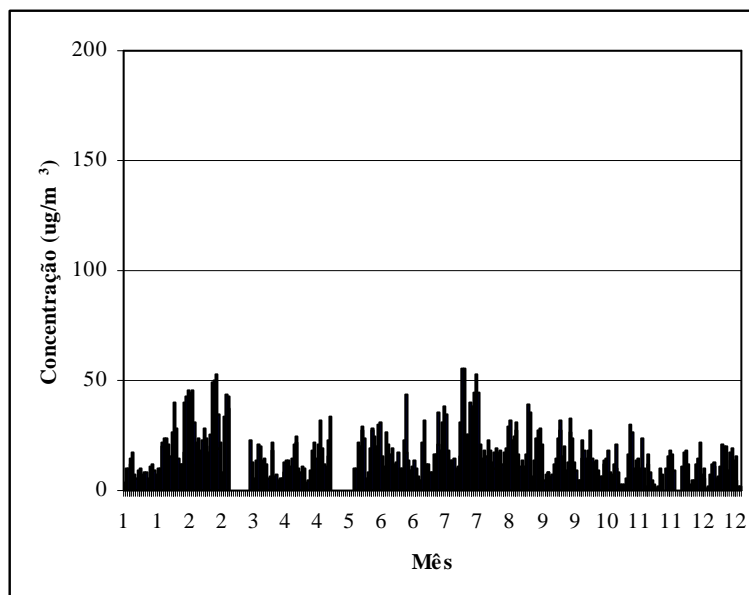


Figura 3.2: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Avenida Amazonas, Belo Horizonte, 2006

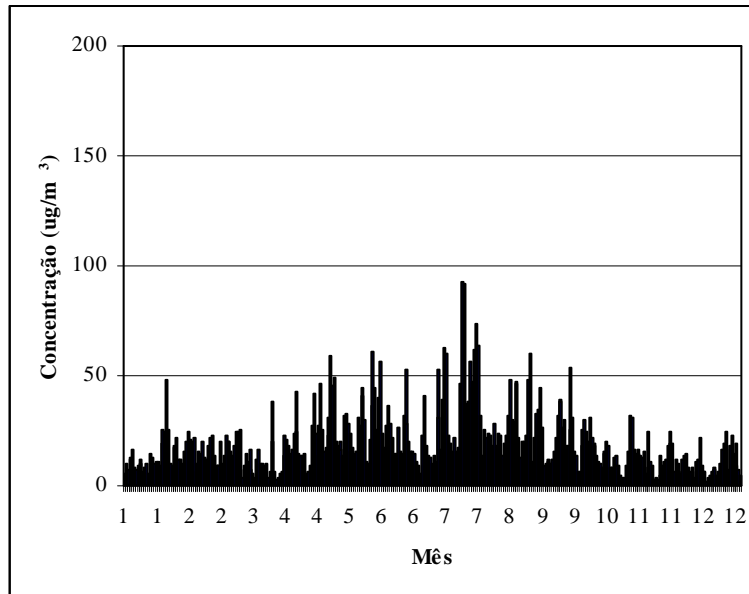


Figura 3.3: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Aeroporto Carlos Prates, Belo Horizonte, 2006

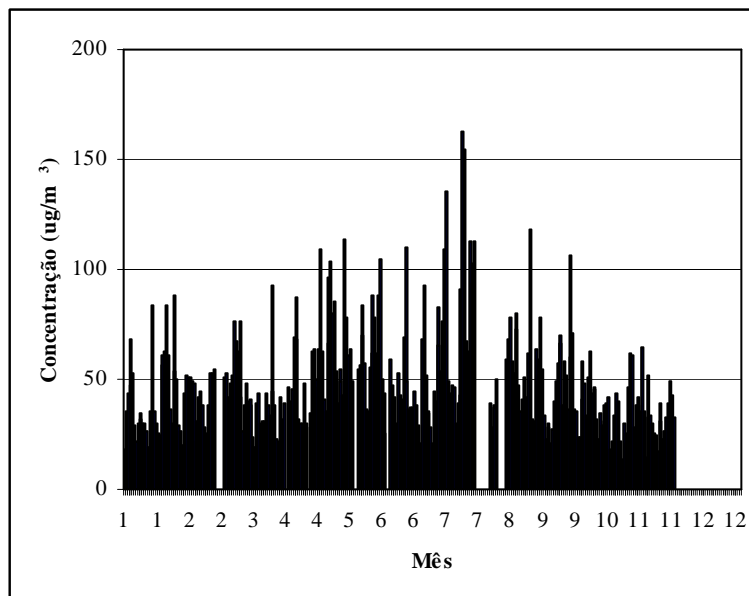


Figura 3.4: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação DNER, Contagem, 2006

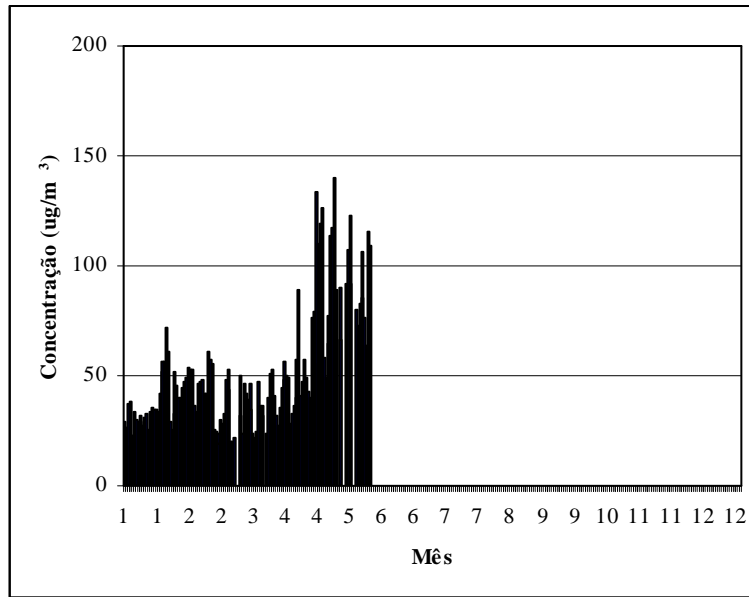


Figura 3.5: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2006

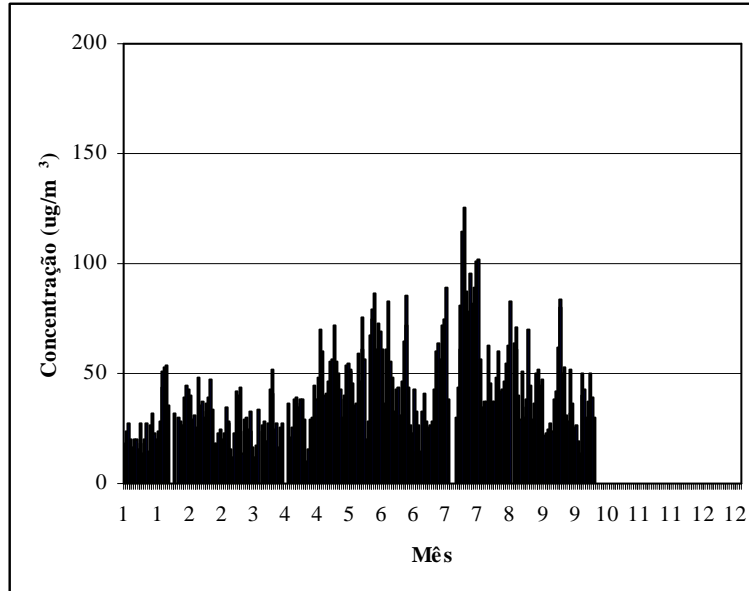


Figura 3.6: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Bairro Petrovale, Betim, 2006

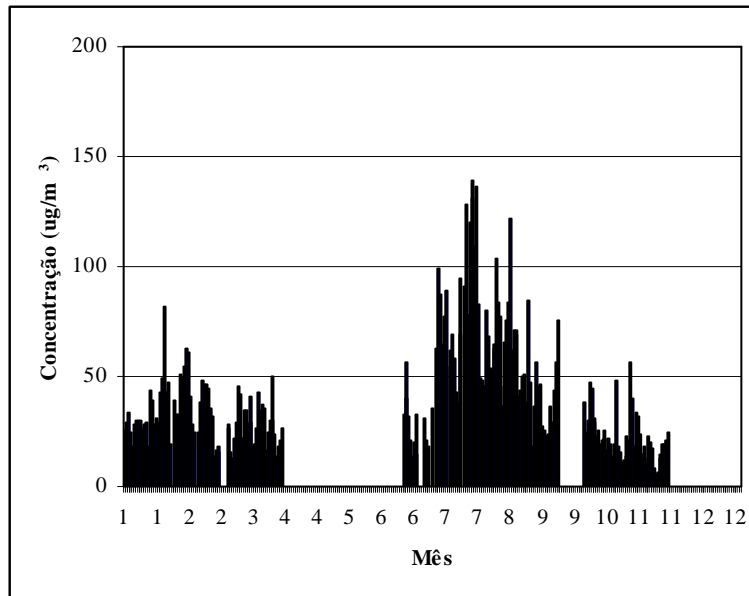


Figura 3.7: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Saffran, Betim, 2006

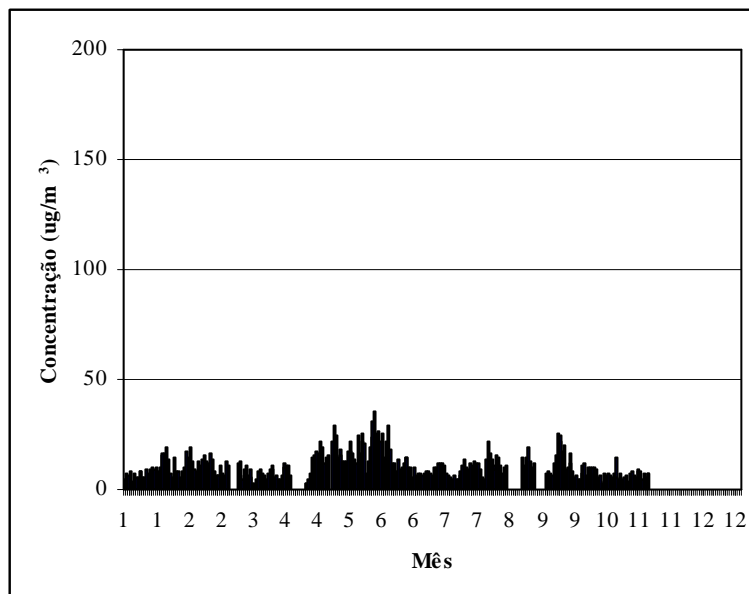


Figura 3.8: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Bairro Cascata, Ibité, 2006

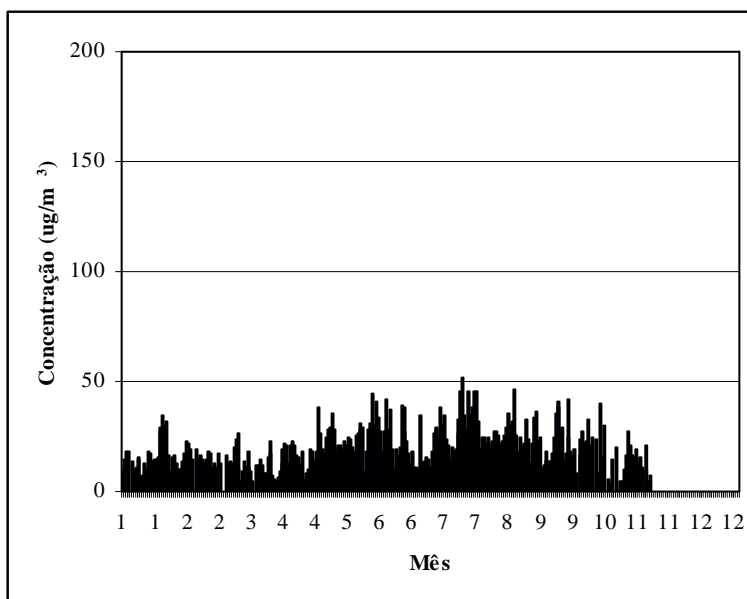


Figura 3.9: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM-10), Estação Ibiritermo, Ibirité, 2006

A Tabela 3.1 apresenta as estatísticas descritivas para as séries anuais de concentração de PM-10 nas estações Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2006. Essas estatísticas foram obtidas a partir das concentrações médias diárias de PM-10 registradas pelas nove estações.

As três estações de Belo Horizonte: Praça Rui Barbosa, Av Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, obtiveram médias anuais representativas em 2006. Essas médias anuais: $25,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Praça Rui Barbosa, $16,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Avenida Amazonas e $19,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Aeroporto Carlos Prates não ultrapassaram o padrão anual ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90. Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que 50% das concentrações obtidas em 2006 pela Estação Praça Rui Barbosa situaram-se entre $4,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $22,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, pela Estação Avenida Amazonas entre $1,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $14,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ e pela Estação Aeroporto entre $0,4$ e $15,5\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos foram registrados nos dia 29 de julho para Estação Praça Rui Barbosa, 21 de julho para Estação Avenida Amazonas e 20 de julho para Estação Aeroporto Carlos Prates.

Tabela 3.1: Estatísticas descritivas para as concentrações de partículas inaláveis (PM-10 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	4,2	22,9	94,8	25,9	14,30	6
	Avenida Amazonas	1,1	14,1	55,9	16,8	10,81	30
	Aeroporto Carlos Prates	0,4	15,5	92,5	19,4	13,97	0
Contagem	DNER	13,5	42,3	163,0	48,3	23,46	65
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	18,5	42,3	140,0	50,6*	27,11	227
	Bairro Petrovale	7,9	37,0	125,8	40,6*	20,21	101
	Saffran	5,5	32,4	138,9	40,1	25,68	146
Ibirité	Bairro Cascata	2,4	9,3	35,9	10,7	5,69	83
	Ibiritermo	2,2	18,3	52,0	19,9	9,48	67

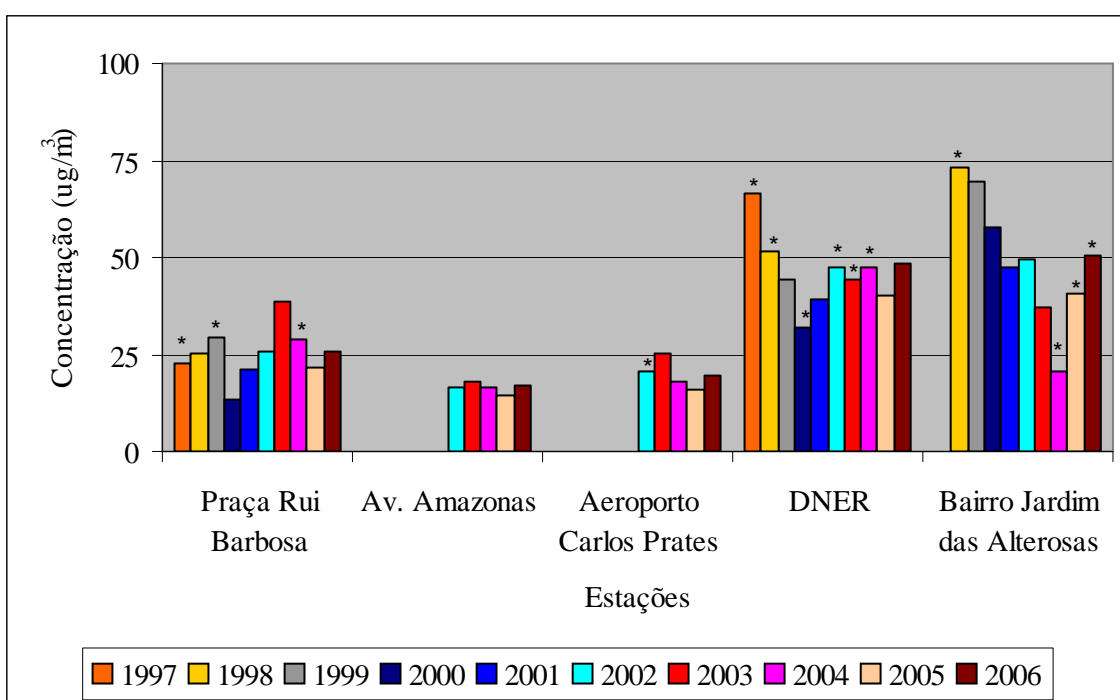
Nota: * indica que a média não é representativa

A Estação DNER de Contagem obteve média anual representativa de $48,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que não ultrapassou o padrão anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mas dois dias ultrapassaram o limite diário de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da Resolução CONAMA 03/90. Cinquenta por cento das concentrações obtidas por essa estação situaram-se entre $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $42,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos foram registrados nos dias 20 de julho ($163,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e 21 de julho ($154,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

A Estação Bairro Jardim das Alterosas e Estação Bairro Petrovale de Betim não obtiveram média anual representativa. A Estação Saffran obteve média anual representativa, $40,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que não ultrapassou o padrão anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90. Cinquenta por cento das concentrações obtidas, por essa estação, situaram-se entre $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $32,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo que a concentração máxima foi registrada em 25 de julho.

As estações Bairro Cascata e Ibiritermo obtiveram médias anuais representativas em 2006, que não ultrapassaram o padrão diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90. Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que 50% das concentrações obtidas em 2006 pela Estação Bairro Cascata situaram-se entre $2,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $9,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ e pela Estação Ibiritermo entre $2,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $18,3\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos foram registrados nos dia 29 de maio para Estação Bairro Cascata e 21 de julho para Estação Ibiritermo.

A evolução das médias anuais de PM-10 de 1997 a 2006 para as cinco 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 3.10: Médias anuais da concentração de partículas inaláveis (PM-10) no período 1997-2006

As médias anuais da Praça Rui Barbosa obtidas para 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2005 e 2006 correspondem a 25,0; 13,2; 21,3; 25,6; 38,9; 21,5 e 25,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. As médias anuais da Estação Amazonas obtidas para período 2002 a 2006 foram: 16,5; 18,1; 16,5; 14,3 e 16,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Na Estação Aeroporto Carlos Prates, as

médias obtidas para o período 2002 a 2006, foram: 20,8; 25,3; 17,8; 16,1 e 19,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Todas essas médias estão abaixo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que é o padrão anual permitido pela Lei. Para a Estação DNER, as médias anuais de PM-10 de 1999, 2001, 2005 e 2006 puderam ser consideradas representativas e corresponderam a 44,3; 39,2; 40,4; e 48,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. As séries anuais entre 1999 e 2003 da Estação Bairro Jardim das Alterosas apresentaram médias anuais de PM-10 representativas: 69,5; 57,5; 47,3; 49,7; e 37,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Observa-se que as concentrações médias anuais de PM-10 na RMBH são decrescentes até o ano de 2005 e há um ligeiro aumento em 2006.

3.1.2. Dióxido de Enxofre (SO_2)

Os dados de concentração média diária de SO_2 obtidos para as estações de Belo Horizonte (Praça Rui Barbosa), Contagem (DNER), Betim (Bairro Petrovale e Saffran) e Ibirité (Bairro Cascata e Ibiritermo) em 2006 estão apresentados nas figuras 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 e 3.16 respectivamente.

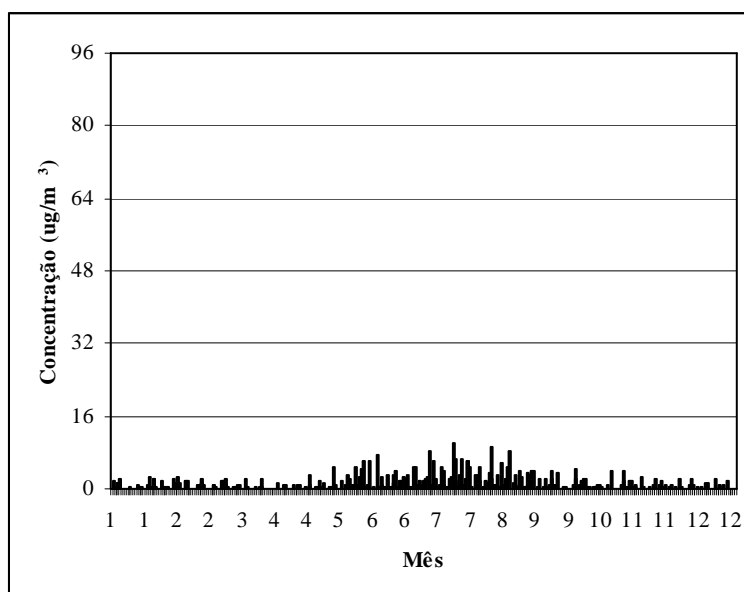


Figura 3.11: Concentração média diária de dióxido de enxofre, Estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2006

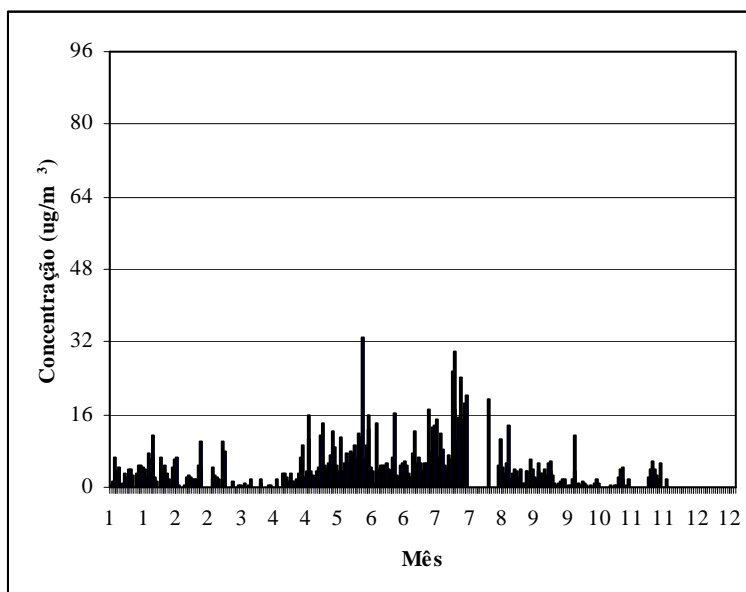


Figura 3.12: Concentração média diária de dióxido de enxofre, Estação DNER, Contagem, 2006

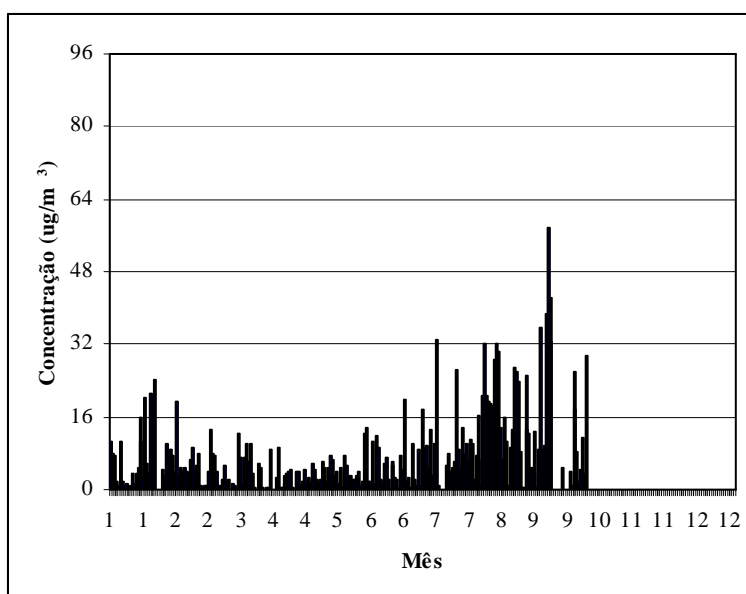


Figura 3.13: Concentração média diária de dióxido de enxofre, Estação Bairro Petrovale, Betim, 2006

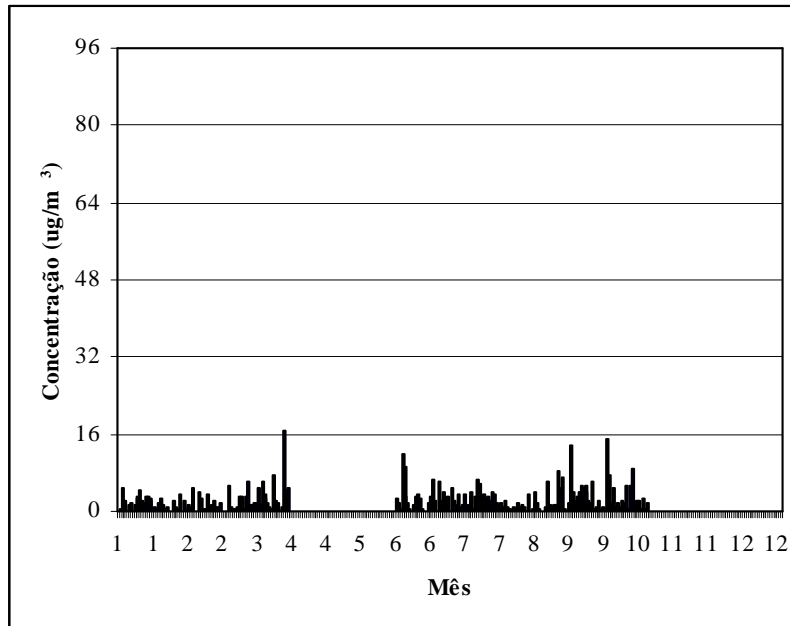


Figura 3.14: Concentração média diária de dióxido de enxofre, Estação Safran, Betim, 2006

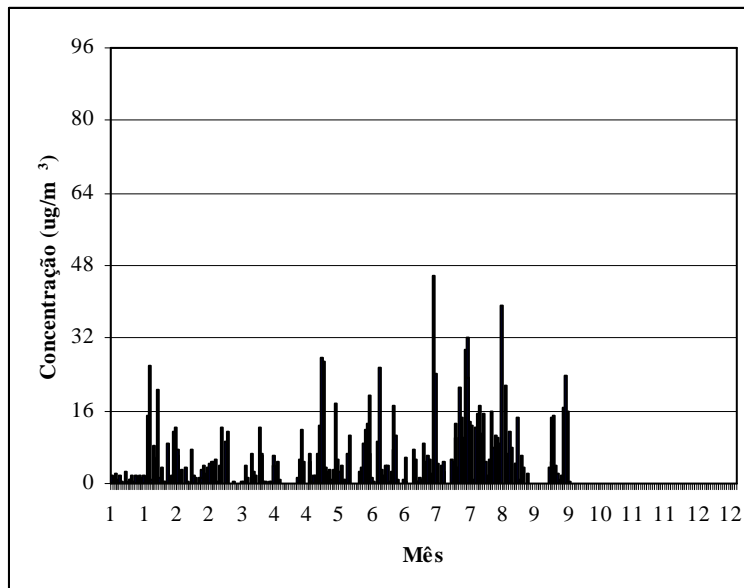


Figura 3.15: Concentração média diária de dióxido de enxofre, Estação Bairro Cascata, Ibirité, 2006

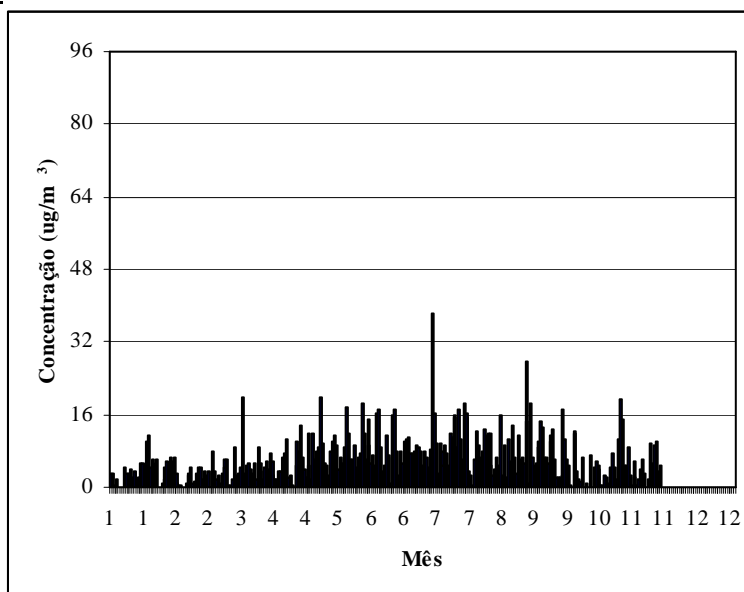


Figura 3.16: Concentração média diária de dióxido de enxofre, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2006

A Tabela 3.2 apresenta as estatísticas descritivas para a série anual de concentração de SO₂ para as estações de Belo Horizonte, Contagem, Betim e Ibirité.

Tabela 3.2: Estatísticas descritivas para as concentrações de dióxido de enxofre (µg/m³), na RMBH, em 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0	0,5	10,2	1,2	1,68	6
Contagem	DNER	0	2,9	33,2	4,2	4,96	63
Betim	Bairro Petrovale	0	4,4	57,5	7,2*	8,55	109
	Saffran	0	1,57	16,7	2,3*	2,53	142
Ibirité	Bairro Cascata	0	3,1	46,0	5,7*	7,37	128
	Ibiritermo	0	5,2	38,4	6,2	5,00	49

Nota: * indica que a média não é representativa. A estação situada no bairro Jardim das Alterosas, em Betim, não apresentou medições durante o ano.

As concentrações são muito baixas em relação à concentração média diária e anual permitida por Lei que corresponde a 365 e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. A concentração média anual de SO_2 em 2006 é igual a 1,2; 4,2; e 6,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para as estações: Praça Rui Barbosa; DNER; e Ibiritermo, respectivamente. As médias anuais das estações: Bairro Petrovale, Saffran e Bairro Cascata não podem ser consideradas representativas.

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 Saffran) e Ibirité (Ibiritermo) em 2006 estão apresentados nas figuras 3.17; 3.18; 3.19; 3.20; e 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.

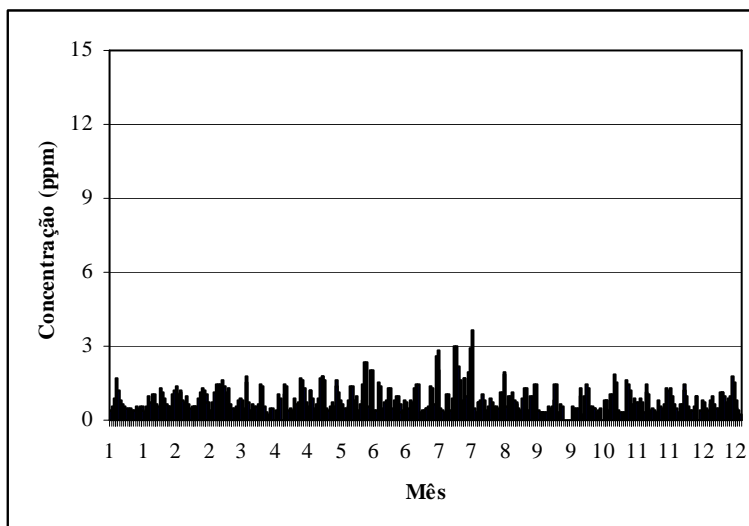


Figura 3.17: Concentração diária de monóxido de carbono, Estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2006

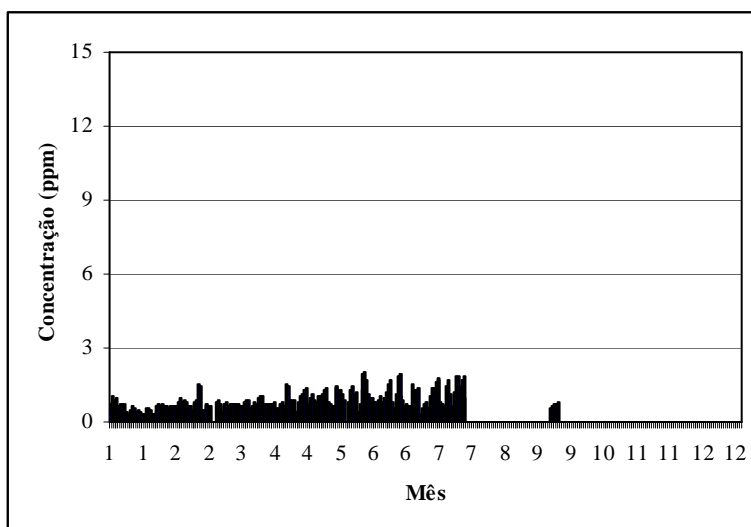


Figura 3.18: Concentração diária de monóxido de carbono, Estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2006

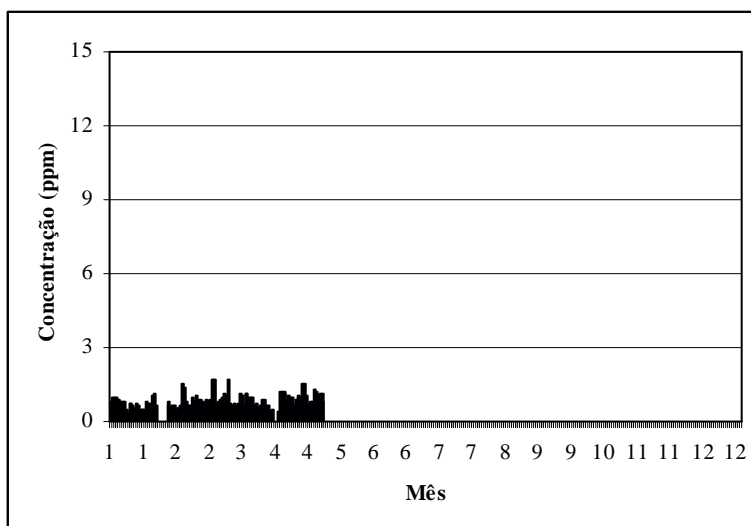


Figura 3.19 Concentração diária de monóxido de carbono, Estação Bairro Petrovale, Betim, 2006

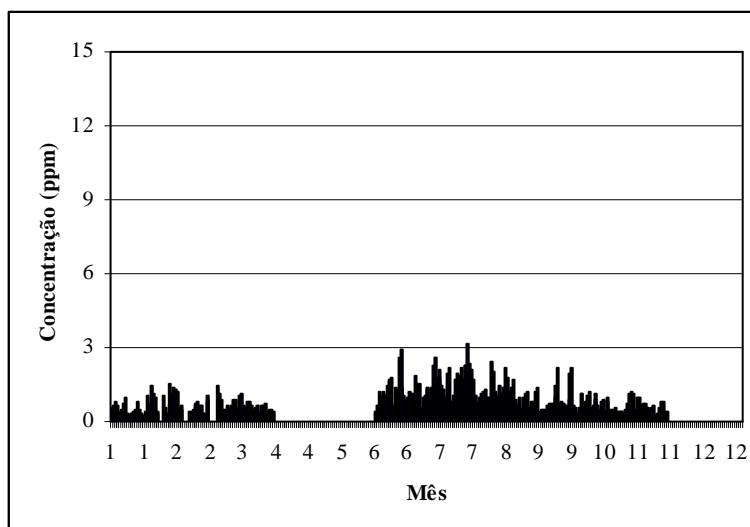


Figura 3.20 Concentração diária de monóxido de carbono, Estação Saffran, Betim, 2006

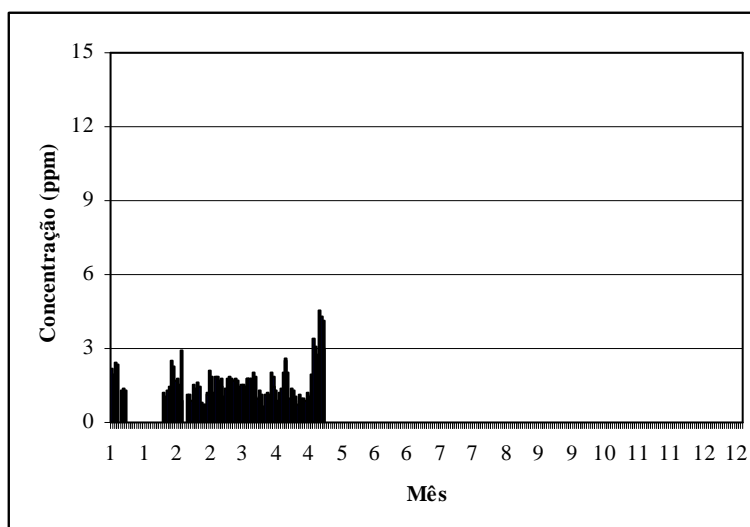


Figura 3.21 Concentração diária de monóxido de carbono, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2006

A Tabela 3.3 apresenta as estatísticas descritivas referente aos dados de concentração diária de CO para as estações. Somente a Estação Praça Rui Barbosa e a Estação Saffran atenderam o critério de representatividade.

Tabela 3.3: Estatísticas descritivas para as concentrações de monóxido de carbono (ppm), na RMBH, em 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,24	0,74	3,68	0,88	0,52	9
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	0,29	0,78	2,06	0,89*	0,38	157
	Bairro Petrovale	0,35	0,83	1,71	0,86*	0,28	250
	Saffran	0,21	0,79	3,13	0,95	0,55	111
Ibirité	Ibiritermo	0,63	1,46	4,55	1,63*	0,73	266

Nota: * indica que a média não é representativa. O monitor da Estação Bairro Cascata estava inoperante.

3.1.4. Ozônio (O₃)

A concentração diária de O₃ é representada pela maior média horária registrada no dia. Os dados de concentração diária de O₃ obtidos em 2006 para as estações de Praça Rui Barbosa, DNER; Bairro Petrovale; Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo estão apresentados nas figuras 3.22 a 3.27 respectivamente.

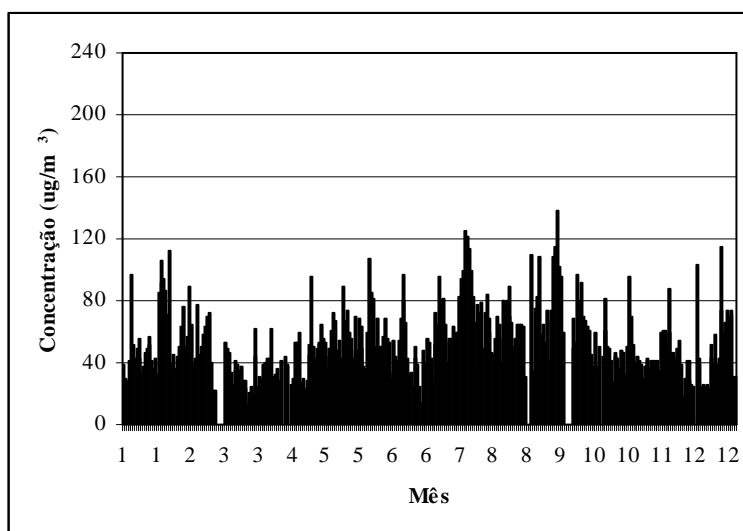


Figura 3.22: concentração diária de ozônio, Estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte, 2006

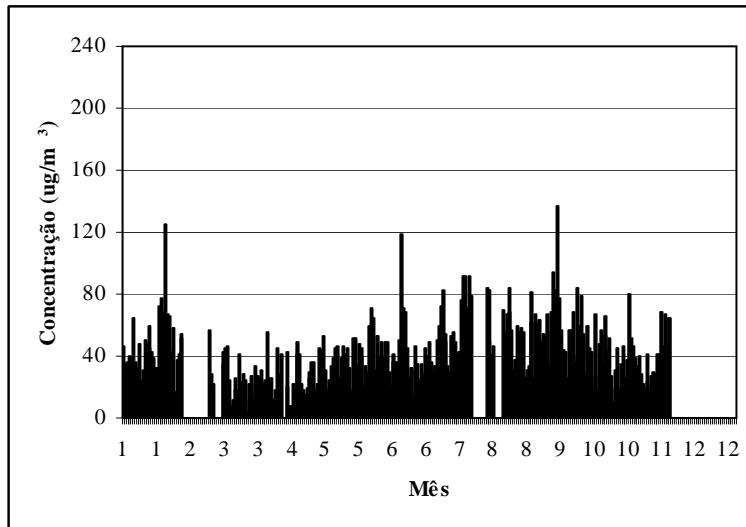


Figura 3.23: Concentração diária de ozônio, Estação DNER, Contagem, 2006

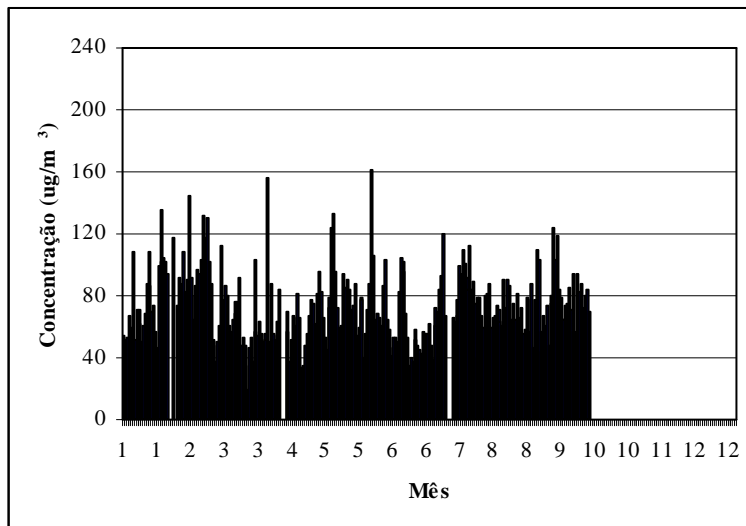


Figura 3.24: Concentração diária de ozônio, Estação Bairro Petrovale, Betim, 2006

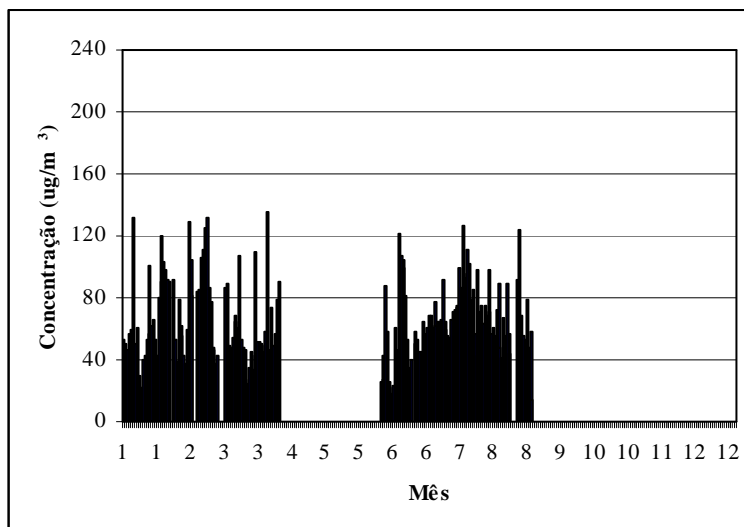


Figura 3.25: Concentração diária de ozônio, Estação Saffran, Betim, 2006

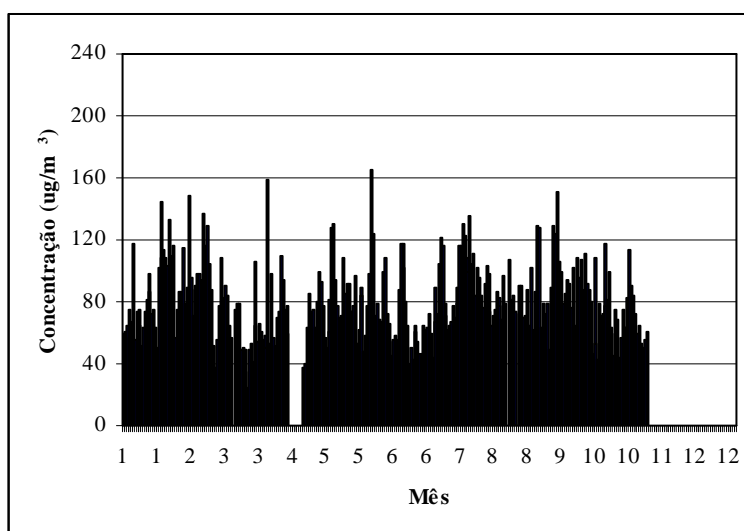


Figura 3.26: Concentração diária de ozônio, Estação Bairro Cascata, Ibirité, 2006

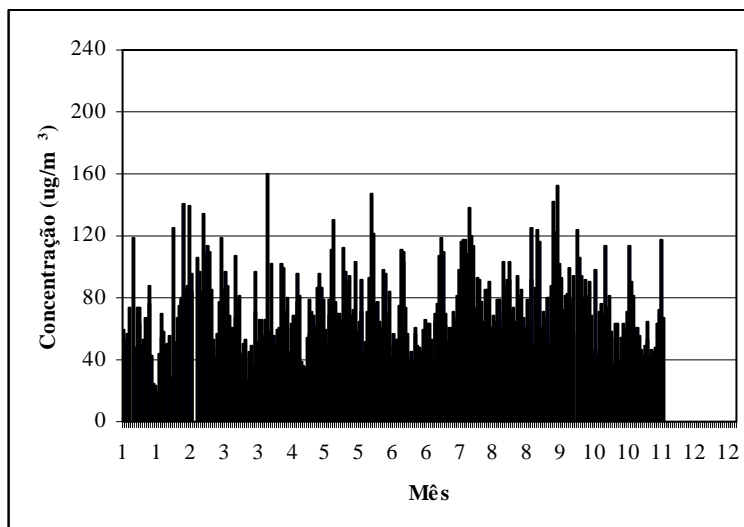


Figura 3.27: Concentração diária de ozônio, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2006

A Tabela 3.4 apresenta as estatísticas descritivas para as medições máximas de ozônio registradas pela Estação Praça Rui Barbosa em Belo Horizonte, Estação DNER em Contagem, estações Bairro Petrovale e Saffran em Betim e estações Bairro Cascata e Ibiritermo, em Ibirité.

Em Contagem, a maior concentração diária registrada pela Estação DNER de 136,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorreu em 16 de setembro. Não houve ultrapassagem do limite permitido de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A concentração diária maior que 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada pela Estação Bairro Petrovale (161,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu no dia 29 de maio. As concentrações de 155,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 145,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 135,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 133,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorreram em 28 de março, 9 de fevereiro, 24 de janeiro e 6 de maio, respectivamente. Para a Estação Saffran não houve ultrapassagem do limite permitido e a máxima diária de 135,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorreu em 28 de março.

Tabela 3.4: Estatísticas descritivas para as concentrações de ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	13,3	50,0	137,5	53,6	21,96	17
Contagem	DNER	3,9	40,2	136,2	42,6	20,4	74
Betim	Bairro Petrovale	19,6	70,1	161,6	73,1*	22,85	99
	Saffran	14,7	60,7	135,2	66,3*	25,99	192
Ibirité	Bairro Cascata	25,1	76,4	164,6	79,8	24,30	68
	Ibiritermo	19,2	69,8	159,7	74,0	24,90	49

Nota: * indica que a média não é representativa

Em Ibirité, a Estação Bairro Cascata registrou $164,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concentração superior a $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em 29 de maio. As concentrações de $159,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $151,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $148,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorreram em 28 de março, 16 de setembro e 9 de fevereiro, respectivamente. A máxima de $159,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ foi registrada no dia 28 de março para Estação Ibiritermo. As 3 seguintes maiores concentrações desta estação, $152,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $146,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $142,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, foram registradas em 16 de setembro, 29 de maio e 14 de setembro, respectivamente.

Para a Estação Praça Rui Barbosa, a maior concentração diária de $137,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorreu em 16 de setembro. Não houve ultrapassagem do limite permitido pela Resolução CONAMA 03/90 que é de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.5 Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

A concentração diária de NO_2 é representada pela maior média horária registrada no dia. As figuras 3.28 a 3.32 apresentam as concentrações diárias registradas pelas estações Praça Rui Barbosa, Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo.

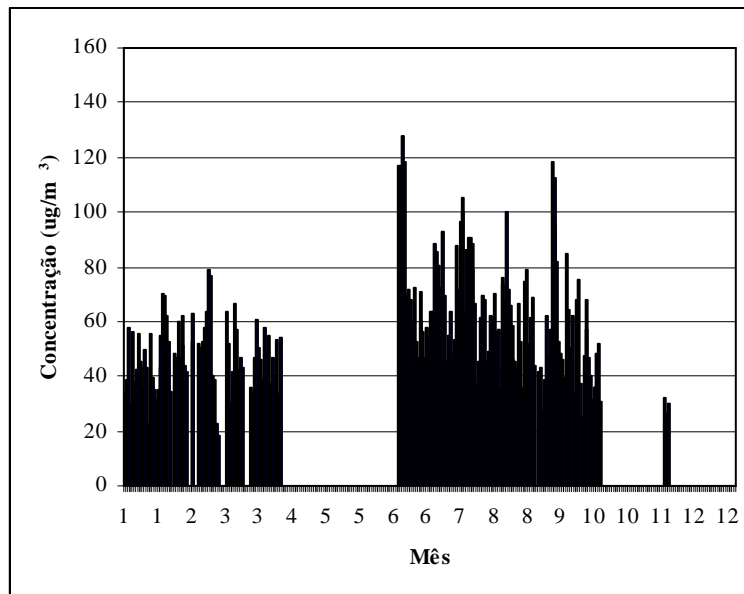


Figura 3.30: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, Estação Saffran, Betim, 2006

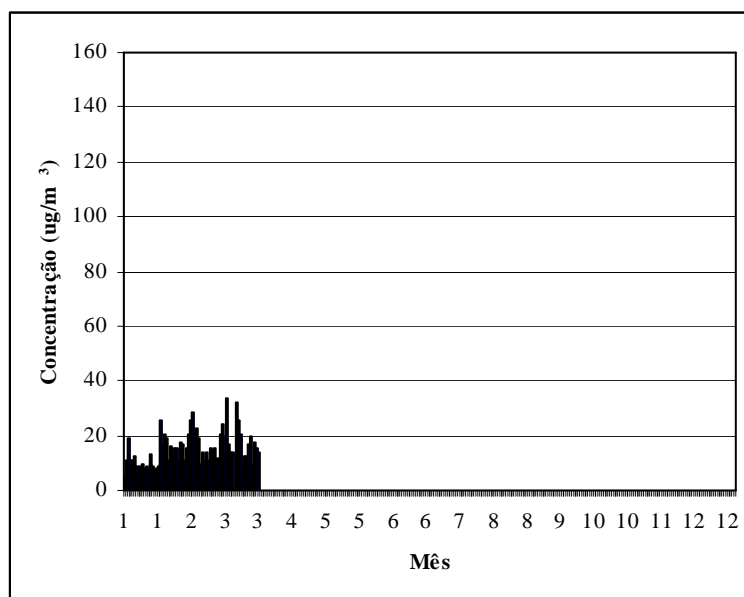


Figura 3.31: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, Estação Bairro Cascata, Ibirité, 2006

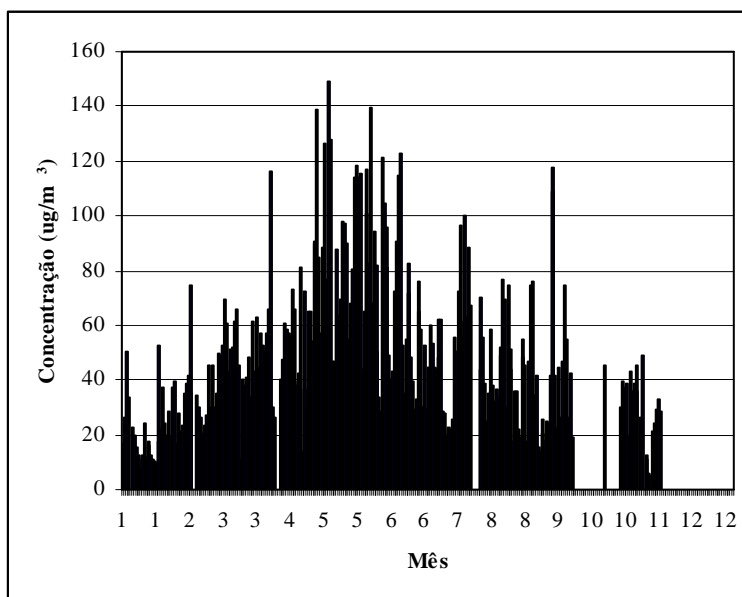


Figura 3.32: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2006

A Tabela 3.5 apresenta as estatísticas descritivas para as concentrações máximas diárias de dióxido de nitrogênio registradas pelas estações: Praça Rui Barbosa em Belo Horizonte, Bairro Petrovale e Saffran em Betim, estações Bairro Cascata e Ibiritermo em Ibirité.

Tabela 3.5: Estatísticas descritivas para as concentrações de dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,38	30,0	106,6	33,9*	18,82	124
Betim	Bairro Petrovale	14,08	39,4	142,3	44,2*	22,81	106
	Saffran	18,4	52,4	127,7	55,5*	20,4	163
Ibirité	Bairro Cascata	5,3	12,8	33,8	14,3*	6,05	286
	Ibiritermo	5,3	43,2	149,3	48,4*	28,5	84

Nota: * indica que a média não é representativa

Todas as estações não atenderam o critério de representatividade para as concentrações máximas diárias de dióxido de nitrogênio. Durante o período analisado, não foi registrada a ultrapassagem do padrão de qualidade do ar para esse poluente.

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 2006

Município	Estação	Classes de qualidade do ar			
		Boa	Regular	Inadequada	Omissos (%)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	83,56	15,07	0	1,37
	Avenida Amazonas	90,68	1,10	0	8,22
	Aeroporto Carlos Prates	95,89	4,11	0	0
Contagem	DNER	53,15	30,14	0,55	16,16
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	44,11	13,70	0	42,19
	Bairro Petrovale	39,73	32,88	0,27	27,12
	Saffran	46,58	24,11	0	29,32
Ibirité	Bairro Cascata	47,12	33,97	0,27	18,63
	Ibiriterno	54,79	31,78	0	13,42

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 PM-10.

As estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale e Saffran apresentaram altas frequências de dias sem medição da qualidade do ar, 42,2%, 27,1% e 29,3%,

respectivamente. Para as demais estações, as frequências de perdas ficaram abaixo de 20%.

Dentre os 55 dias cujas concentrações registradas pela Estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte classificaram a qualidade do ar como Regular, 11 dias foram devidos exclusivamente ao PM-10, 30 dias ao Ozônio, 1 dia ao NO₂ e 13 dias aos poluentes PM-10 e O₃ conjuntamente (PM-10 e O₃).

Para a Estação DNER, dos 110 dias com qualidade do ar Regular: 95 dias foram devidos ao PM-10; 4 dias ao O₃ e 11 dias ao conjunto de PM-10 e O₃. Os dois dias da qualidade Inadequada devem-se às concentrações de PM-10, que ultrapassaram 150 µg/m³ em julho. A atual ocupante do local - Policia Rodoviária Federal – modificou os muros e guarita, próximos a estação, sendo que essas obras diminuíram a partir de outubro, reduzindo, conseqüentemente, as concentrações de PM-10.

Em Betim, todos os 50 dias com qualidade do ar Regular da Estação Bairro Jardim das Alterosas devem-se ao PM-10. Para a Estação Bairro Petrovale, dentre os 120 dias classificados como Regular, 28 devem-se ao PM-10, 49 ao O₃, 2 ao NO₂, 32 aos poluentes PM-10 e O₃, 1 aos poluentes PM-10 e NO₂, 1 aos poluentes O₃ e NO₂ e 7 aos poluentes PM-10, O₃ e NO₂. Em um dia, a classe Inadequada foi atingida devido ao Ozônio, sendo que, para o poluente PM-10, a classe foi Regular. Para a Estação Saffran, dentre os 88 dias classificados como Regular, 38 dessas classificações devem-se ao PM-10 e 32 ao O₃; os demais 18 dias foram classificados como Regular devido a mais de um poluente: 10 dias aos poluentes PM-10 e O₃, 2 dias aos poluentes PM-10 e NO₂, 3 dias aos poluentes O₃ e NO₂ e 3 dias aos poluentes PM-10, O₃ e NO₂.

A Estação Bairro Cascata, em Ibirité, registrou 124 dias como Regular, devido exclusivamente ao poluente Ozônio (O₃). Houve um dia cuja qualidade do ar foi classificada como Inadequada devido também ao poluente Ozônio. Para a Estação

Ibiriterno, 116 dias obtiveram classificação Regular: 1 dia devido a PM-10 e O₃, 96 dias ao O₃, 5 dias ao NO₂, 1 dia ao CO e 13 dias aos poluentes O₃ e 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 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 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,7	1,3	2,4	1,3	0,322	67
	Avenida Amazonas	0,6	1,3	2,4	1,4	0,338	16
	Aeroporto Carlos Prates	1,2	2,5	5,1	2,6	0,776	26
Contagem	DNER	0,6	1,3	2,3	1,3	0,345	61
Betim	Bairro Petrovale	0,5	1,0	3,5	1,2*	0,595	137
Ibirité	Bairro Cascata	0,4	1,6	3,5	1,7*	0,695	306

Nota: * indica que a média não é representativa. As estações Bairro Jardim das Alterosas, Saffran e Ibiriterno não apresentaram medições de velocidade do vento durante o ano.

A média anual da Estação Bairro Petrovale e Estação Bairro Cascata não foram representativas. A média das estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas, Aeroporto

Carlos Prates, e DNER corresponderam a 1,3 m/s, 1,4 m/s, 2,6 m/s, e 1,3 m/s, respectivamente. A região da Estação Aeroporto Carlos Prates apresenta uma velocidade de vento bem superior que as regiões da Avenida Amazonas, Praça Rui Barbosa e DNER.

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.

Dentre essas classes, as três direções predominantes de vento para a Estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte foram Sudeste, Nordeste e Leste com 35,3%, 27,1% e 14,5% respectivamente. Para as estações Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, as medições não foram consideradas válidas. Para a Estação DNER de Contagem, a direção predominante foi Nordeste com 52,1%. A segunda direção predominante foi Leste com 12,3%. Para as estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo o sensor de direção de vento não estava funcionando.

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, Contagem, Betim e Ibirité. As estações da Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas, Aeroporto Carlos Prates e DNER apresentaram médias anuais representativas.

O menor valor de temperatura média diária registrada pelas estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas, Aeroporto, DNER e Bairro Petrovale ocorreu no mesmo dia 6 de setembro. Para a Estação Bairro Cascata, foi 23 de outubro, porque não teve dados no dia 6 de setembro. O dia mais quente registrado por cada estação ocorreu no dia 26 de janeiro; a única exceção foi a Estação Bairro Cascata (16 de setembro), cujo equipamento estava fora de operação no mês de janeiro.

Percebe-se que as temperaturas registradas pelas estações mais antigas como Praça Rui Barbosa e DNER tendem a ser mais altas que as registradas pelas demais estações. Mas essas estações estão situadas em áreas urbanas, comumente denominadas de “ilhas de calor”, que por apresentarem menor cobertura vegetal, tendem a registrar maiores temperaturas.

Tabela 3.8: Estatísticas descritivas para a temperatura do ar (°C), na RMBH, em 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	16,4	24,2	32,5	24,0	2,836	31
	Avenida Amazonas	13,1	20,0	27,0	19,8	2,434	15
	Aeroporto Carlos Prates	14,4	21,7	29,2	21,6	2,509	26
Contagem	DNER	17,3	23,7	31,1	23,5	2,534	59
Betim	Bairro Petrovale	14,2	20,8	26,8	20,3*	2,791	146
Ibirité	Bairro Cascata	16,7	20,7	23,6	20,6*	1,701	315

Nota: * indica que a média não é representativa. As estações Bairro Jardim das Alterosas, Saffran e Ibiritermo não apresentaram medições de temperatura durante o ano.

3.3.4 Umidade Relativa do Ar

As estatísticas descritivas da umidade relativa do ar estão apresentadas na Tabela 3.9. A hora mais seca do ano (7,6% de umidade relativa do ar) foi registrada na Estação Avenida Amazonas, às 16 horas, no dia 21 de agosto. Nos meses de agosto e setembro, foram registradas médias horárias de umidade relativa do ar menor que 20%.

Para as estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas, Aeroporto Carlos Prates e DNER, a menor média diária foi obtida no mesmo dia 25 de janeiro. Para as estações Bairro Cascata e Bairro Petrovale, as menores médias foram obtidas em 13 e 14 de setembro respectivamente. O analisador de umidade da Estação Bairro Cascata estava fora de operação no mês de janeiro.

A Estação Praça Rui Barbosa registrou médias horárias seguidas de umidade relativa menor que 20%, nos dias 8 de agosto (2 horas seguidas); 21 de agosto (4 horas seguidas); 13 de setembro (3 horas seguidas) e 14 de setembro (apenas 1 hora). A menor umidade relativa horária foi 12,3%, em 21 de agosto.

Para a Estação Avenida Amazonas foi registrada uma hora com 7,6% de umidade relativa do ar, que ocorreu em 21 de agosto (às 16 horas) e outra com 14,9% (às 17 horas). Para a Estação Aeroporto Carlos Prates, apenas uma hora com 14,9% de umidade relativa do ar, também no dia 21 de agosto, às 16 horas.

Tabela 3.9: Estatísticas descritivas para a umidade relativa (%), na RMBH, em 2006

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	41,4	69,9	98,8	70,3	10,583	31
	Avenida Amazonas	47,5	74,9	98,2	74,9	10,479	15
	Aeroporto Carlos Prates	48,0	77,5	98,3	77,1	10,699	26
Contagem	DNER	44,1	70,9	94,3	70,7	10,767	60
Betim	Bairro Petrovale	39,8	74,4	98,2	73,1*	12,226	146
Ibirité	Bairro Cascata	38,2	75,2	99,0	73,8*	15,000	306

Nota: * indica que a média não é representativa. As estações Bairro Jardim das Alterosas, Saffran e Ibiritermo não apresentaram medições durante o ano.

A Estação DNER registrou umidade relativa do ar menor que 20% em 21 de agosto (3 horas seguidas) e 13 de setembro (apenas 1 hora), cuja umidade relativa do ar chegou a assumir os valores de 15,2% e 18,8% respectivamente.

Para a Estação Bairro Petrovale, foram observadas médias horárias menores que 20% nos dias 13 e 14 de setembro, com 4 horas seguidas em cada dia.

Os dias com médias horárias menores que 20% da Estação Bairro Cascata ocorreram em 13 de setembro (6 horas seguidas), 15 de setembro (4 horas seguidas) e 16 de setembro (4 horas seguidas). O analisador de umidade relativa dessa estação estava fora de operação em 14 de setembro.

4. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES

As medições obtidas pelas novas estações, incorporadas à rede de monitoramento automático de qualidade do ar da RMBH em 2002, permitem uma melhor avaliação da qualidade do ar na referida região. Com base nesses resultados, percebe-se que os municípios da RMBH apresentam comportamento diferenciado quanto aos poluentes, mas bem parecido em relação aos parâmetros meteorológicos (velocidade de vento, temperatura e umidade relativa do ar). Devido ao reduzido número de estações instaladas, não é possível traçar com segurança os cenários da poluição atmosférica. Portanto, as comparações entre municípios devem ser vistas mais como tendências do que diferenças reais entre os mesmos.

Em 2006, o município de Belo Horizonte, em 25 de janeiro registrou o dia mais quente dos últimos 10 anos e a maior temperatura no mês de janeiro, em 30 anos, segundo Franco (2006). Em 26 de janeiro, a Estação Praça Rui Barbosa registrou temperatura média de 32,5 °C, que se apresentou superior à temperatura registrada, em 25 de janeiro (32,2 °C.) Essas médias registradas pela Estação Praça Rui Barbosa, em janeiro de 2006, corresponderam às maiores médias diárias registradas durante todo o ano.

O contrato da Petrobrás com empresa terceirizada para manutenção e operação da rede de monitoramento venceu em setembro de 2006, ocasionando grande atraso na manutenção dos equipamentos. Todas as estações, pertencentes à Petrobrás não receberam nenhuma manutenção, após a cessão do contrato, contribuindo, assim, para a paralisação das estações.

Todas as médias anuais de PM-10 estão abaixo de 50 µg/m³, que é o padrão anual permitido por lei. A Estação DNER apresentou dois dias de ultrapassagem do padrão diário. Certamente, as construções da guarida e muros, próximos à estação, contribuíram para esses aumentos. As concentrações de SO₂ e CO mantiveram-se baixas; ao passo que, a série de concentrações de NO₂ não obteve média anual representativa, devido a problemas de funcionamento do analisador durante o ano todo.

O Projeto de Rede Otimizada de Monitoramento Atmosférico para a RMBH (FEAM, 2003) identificou a necessidade de, no mínimo, 15 estações para o eixo Belo Horizonte-Contagem-Betim, de forma a retratar a qualidade do ar da RMBH. Segundo esse estudo,

as estações: Praça Rui Barbosa (Belo Horizonte), Avenida Amazonas (Belo Horizonte), Aeroporto Carlos Prates (Belo Horizonte), DNER (Contagem), Bairro Jardim das Alterosas (Betim), Bairro Petrovale (Betim) e Saffran (Betim) apresentam boa cobertura para as regiões em que estão localizadas.

Dentre os resultados do monitoramento de 2006, deve-se destacar a frequência cada vez mais alta do poluente ozônio na determinação da qualidade do ar como Regular em todos os municípios nos quais esse poluente é monitorado. As concentrações de partículas inaláveis apresentaram um pequeno aumento em relação às concentrações registradas para o ano de 2005; enquanto que os poluentes dióxido de enxofre e monóxido de carbono, praticamente, não determinaram a classe de qualidade do ar.

O ozônio é um poluente secundário, ou seja, ele é formado na própria atmosfera em decorrência de processos químicos com interveniência da radiação solar. Os principais precursores são os compostos orgânicos voláteis (VOC) e óxidos de nitrogênio que, nos grandes centros urbanos, como Belo Horizonte, por exemplo, têm, como principais fontes de emissão, os veículos automotores. O valor máximo e a média de O₃, nos municípios de Betim e Ibité, foram mais altos do que os registrados para Belo Horizonte e Contagem, indicando assim, a provável influência da Refinaria Gabriel Passos/Petrobrás na qualidade do ar daquela região.

Para análise dos resultados dos veículos leves do ciclo Otto, os mesmos foram agrupados em 5 faixas de ano de fabricação: até 1987, 1988-1993, 1994-1995, 1996-1999, 2000-2003. Essas faixas foram definidas em função da introdução e redução gradativa dos limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para motores destinados a veículos pesados novos a diesel definidos pelo Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores. Dentre os 1.203 veículos leves do ciclo Otto inspecionados, 472 foram reprovados (39,2%). Observou-se maior frequência de reprovação para os automóveis fabricados antes de 1992. As frequências de reprovação, para cada faixa de ano de fabricação: até 1988, 1989 a 1991, 1992 a 1996 e 1997 a 2003, foram: 72%, 85%, 45% e 16%, respectivamente (FEAM, 2005).

Em dezembro de 2005, a FEAM concluiu o Projeto “Inspeção Veicular: Capacitação e Avaliação Inicial”, que contou com a cooperação técnica da Universidade Federal de Minas Gerais e da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. “Dos 196 veículos pesados a diesel inspecionados, 17 foram reprovados nas inspeções visuais, principalmente por apresentarem emissão de fumaça azul e vazamentos aparentes, indicando falta de manutenção adequada” (FEAM, 2005, p. 62). Nos testes de rotação realizados nos 179 veículos a diesel aprovados, 106 veículos foram reprovados e dentre os 73 veículos restantes, 40 deles foram reprovados no teste de opacidade. De forma geral, pode-se afirmar que 83% dos veículos pesados a diesel foram reprovados. Dentre os 124 veículos leves a diesel inspecionados, 88,7% foram reprovados.

Esses resultados indicam a necessidade de investimento tanto na expansão da rede de monitoramento automático da qualidade do ar na RMBH, principalmente, nos grandes centros urbanos do Estado. Além da expansão da rede, são necessários também investimentos na manutenção dos equipamentos para que as medições atinjam o critério de representatividade diária e, conseqüentemente, a representatividade anual. Sem essa expansão e investimentos em manutenção, os estudos referentes à saúde e indicadores ambientais tornam-se restritos a uma determinada área ou época do ano, não atingindo assim o objetivo primordial do monitoramento de assegurar a qualidade ambiental.

5. BIBLIOGRAFIA

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 de julho de 2002.
3. FEAM. Projeto inspeção veicular: capacitação e avaliação inicial. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2005. 92p
4. FEAM. **Inventário de Fontes Emissoras de Poluentes Atmosféricos, Estudo de Dispersão Atmosférica e Projeto de Rede Otimizada de Monitoramento Atmosférico para a Região Metropolitana de Belo Horizonte: eixo Belo Horizonte – Contagem – Betim**.
5. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2003. 517 p. (Projeto desenvolvido pela ECOSOFT conjuntamente com a FEAM).
6. FEAM. Licenciamento ambiental: coletânea de legislação. Fundação Estadual do Meio Ambiente; Projeto Minas Ambiente. 2ª. Edição, 2000, 438p.
7. FRANCO, A. Calorão continua hoje: BH registra maior temperatura dos últimos 10 anos. **Jornal Hoje em Dia**, Belo Horizonte, 26 de janeiro de 2006.
8. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 de novembro de 2007.
9. INDI. Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.indi.mg.gov.br>>. Acesso em: 7 de julho de 1996.

10. LIU, B.W.Y.e 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.

11. USEPA. United States Government. Electronic Code of Federal Regulations, Title 40 - Protection of Environment. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 11 de julho de 2000.

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Técnicos: Beverly Wen Yuh Liu
Edwan Fernandes Fioravante
Álvaro Martins Júnior
Elisete Gomides Dutra
Antônio Alves dos Reis

Telefone: (031) 3219-5723