

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

**Monitoramento da Qualidade do Ar na
Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2005**

Belo Horizonte – Outubro/2006

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

Publicada por:
Fundação Estadual do Meio Ambiente/Minas Gerais

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
Ilmar Bastos Santos
Diretora de Monitoramento e Fiscalização Ambiental
Alice Beatriz Pereira Soares
Divisão de Monitoramento e Geoprocessamento
Maria do Carmo Fonte Boa Souza

AUTORES

Beverly Wen Yuh Liu – Coordenação
Edwan Fernandes Fioravante

COLABORADORES

Adriano César Júnior

F981m

Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte em 2005. / Fundação Estadual do Meio Ambiente. -- Belo Horizonte: FEAM, 2006. 56p. : 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 2005

FEAM-RT-DIMOG-25/2006

Outubro/2006



**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

EQUIPE TÉCNICA

Beverly Wen Yuh Liu
Edwan Fernandes Fioravante
Elisete Gomides Dutra
Isis Laponez da Silveira
Miriam Regina Cardoso de Oliveira
Adriano César Júnior – Bolsista da FAPEMIG

-
- **FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM**
Ilmar Bastos dos Santos – Presidente

 - **DIRETORIA DE MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL**
Alice Beatriz Pereira Soares
 - **DIVISÃO DE MONITORAMENTO E GEOPROCESSAMENTO**
Maria do Carmo Fonte Boa Souza

 - **DIRETORIA DE ATIVIDADES INDUSTRIAIS E MINERÁRIAS**
Zuleika S. Chiacchio Torquetti

 - **DIRETORIA DE INFRA-ESTRUTURA**
Flávio Mayrink

 - **DIRETORIA DE PLANEJAMENTO GESTÃO E FINANÇAS**
Marco Flávio Neves

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 2005.

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

*Agradecimentos à equipe técnica da PETROBRAS/REGAP/ASEMA e
Vallourec & Mannesmann Tubes.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA	10
2.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO	10
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).....	37
3.1.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO ₂).....	41
3.2. CLASSES DE QUALIDADE DO AR.....	44
3.3. DADOS METEOROLÓGICOS.....	47
3.3.1 VELOCIDADE DE VENTO	47
3.3.2 DIREÇÃO DE VENTO.....	48
3.3.3 TEMPERATURA DO AR.....	48
3.3.4 UMIDADE RELATIVA DO AR	50
4. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES	52
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

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 32 municípios: Contagem, Betim, Pedro Leopoldo, Vespasiano, Sabará, Caeté, Lagoa Santa, Confins, São José da Lapa, Santa Luzia, Ribeirão das Neves, Esmeraldas, Raposos, Nova Lima, Rio Acima, Ibirité, Florestal, Mateus Leme, Juatuba, Igarapé, São Joaquim de Bicas, Mário Campos, Sarzedo, Brumadinho, Rio Manso, Itaguara, Baldim, Jabuticatuvas, Nova União, Capim Branco, Matozinhos e Taquaraçu de Minas (Figura 1.1).

Com população de cerca de 4,3 milhões de habitantes, a RMBH concentra 24,3% da população do Estado e ocupa uma área de 8.612,3 km² – 1,5% de área de MG. Belo Horizonte, Contagem e Betim tem 2.238.256, 538.017 e 306.675 habitantes, respectivamente (IBGE, 2002).

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: Municípios e 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 é constituída de nove estações automáticas, três delas foram instaladas em abril de 1995 em pontos selecionados pela FEAM na região urbana de Belo Horizonte, de Contagem e de Betim (LIU et al., 1996 e 1999) e duas estações foram instaladas em fevereiro de 2002 em Belo Horizonte. 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.

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 em cumprimento da condicionante de licença de operação. Outras 3 estações foram adquiridas pela REGAP em 2002 e uma estação pela Usina Termoelétrica de Ibirité – Ibiritermo em 2004, como medida compensatória no processo de licenciamento.

As estações são constituídas por cabines climatizadas onde estão instalados analisadores 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 Divisão de Monitoramento e Geoprocessamento 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 nas três estações adquiridas pela REGAP foram Partículas Inaláveis (PM-10) e Dióxido de Enxofre (SO₂), além de parâmetros meteorológicos: velocidade e direção de vento, temperatura e umidade relativa do ar. Em abril de 1999, a REGAP juntamente com a ENVIRONNEMENT incorporou os analisadores de Monóxido de Carbono, Ozônio e Óxidos de Nitrogênio na estação de Belo Horizonte. As estações adquiridas pela Vallourec & Mannesmann Tubes monitoram Partículas Inaláveis e parâmetros meteorológicos. As demais estações monitoram Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Ozônio, Óxidos de Nitrogênio, além dos parâmetros meteorológicos.

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 (Figura 2.1). 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, figuras 2.2 e 2.3, respectivamente.

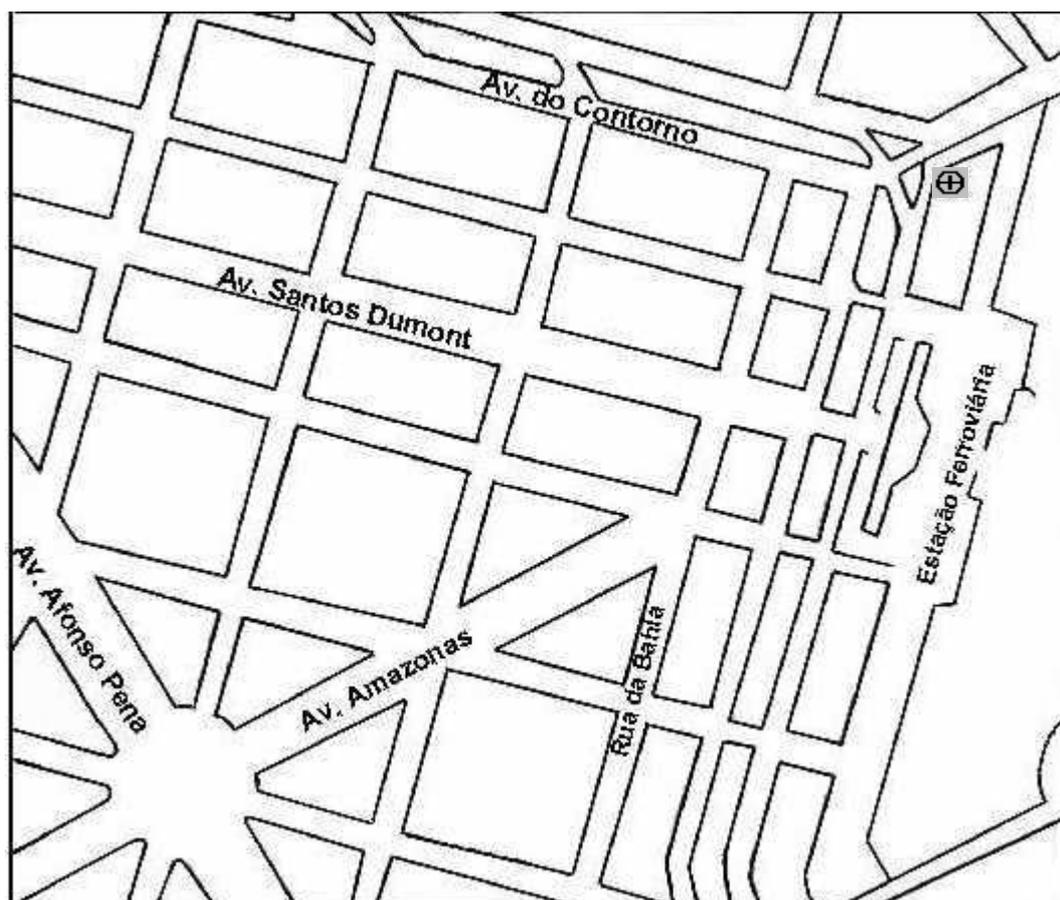


Figura 2.1: Localização da Estação Praça Rui Barbosa (símbolo ⊕) na Região Central de Belo Horizonte



Figura 2.2: Localização da Estação Aeroporto Carlos Prates (símbolo ⊕) na Região Noroeste de Belo Horizonte



Figura 2.3: Localização da Estação Av. Amazonas (símbolo ⊕) na Região Oeste de Belo Horizonte

A estação de CONTAGEM (Estação DNER) está instalada na Avenida Babita Camargo, em área externa do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT, em local próximo à Praça da CEMIG (Figura 2.4). 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.

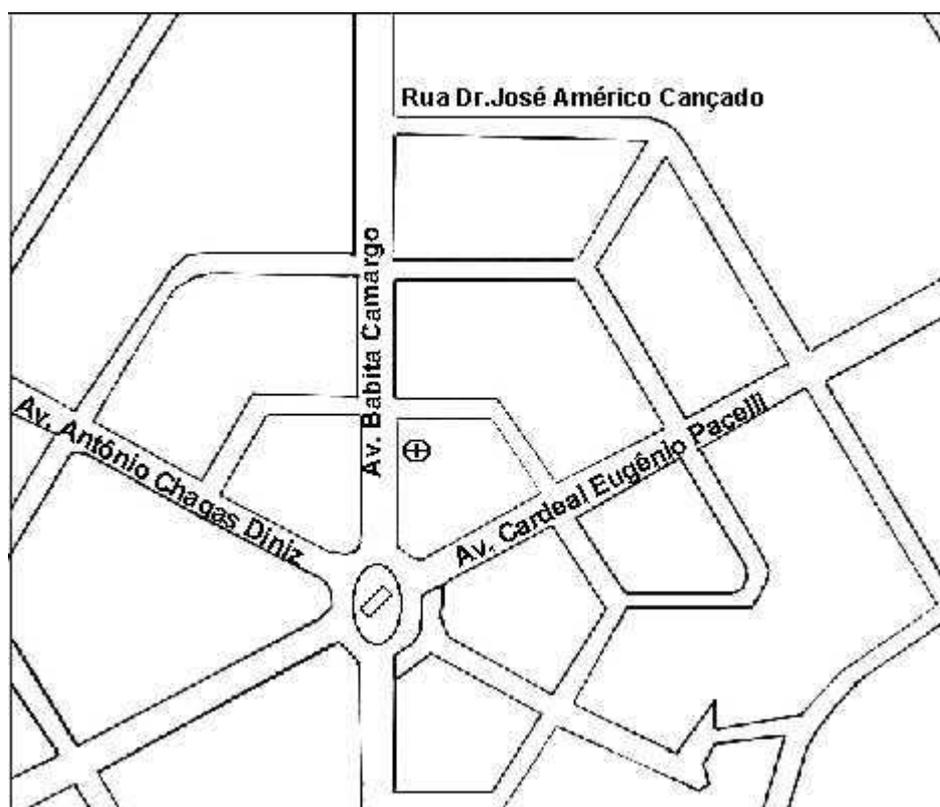


Figura 2.4: Localização da Estação DNER (símbolo ⊕) na Região da Cidade Industrial de Contagem

A estação de BETIM (Estação Bairro Jardim das Alterosas) está localizada na Rua Alenquer nº 384, no Bairro Jardim das Alterosas, em área da Administração Regional Alterosa da Prefeitura Municipal de Betim (Figura 2.5). Essa região é residencial com fluxo moderado de veículos. Nas proximidades estão instalados um porto seco e indústrias. Essa estação entrou em operação, nesse local, em março de 1998.

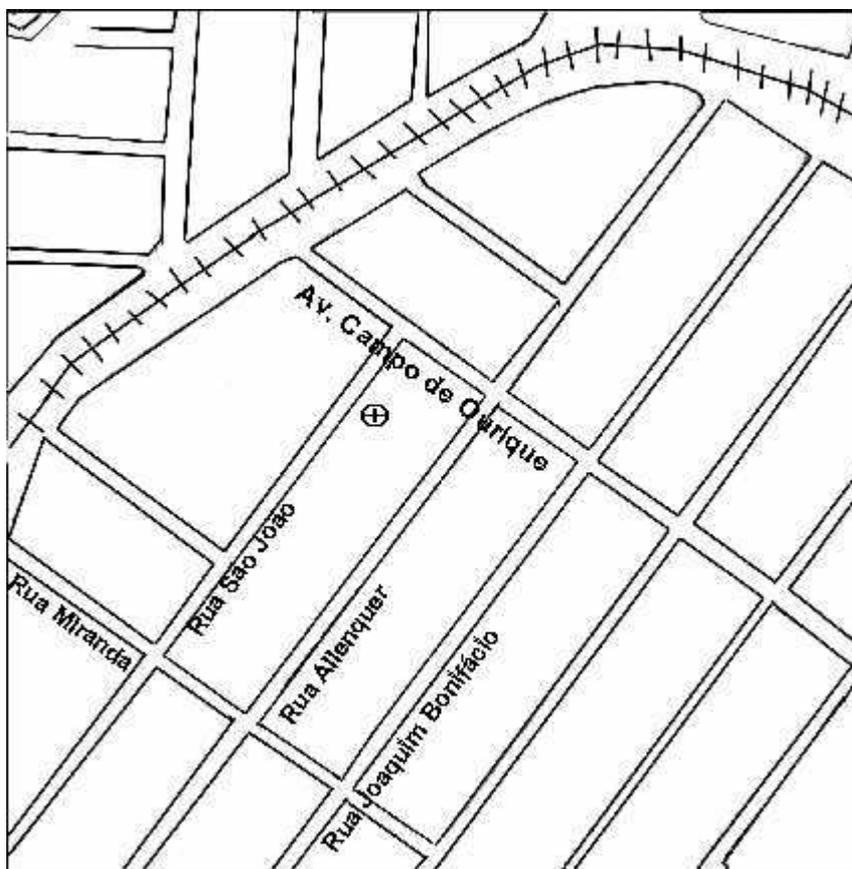


Figura 2.5: Localização da Estação Bairro Jardim das Alterosas (símbolo ⊕) em Betim

As estações Petrovale e Safran estão localizadas no município de Betim, a primeira está situada próxima a Refinaria Gabriel Passos – REGAP na Escola Municipal Valério Palhares (Rua Argentina nº 64), a segunda estação situa-se na Rua Pará de Minas nº 640 na área urbana do referido município. As estações Cascata e Ibitermo estão localizadas no município de Ibirité, a primeira está situada na Rua Padre Eustáquio nº 881 na Escola Estadual José Rodrigues Betim, próxima a REGAP, a segunda estação está situada junto a APAE – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (Rodovia R Azeredo, nº 831) do município.

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 analisador (MP101M), que emprega C^{14} como fonte de radiação de baixa energia, e mede a concentração a cada duas horas. 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 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 se baseia na excitação da molécula de SO_2 por UV. O analisador (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 convertido 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 (CO11M) funciona como monitor contínuo de detecção da absorção de CO na faixa de luz infravermelha. As concentrações de CO em partes por milhão – ppm são apresentadas como média de 15 minutos. A concentração média de 8 horas (média móvel) de CO em ppm é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo analisado apresenta dados válidos. O maior valor é utilizado como concentração do dia.

O Ozônio (O_3) é um poluente secundário – não é emitido pelas fontes, mas gerado por processos fotoquímicos. O princípio de funcionamento do analisador contínuo de ozônio (O_3 41M) é fotométrico que mede a absorção de luz ultravioleta pelo ozônio. As concentrações de O_3 , medidas em partes por bilhão – ppb, são apresentadas como média de 15 minutos. A concentração média horária é calculada quando pelo menos 45 minutos (75%) apresentam resultados válidos. A máxima horária é utilizada como concentração do dia após a conversão da unidade de ppb para $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Os óxidos de nitrogênio (NO_x) são produzidos durante a queima de combustíveis a altas temperaturas. O método de medição dos óxidos nítricos é o da quimioluminescência. O monitor (AC31M) é projetado para analisar as concentrações de NO e NO_x através da emissão de luz (quimioluminescência) originada pela oxidação do NO em presença de Ozônio. O Dióxido de Nitrogênio (NO_2) é um gás marrom com odor característico. As concentrações de NO_2 ($\text{NO}_x - \text{NO}$) em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ são apresentadas como média de 15 minutos. A concentração média horária é calculada quando pelo menos 75% do período de tempo apresenta dados válidos. O maior valor é considerado 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 os analisadores de PM-10, SO_2 , CO, O_3 , NO_x , os sensores meteorológicos, o sistema de aquisição e transmissão dos dados - data logger multicanal (SAM32A), microcomputador, linha telefônica e demais acessórios necessários à operação e ao funcionamento do sistema.

Três terminais, um instalado na REGAP/PETROBRAS e dois na FEAM, permitem a obtenção dos dados gerados, em tempo real, ou a recuperação de dados armazenados no data logger instalado em cada cabine. A configuração das estações automáticas está apresentada na Figura 2.6.

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, SO_2 , CO, O_3 , NO_2 e dos parâmetros meteorológicos na forma de gráficos e tabelas.

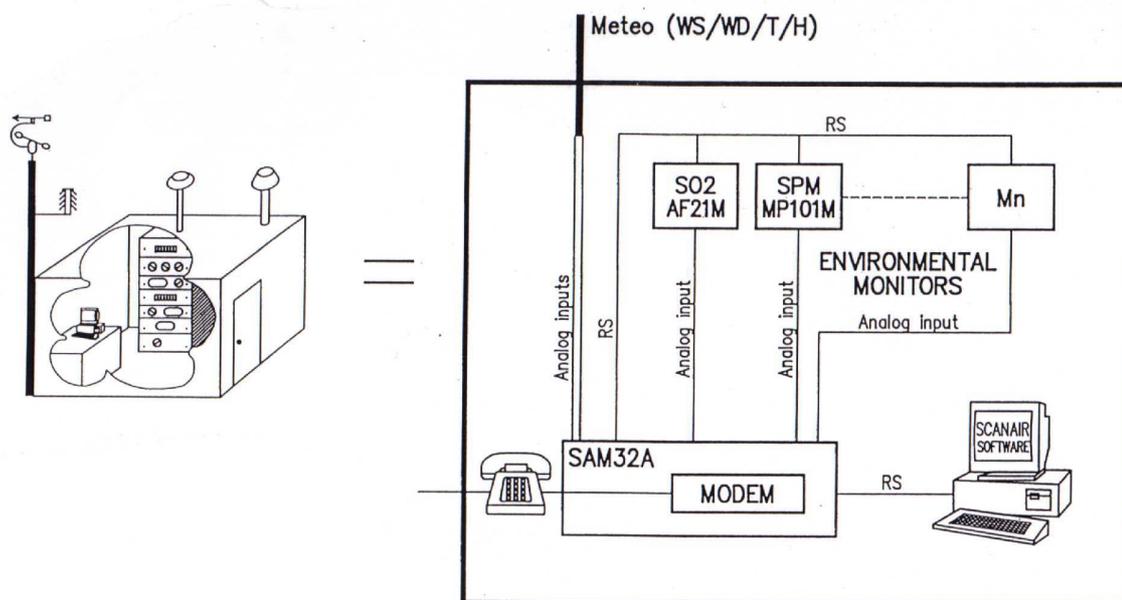


Figura 2.6: Configuração das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar

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 (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 a 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 (9ppm), 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) pela US Environmental Protection Agency (USEPA, 2000).

O IQA, como concebido pela USEPA, também é adotado pelo CONAMA e 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 (6 estações), O³ (6 estações) e NO₂ (5 estações) obtidos em 2005 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 2005, 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 pela Estação Praça Rui Barbosa; Av. Amazonas; Aeroporto Carlos Prates; Bairro Jardim das Alterosas, DNER; Petrovale; Cascata e Ibiritermo foram inferiores a 150 µg/m³ permitido por lei. A Estação Bairro Jardim das Alterosas voltou a funcionar em setembro, registrando altas concentrações de PM10 em setembro e outubro, mas inferior a 150 µg/m³ permitido por lei. A Estação Safran voltou a funcionar em março e registrou uma concentração diária de 191,8 µg/m³ em 05 de abril, que correspondeu à uma única ultrapassagem ao padrão, conforme permitido por lei.

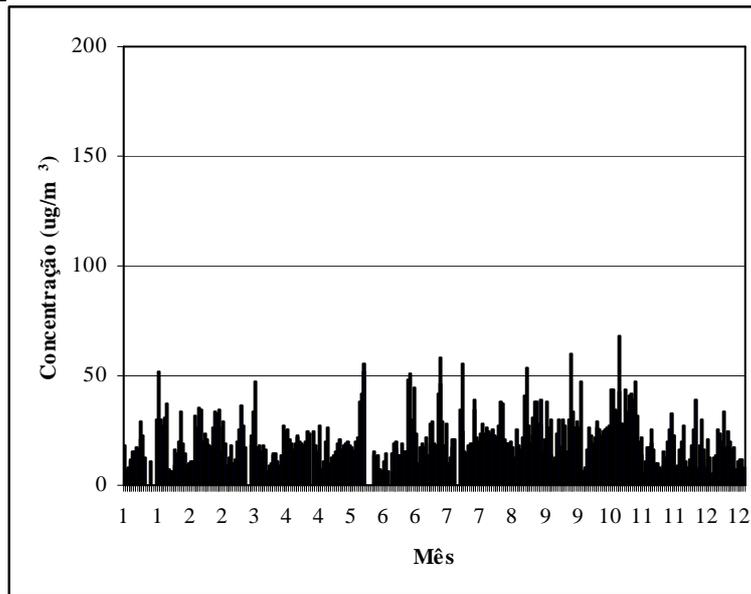


Figura 3.1: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2005

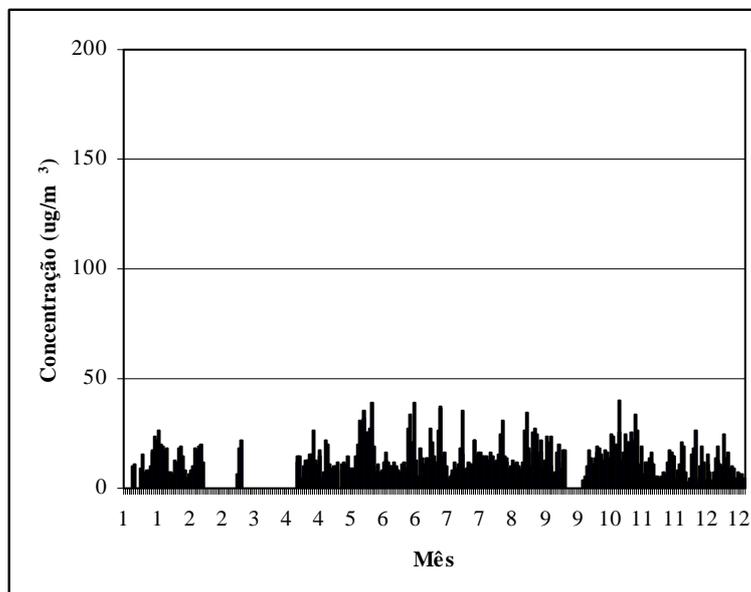


Figura 3.2: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Av. Amazonas, Belo Horizonte, 2005

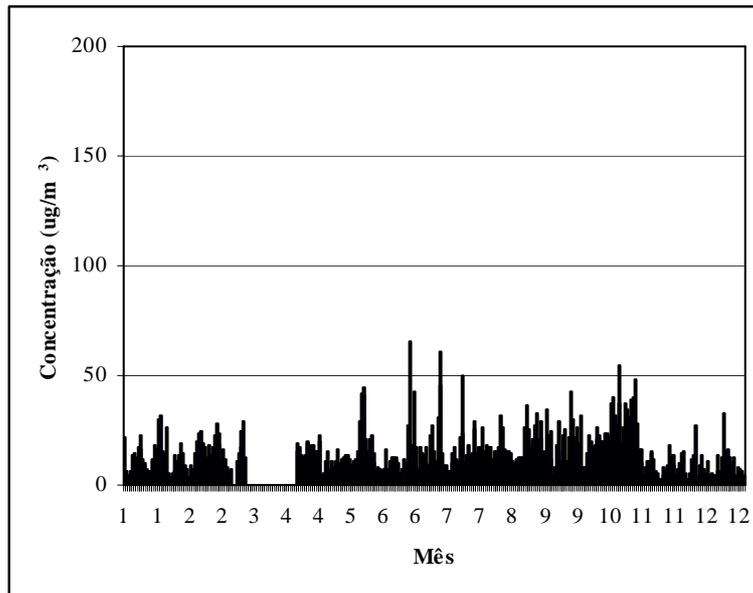


Figura 3.3: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Aeroporto Carlos Prates, Belo Horizonte, 2005

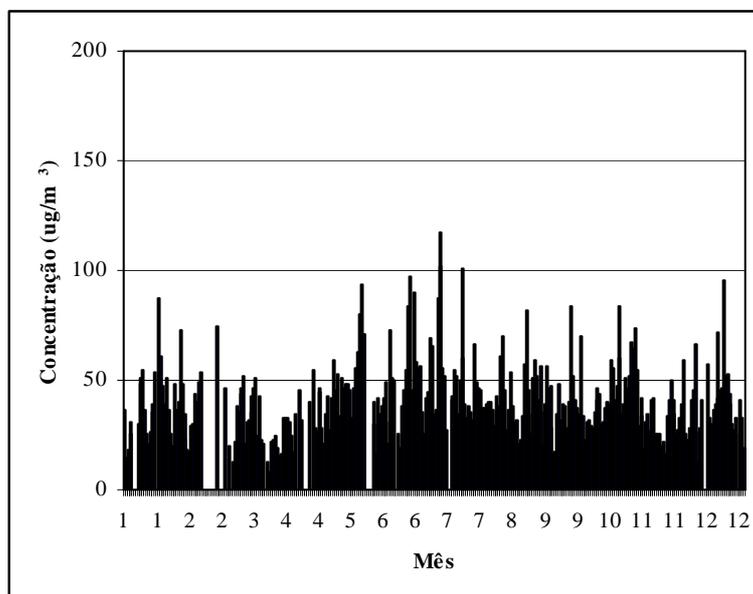


Figura 3.4: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação DNER, Contagem, 2005

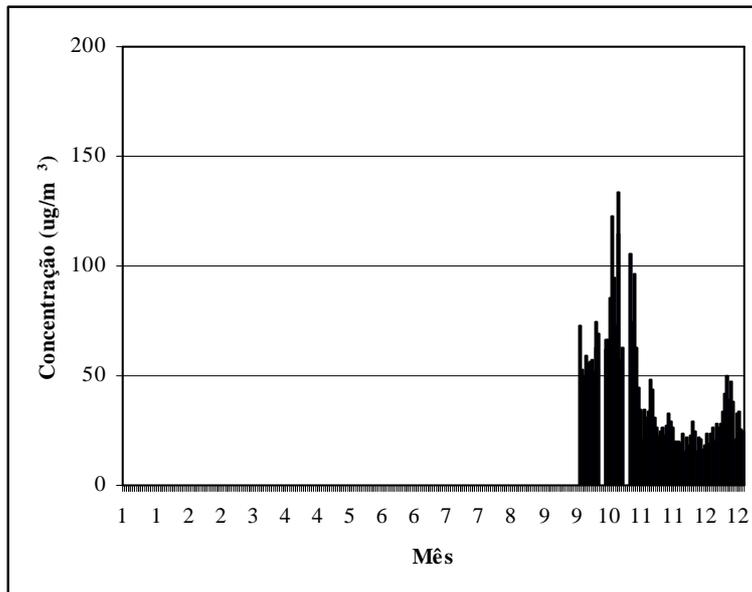


Figura 3.5: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2005

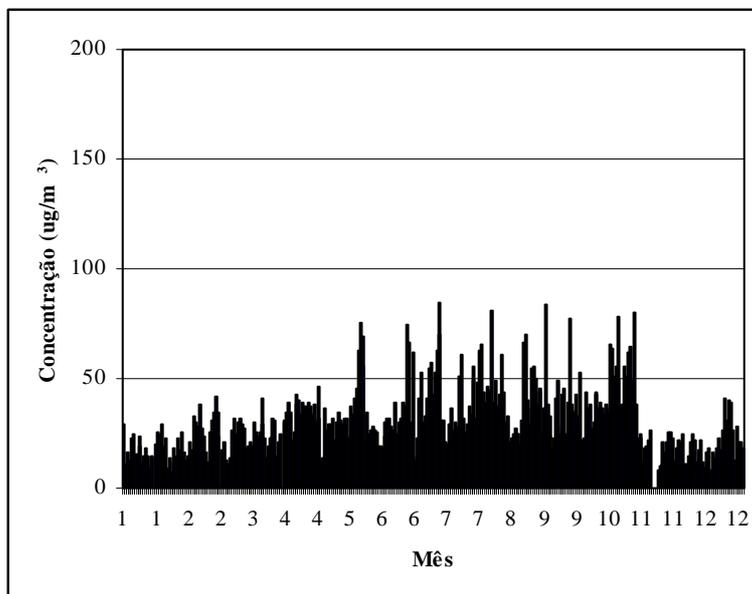


Figura 3.6: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Petrovale, Betim, 2005

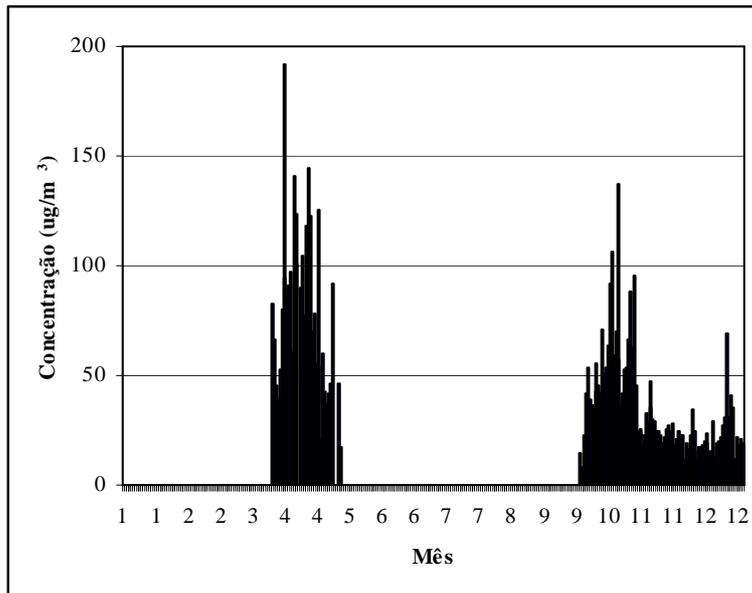


Figura 3.7: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Safran, Betim, 2005

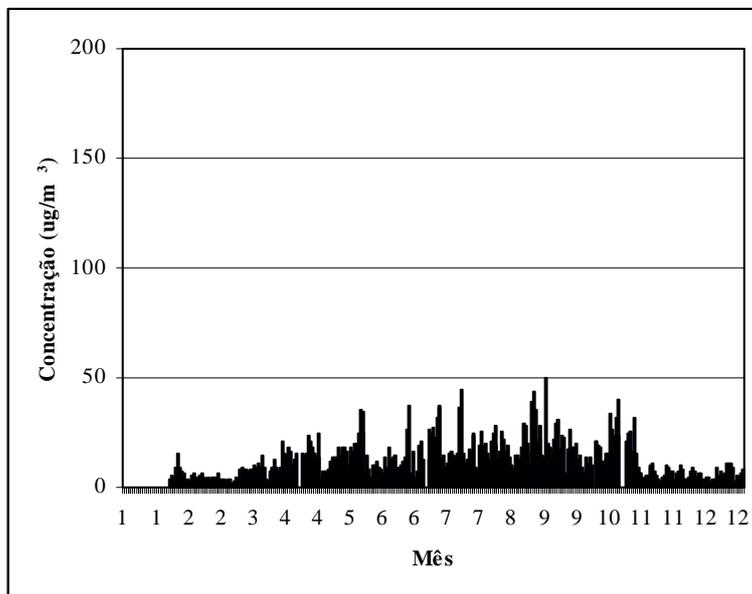


Figura 3.8: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Cascata, Ibirité, 2005

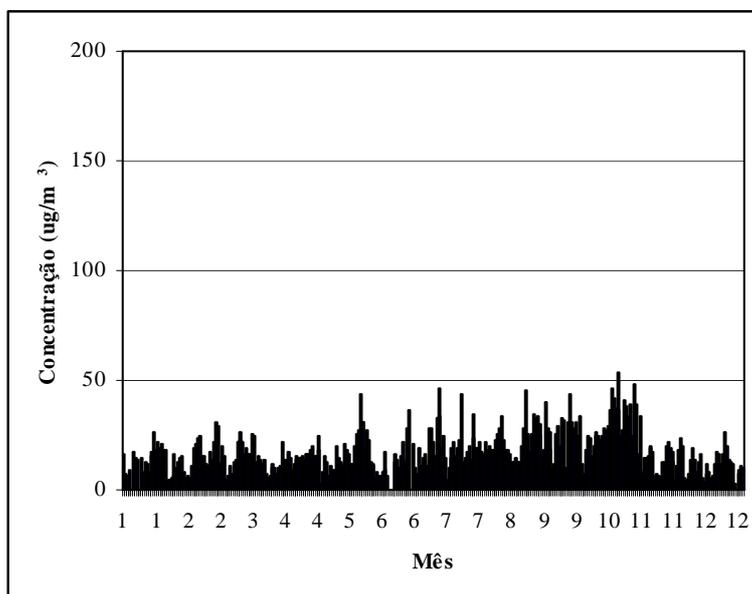


Figura 3.9: Concentração Média Diária de Partículas Inaláveis (PM-10), Estação Ibiritermo, Ibirité, 2005

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 2005. 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 2005. Essas médias anuais: $21,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Praça Rui Barbosa, $14,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Av. Amazonas e $16,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 2005 pela Estação Praça Rui Barbosa situaram-se entre $3,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $19,4\mu\text{g}/\text{m}^3$, pela Estação Av. Amazonas entre $2,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $12,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ e pela Estação Aeroporto entre 0 e $14,1\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos foram registrados nos dia 18 de outubro para Estação Praça Rui Barbosa e Av. Amazonas e 18 de junho 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 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	3,0	19,4	67,8	21,5	10,86	16
	Av. Amazonas	2,2	12,7	39,6	14,3	7,43	69
	Aeroporto Carlos Prates	0	14,1	65,2	16,1	10,05	32
Contagem	DNER	8,0	38,5	117,6	40,4	17,33	41
Betim	B. Jardim das Alterosas	14,9	31,8	133,4	40,9*	25,86	275
	Petrovale	4,0	28,5	84,6	30,8	15,18	7
	Safran	7,1	35,8	191,8	46,8*	34,19	233
Ibirité	Cascata	1,9	11,1	50,4	13,0	8,68	39
	Ibiritermo	3,0	15,8	53,2	17,6	9,25	9

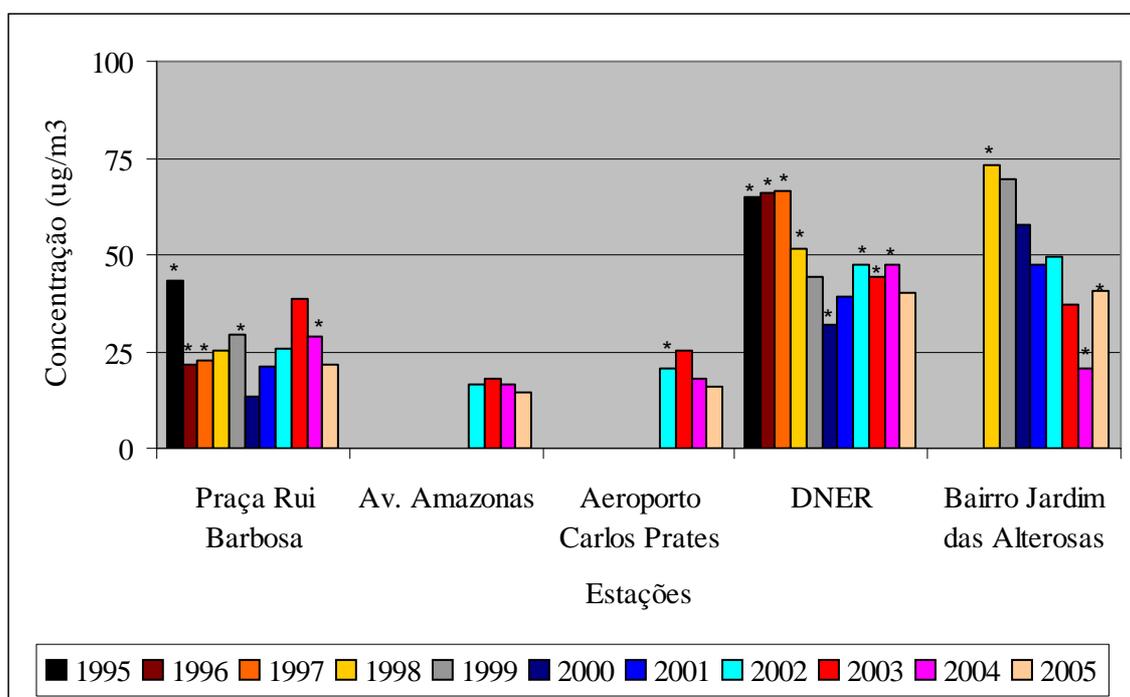
Nota: * indica que a média não é representativa

A Estação DNER de Contagem obteve média anual representativa com $40,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que não ultrapassou o padrão anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90. Cinquenta porcentagem das concentrações obtidas pela esta estação situaram-se entre $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $38,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O Máximo foi registrado no dia 6 de julho.

A Estação Bairro Jardim das Alterosas e Estação Safran de Betim não obtiveram média anual representativa. A Estação Petrovale obteve média anual representativa, $30,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que não ultrapassou o padrão anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90. Cinquenta porcentagem das concentrações obtidas pela esta estação situaram-se entre $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O Máximo foi registrado no dia 5 de julho.

As duas estações de Ibirité, Cascata e Ibiritermo, obtiveram médias anuais representativas em 2005. Essas médias anuais 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 2005 pela Estação Cascata situaram-se entre $1,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $11,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ e pela Estação Ibiritermo entre $3,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $15,8\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos foram registrados nos dia 06 de setembro para Estação Cascata e 18 de outubro para Estação Ibiritermo.

A evolução das médias anuais de PM-10 de 1995 a 2005 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 1995-2005

As médias anuais da Praça Rui Barbosa obtidas para 1998; 2000; 2001; 2002, 2003 e 2005 correspondem a $25,0$; $13,2$; $21,3$; $25,6$; $38,9$ e $21,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. As médias anuais da Estação Amazonas obtidas para 2002, 2003, 2004 e 2005

correspondem a 16,5; 18,1; 16,5 e 14,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Na Estação Aeroporto Carlos Prates, as médias obtidas para o período 2002 a 2005, foram: 20,8; 25,3; 17,8; e 16,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 e 2005 puderam ser consideradas representativas e corresponderam a 44,3; 39,2; e 40,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 nos últimos anos.

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 (Petrovale e Safran) e Ibirité (Cascata e Ibiritermo) em 2005 estão apresentados nas Figuras 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 e 3.16 respectivamente. Essas concentrações são muito baixas em relação à concentração média diária permitida por Lei que corresponde a 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

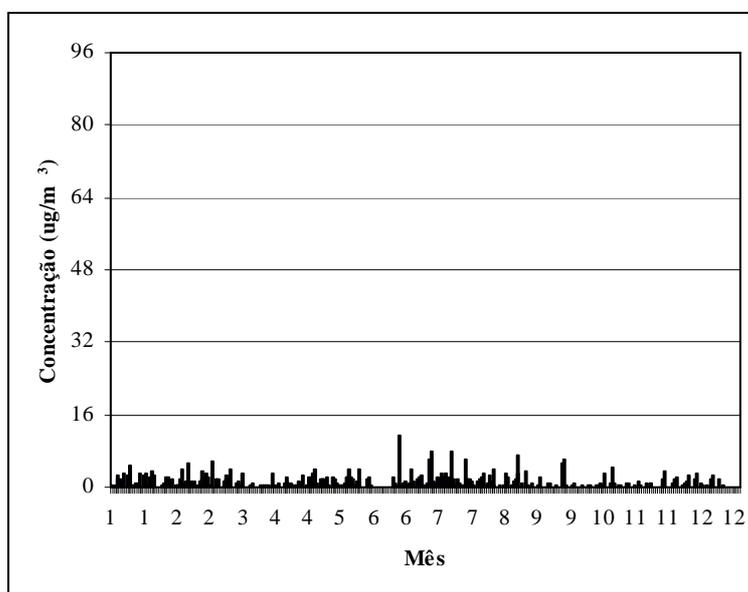


Figura 3.11: Concentração Média Diária de Dióxido de Enxofre, Estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2005

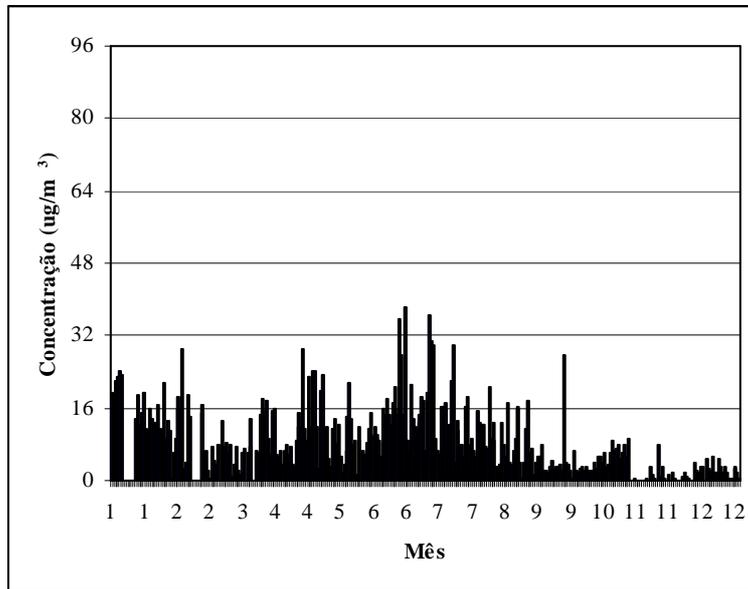


Figura 3.12: Concentração Média Diária de Dióxido de Enxofre, Estação DNER, Contagem, 2005

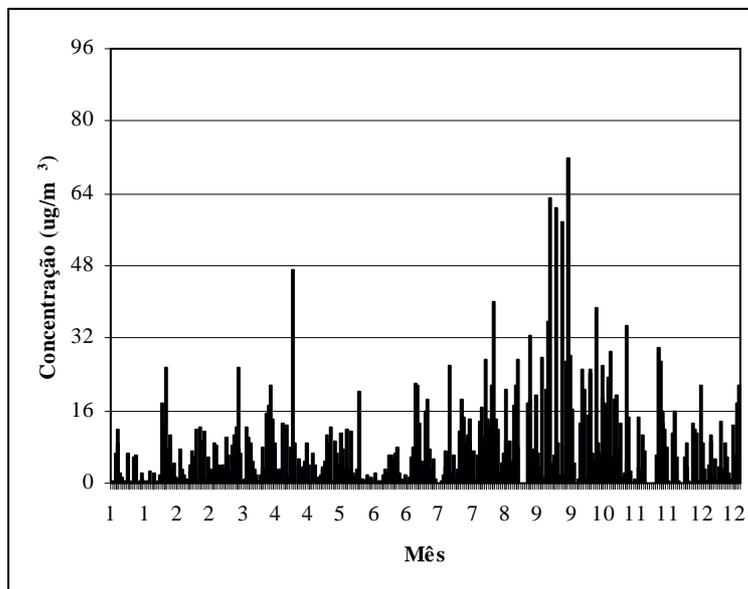


Figura 3.13: Concentração Média Diária de Dióxido de Enxofre, Estação Petrovale, Betim, 2005

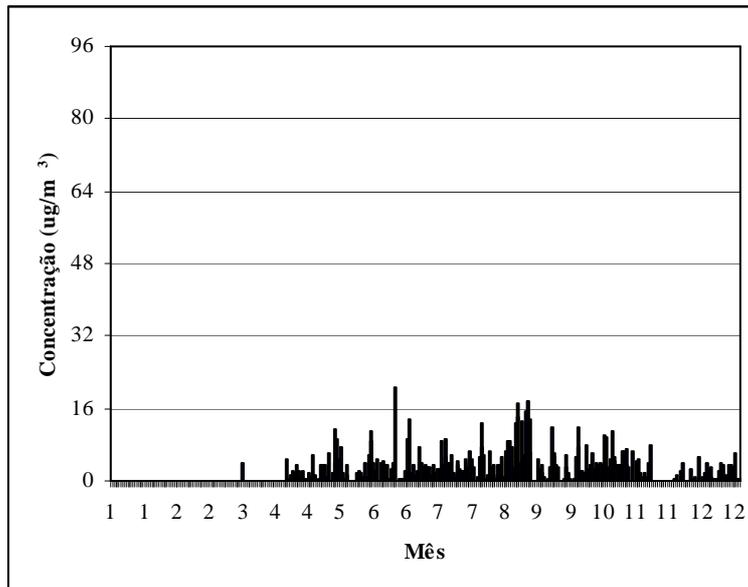


Figura 3.14: Concentração Média Diária de Dióxido de Enxofre, Estação Safran, Betim, 2005

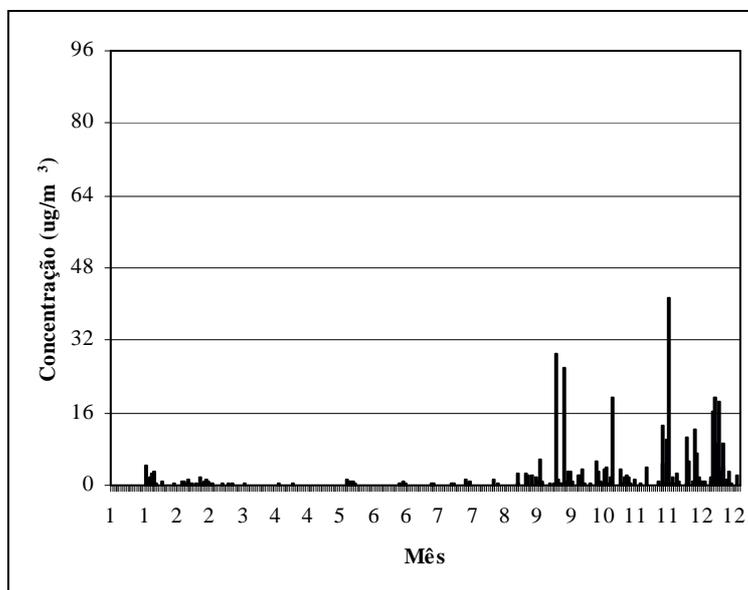


Figura 3.15: Concentração Média Diária de Dióxido de Enxofre, Estação Cascata, Ibirité, 2005

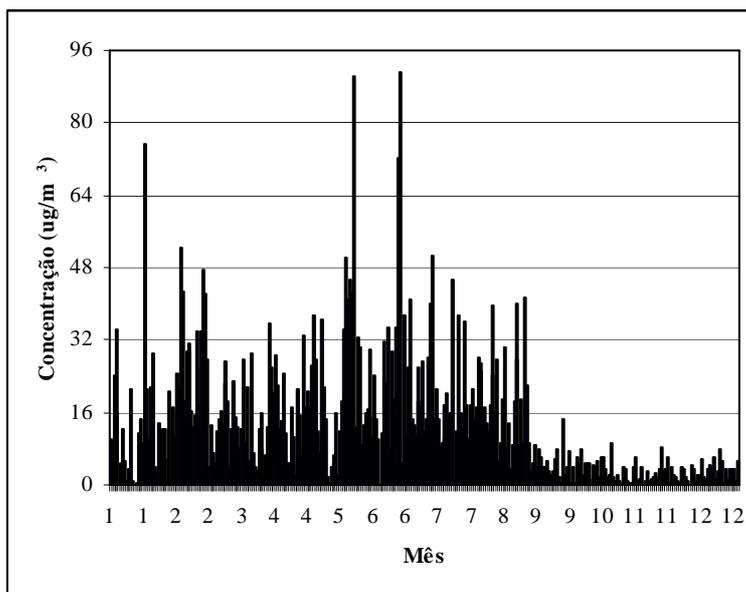


Figura 3.16: Concentração Média Diária de Dióxido de Enxofre, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2005

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 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0	0,5	11,5	1,1	1,49	3
Contagem	DNER	0	6,5	38,4	8,4	7,32	20
Betim	Petrovale	0	5,2	71,6	8,3	9,99	8
	Safran	0	2,9	20,6	3,7*	3,58	125
Ibirité	Cascata	0	0	41,3	1,2	3,98	29
	Ibiritermo	0	9,0	91,2	13,1	13,74	3

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

A concentração média anual de SO₂ em 2005 é igual a 1,1; 8,4; 8,3; 1,2 e 13,1 µg/m³ para Estação Praça Rui Barbosa; DNER; Petrovale; Cascata e Ibiritermo respectivamente. A média anual da Estação Safran não pôde ser considerada representativa.

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, Petrovale e Safran) e Ibirité (Cascata e Ibiritermo) em 2005 estão apresentados nas Figuras 3.17; 3.18; 3.19; 3.20; 3.21 e 3.22, respectivamente. Com exceção das concentrações registradas pela Estação Ibiritermo, as concentrações diárias não ultrapassaram o limite de 9 ppm permitidos pela Resolução CONAMA 03/90 como pode ser visualizado nessas figuras.

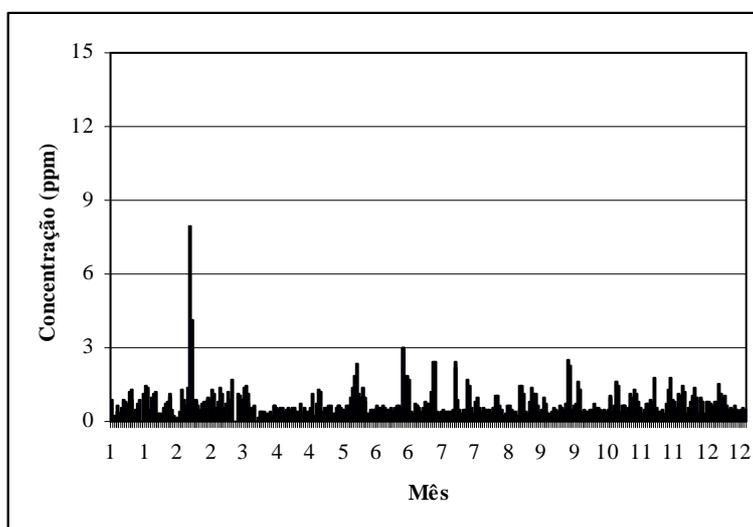


Figura 3.17: Concentração Diária de Monóxido de Carbono, Estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2005

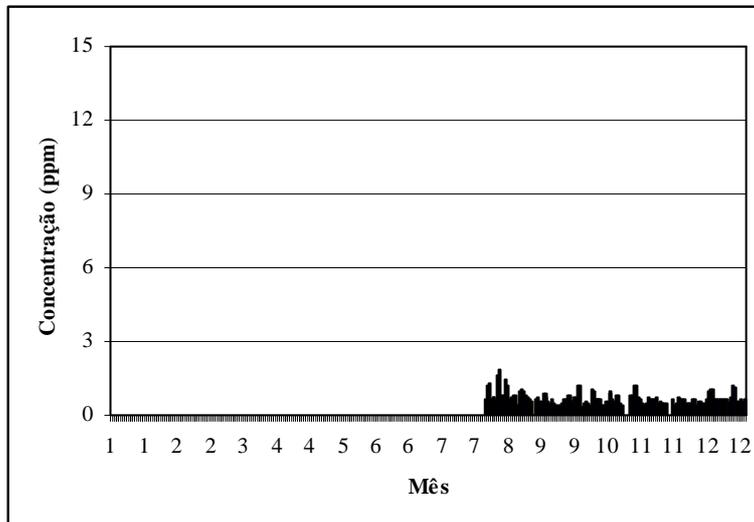


Figura 3.18: Concentração Diária de Monóxido de Carbono, Estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2005

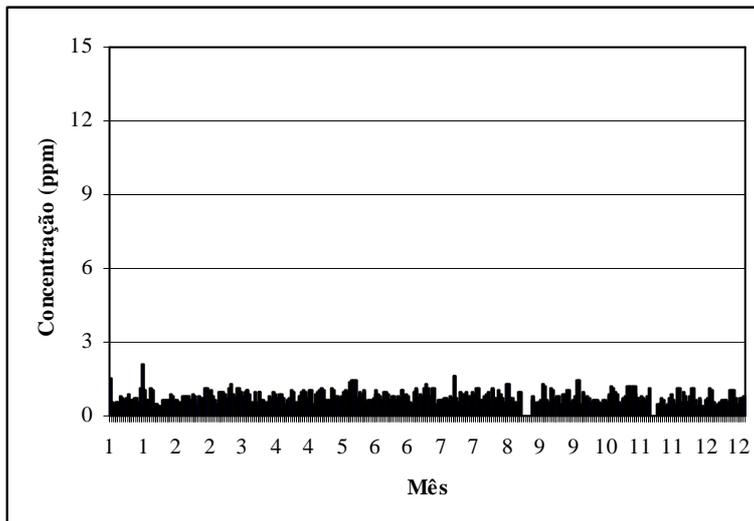


Figura 3.19 Concentração Diária de Monóxido de Carbono, Estação Petrovale, Betim, 2005

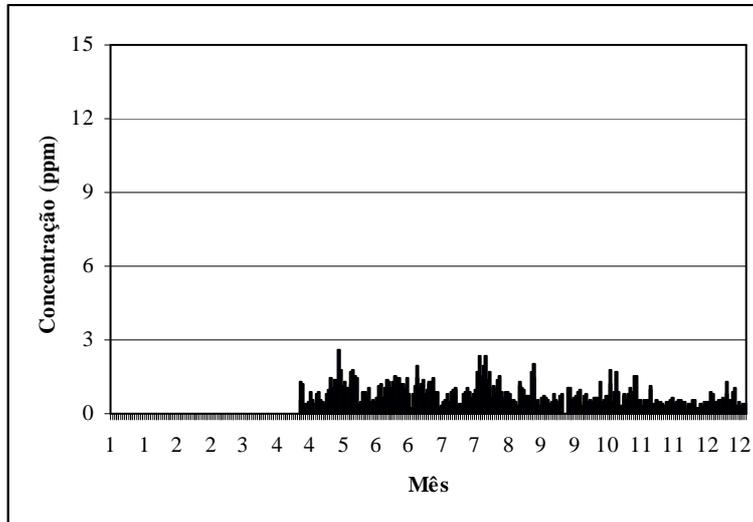


Figura 3.20 Concentração Diária de Monóxido de Carbono, Estação Safran, Betim, 2005

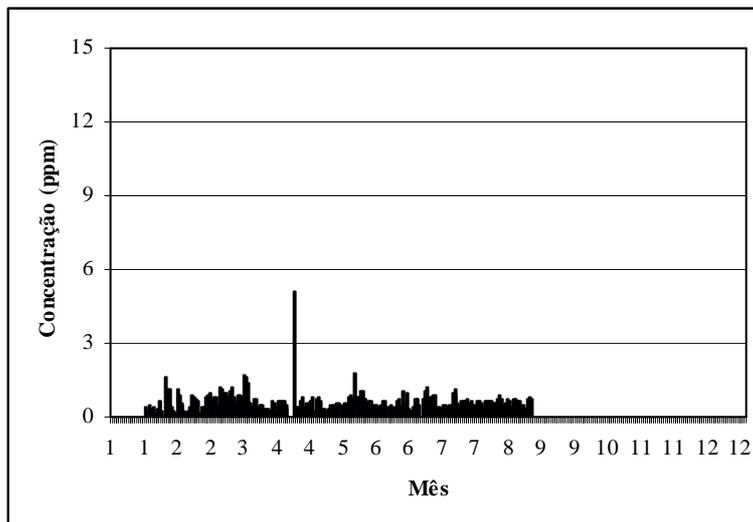


Figura 3.21 Concentração Diária de Monóxido de Carbono, Estação Cascata, Ibirité, 2005

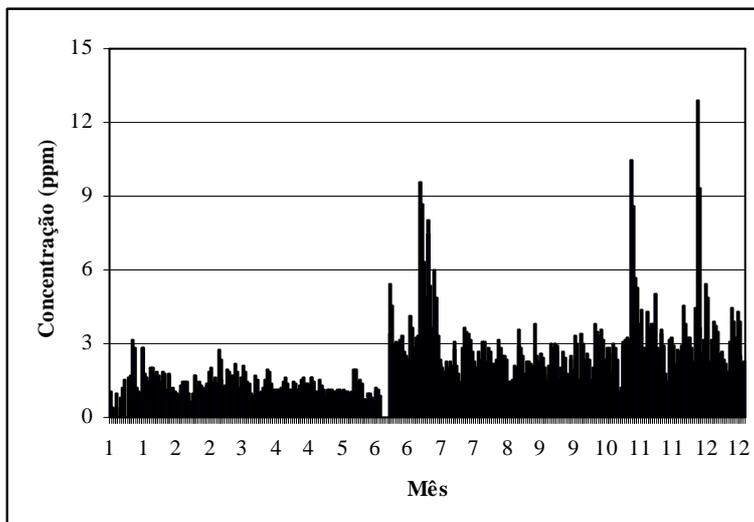


Figura 3.22 Concentração Diária de Monóxido de Carbono, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2005

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

Tabela 3.3: Estatísticas Descritivas para as Concentrações de Monóxido de Carbono (ppm) na RMBH em 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,18	0,59	7,95	0,77	0,62	7
Betim	B. Jardim das Alterosas	0,30	0,64	1,85	0,69*	0,25	223
	Petrovale	0,30	0,77	2,11	0,81	0,25	11
	Safran	0,18	0,73	2,59	0,83*	0,44	111
Ibirité	Cascata	0,14	0,58	5,13	0,64*	0,41	149
	Ibiritermo	0,33	2,05	12,9	2,37	1,52	6

Nota: * indica que a média não é representativa

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 para as estações de Praça Rui Barbosa ; DNER; Petrovale; Safran, Cascata e Ibiritermo em 2005 estão apresentados na Figura 3.23 a 3.28 respectivamente.

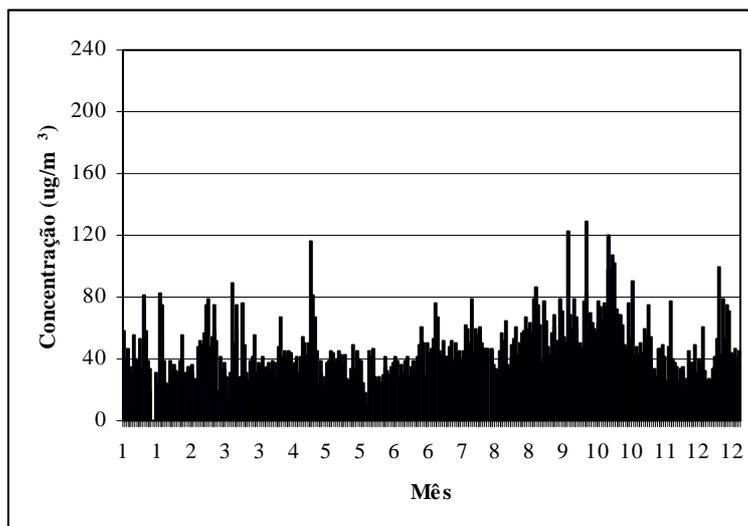


Figura 3.23: Concentração Diária de Ozônio, Estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte, 2005

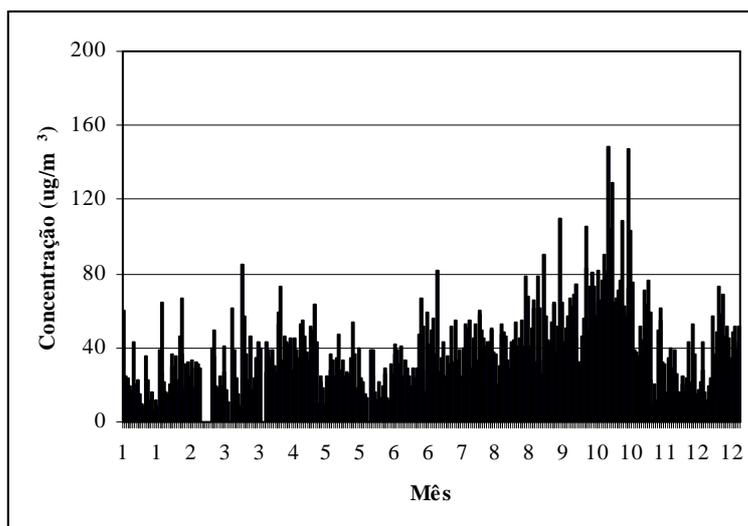


Figura 3.24: Concentração Diária de Ozônio, Estação DNER, Contagem, 2005

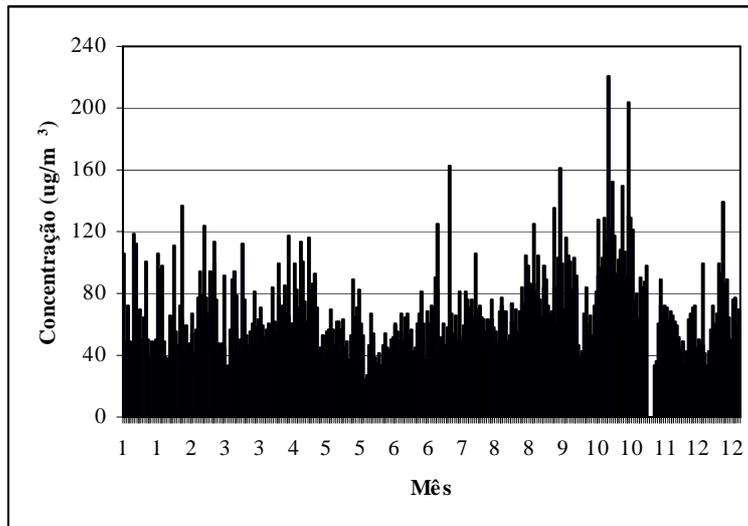


Figura 3.25: Concentração Diária de Ozônio, Estação Petrovale, Betim, 2005

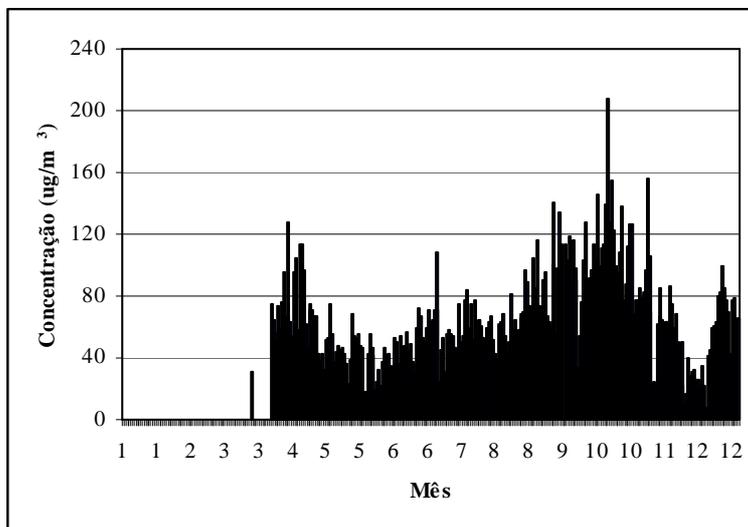


Figura 3.26: Concentração Diária de Ozônio, Estação Safran, Betim, 2005

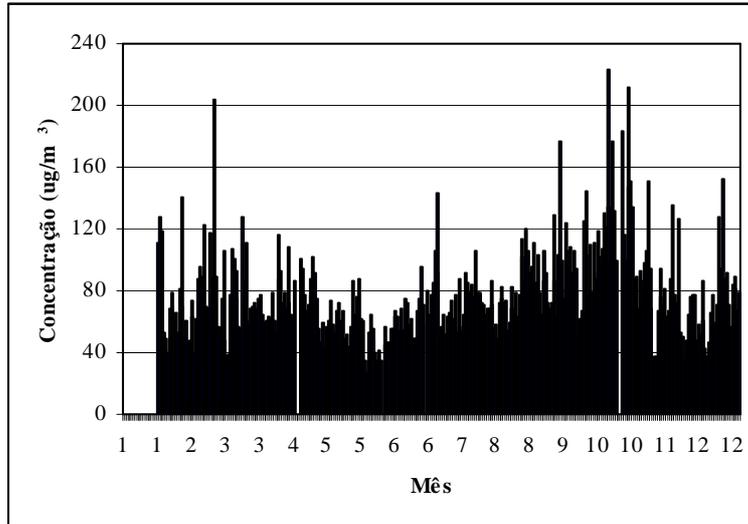


Figura 3.27: Concentração Diária de Ozônio, Estação Cascata, Ibirité, 2005

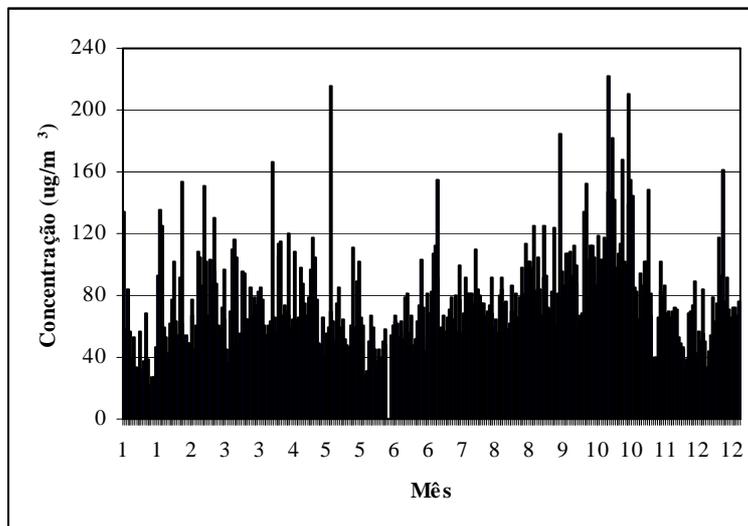


Figura 3.28: Concentração Diária de Ozônio, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2005

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 Petrovale e Safran em Betim, estações Cascata e Ibiritermo em Ibirité.

Tabela 3.4: Estatísticas Descritivas para as Concentrações de Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na RMBH em 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	10,2	43,1	128,9	46,9	18,33	5
Contagem	DNER	5,9	36,8	148,9	40,3	21,89	11
Betim	Petrovale	21,6	65,0	220,4	70,2	26,93	4
	Safran	8,2	60,7	207,3	65,6*	30,50	90
Ibirité	Cascata	25,9	72,1	223,4	77,9	29,38	29
	Ibiritermo	19,6	71,8	221,8	77,8	30,95	3

Nota: * indica que a média não é representativa

Para a Estação Praça Rui Barbosa, a maior concentração diária, $128,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorreu em 1º de outubro, e a segunda maior concentração, $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorreu em 21 de setembro. Não houve ultrapassagem do limite permitido pela Resolução CONAMA 03/90 que é de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Em Contagem, a maior concentração diária registrada pela Estação DNER, $148,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorreu em 15 de outubro, e a segunda maior concentração, $147,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorreu em 26 de outubro. Não houve ultrapassagem do limite permitido de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

As concentrações maiores que $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registradas pela Estação Petrovale ($163 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $161,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $220,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $203,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreram nos dias 13 de julho, 16 de setembro, 15 e 26 de outubro, respectivamente. Para a Estação Safran, o máximo de $207,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

foi registrado em 15 de outubro e a segunda maior concentração ($156,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em 7 de novembro.

Em Ibitaré, a Estação Cascata registrou 6 concentrações superiores a $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($203,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $176,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $223,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $176,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $183,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $212 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreram nos dias 24 de fevereiro, 16 de setembro, 15, 17, 23 e 26 de outubro, respectivamente. Para a Estação Ibiritermo, as 8 maiores concentrações ($166,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $215,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $184,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $221,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $181,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $168,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $210,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $160,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foram registradas em 30 de março, 4 de maio, 16 de setembro, 15, 17, 23 e 26 de outubro e 21 de dezembro, respectivamente.

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 3.29 a 3.33 apresentam as concentrações diárias registradas pelas estações Praça Rui Barbosa, Petrovale, Safran, Cascata e Ibiritermo.

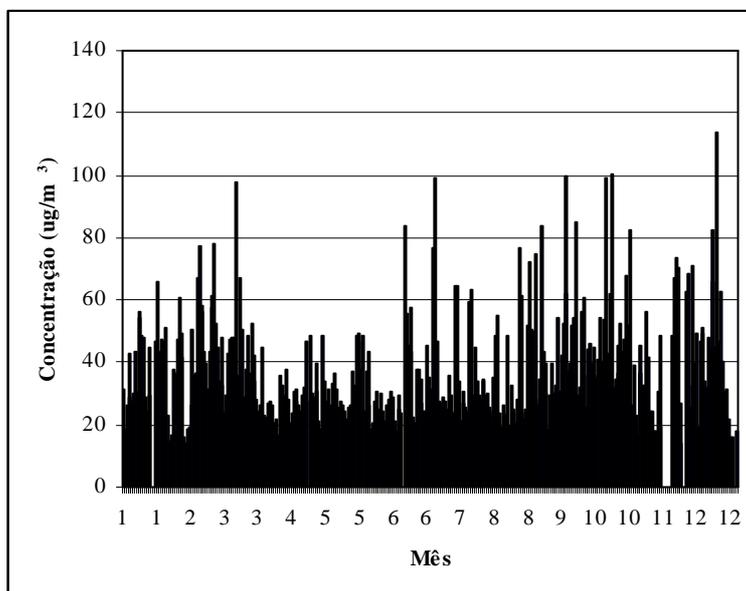


Figura 3.29: Concentração Diária de Dióxido de Nitrogênio, Estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2005

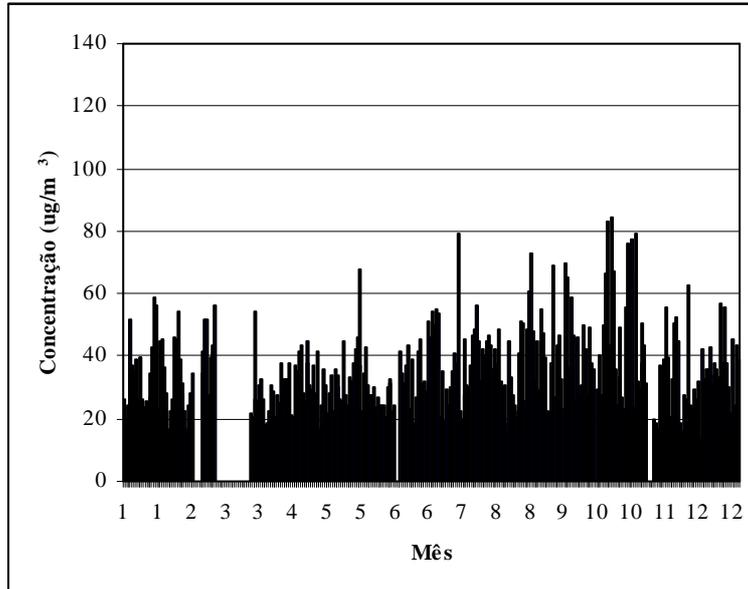


Figura 3.30: Concentração Diária de Dióxido de Nitrogênio, Estação Petrovale, Betim, 2005

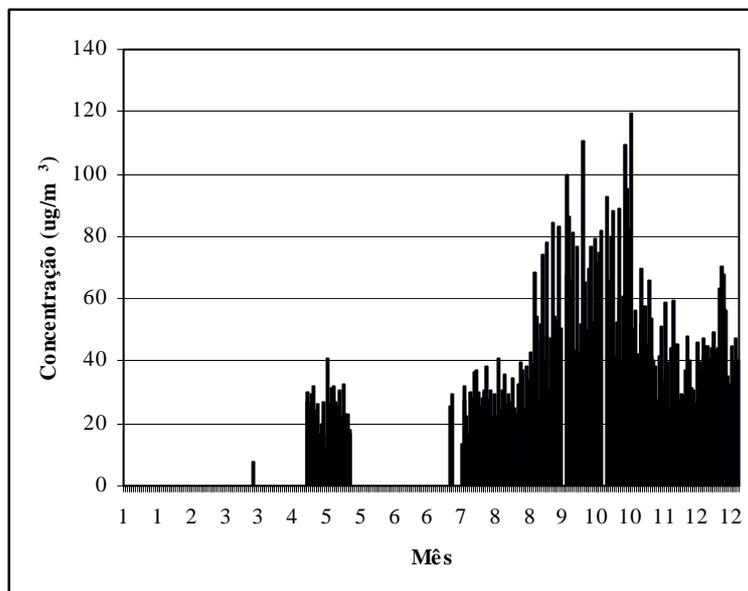


Figura 3.31: Concentração Diária de Dióxido de Nitrogênio, Estação Safran, Betim, 2005

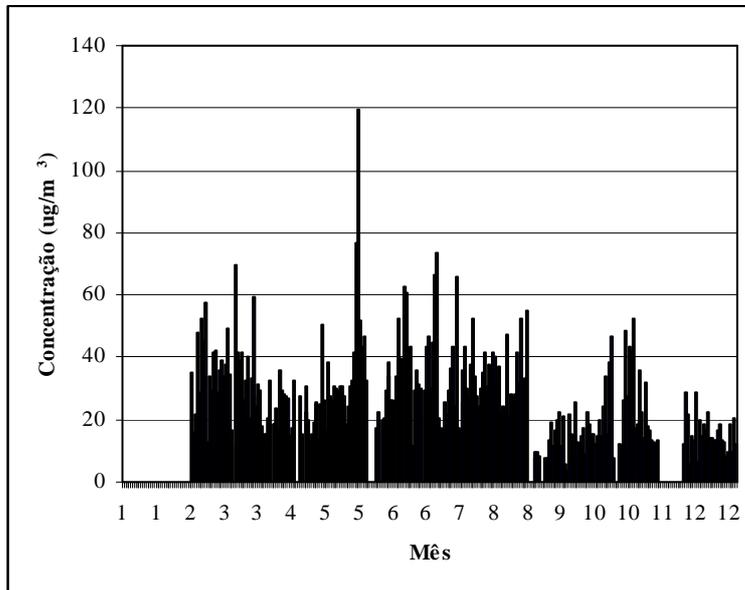


Figura 3.32: Concentração Diária de Dióxido de Nitrogênio, Estação Cascata, Ibirité, 2005

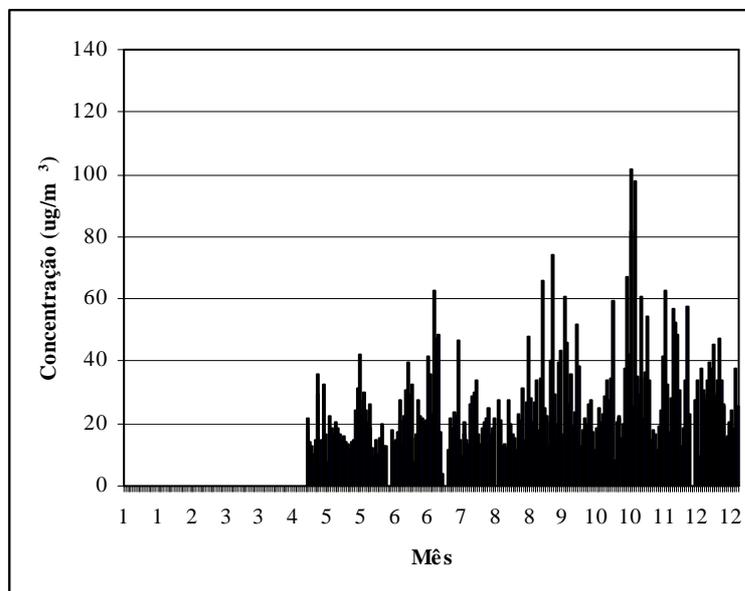


Figura 3.33: Concentração Diária de Dióxido de Nitrogênio, Estação Ibiritermo, Ibirité, 2005

A Tabela 3.5 apresenta as estatísticas descritivas para as concentrações máximas diárias de dióxido de nitrogênio registradas pela Estação Praça Rui Barbosa em Belo Horizonte, estações Petrovale e Safran em Betim, estações 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 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	14,1	32,9	113,6	37,9	17,24	14
Betim	Petrovale	7,9	32,3	84,5	34,9	13,51	33
	Safran	7,9	40,4	119,8	43,7*	20,80	175
Ibirité	Cascata	1,88	24,0	119,2	26,4	14,69	78
	Ibiritermo	0	21,6	101,4	25,2*	15,04	116

Nota: * indica que a média não é representativa

Apenas três estações 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. As concentrações diárias registradas pela Estação Praça Rui Barbosa variaram de $14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $113,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A maior concentração diária registrada pela Estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte é superior à maior concentração diária registrada pela Estação Petrovale e bem próxima da maior concentração registrada pela Estação Cascata, situadas nos municípios de Betim e Ibirité, respectivamente.

3.2. Classes de Qualidade do Ar

A Tabela 3.6 apresenta a distribuição das classes de qualidade do ar para cada uma das cinco estações.

Tabela 3.6: Distribuição Percentual das Classes de Qualidade do Ar na RMBH em 2005

Município	Estação	Classes de Qualidade do Ar			
		Boa	Regula	Inadequada	Omissos (%)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	92,3	6,9	0	0,8
	Av. Amazonas	81,1	0	0	18,9
	Aeroporto Carlos Prates	90,1	1,1	0	8,8
Contagem	DNER	73,7	23,3	0	3,0
Betim	B. Jardim das Alterosas	32,3	7,1	0	60,6
	Petrovale	66,6	31,2	1,1	1,1
	Safran	50,1	24,7	0,5	24,7
Ibirité	Cascata	58,9	31,5	1,6	8,0
	Ibiritermo	57,5	38,4	3,3	0,8

Nota: As porcentagens foram calculadas em relação aos 365 dias de cada ano. As porcentagens obtidas para Av. Amazonas e Aeroporto Carlos Prates referem-se apenas ao parâmetro PM-10.

As estações Bairro Jardim das Alterosas em Contagem e Safran em Betim apresentaram altas frequências de dias sem medição da qualidade do ar, 60,6% e 24,7%, respectivamente. Para as demais estações, a frequência de dias em que a qualidade do ar foi classificada como boa variou de 57,5% a 92,3%.

Dentre os 25 dias cujas concentrações registradas pela Estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte classificaram a qualidade do ar como Regular, 9 desses dias obtiveram classificação Regular devido exclusivamente ao poluente Partículas Inaláveis e 13 devido ao poluente Ozônio; os outros 3 dias foram classificados como Regular devido aos poluentes Monóxido de Carbono (CO), Ozônio e Dióxido de Nitrogênio conjuntamente

(O₃+NO₂), Partículas Inaláveis, Ozônio e Dióxido de Nitrogênio conjuntamente (PM₁₀+O₃+NO₂).

Para a Estação DNER, as 85 classificações da qualidade do ar como Regular, 69 delas devem-se ao poluente Partículas Inaláveis (PM₁₀), 10 devem-se ao poluente Ozônio (O₃) e 6 devem-se aos poluentes Partículas Inaláveis e Ozônio conjuntamente (PM₁₀+O₃).

Em Betim, todas as 26 classificações de qualidade do ar como Regular obtidas pela Estação Bairro Jardim das Alterosas devem-se ao poluente Partículas Inaláveis (PM₁₀). Para a Estação Petrovale, dentre os 114 dias classificados como Regular, 17 devem-se ao poluente Partículas Inaláveis, 78 ao Ozônio e 19 aos poluentes Partículas Inaláveis e Ozônio conjuntamente (PM₁₀+O₃). A classe Inadequada foi atingida 4 vezes devido ao poluente Ozônio (O₃), sendo que em dois desses dias, a classe obtida em função do poluente Partículas Inaláveis foi Regular. Para a Estação Safran, dentre os 90 dias classificados como Regular, 20 dessas classificações devem-se ao poluente Partículas Inaláveis (PM₁₀) e 43 ao poluente Ozônio (O₃); os demais 27 dias foram classificados como Regular devido a mais de um poluente: 24 dias (PM₁₀+O₃), 1 dia (O₃+NO₂), 2 dias (PM₁₀+O₃+NO₂). Nessa estação, houve registro de 2 dias com classificação Inadequada, um dia devido ao poluente Partículas Inaláveis e outro devido ao poluente Ozônio (nesse dia, a classe em função do poluente Partículas Inaláveis foi Regular).

A Estação Cascata em Ibirité registrou 115 dias como Regular. Grande parte dessas classificações (112 dias) foi devida exclusivamente ao poluente Ozônio (O₃); nos outros 3 dias, as classificações devem-se a mais de um poluente: PM₁₀+O₃, CO+O₃, O₃+NO₂. Houve 6 dias cuja qualidade do ar foi classificada como Inadequada devido ao poluente Ozônio. Para a Estação Ibiritermo, 140 dias obtiveram classificação Regular: 119 deles devido ao Ozônio (O₃), 8 dias (CO), 1 (SO₂), 9 dias (CO+O₃), 1 dia (PM₁₀+O₃), 1 dia (SO₂+O₃), 1 dia (CO+O₃+NO₂). A classe Inadequada foi atingida 12 vezes, 8 delas devido ao poluente Ozônio e 4 devido ao Monóxido de Carbono (em dois desses dias a classe segundo o poluente Ozônio foi Regular).

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 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,4	1,2	2,3	1,2	0,32	32
	Av. Amazonas	0,7	1,4	2,6	1,4	0,33	54
	Aeroporto Carlos Prates	1,1	2,8	5,0	2,8	0,78	55
Contagem	DNER	0,7	1,5	2,9	1,5	0,34	17
Betim	Petrovale	0,4	1,1	2,8	1,2	0,48	4
Ibirité	Cascata	0,4	1,3	5,0	1,7*	1,14	133

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

Apenas a média anual da Estação Cascata não foi representativa. As médias das estações Praça Rui Barbosa, Av. Amazonas, Aeroporto Carlos Prates, DNER e Petrovale corresponderam a 1,2 m/s, 1,4 m/s, 2,8 m/s, 1,5 m/s e 1,2 m/s, respectivamente. A região da Estação Aeroporto Carlos Prates apresenta uma tendência de velocidade de vento

maior que a região da Av. Amazonas e Praça Rui Barbosa, ambas situadas em Belo Horizonte.

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 direções predominantes de vento para a Estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte foi direção Sudeste e Sul com 66,3% e 18,4%, respectivamente. Para as estações Av. Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, as medições não foram consideradas válidas.

Para a Estação DNER de Contagem, a direção predominante foi Nordeste, com 66,3%. A segunda direção predominante foi Leste com 14%.

Para as estações Bairro Jardim das Alterosas, Petrovale e Safran a porcentagem de dias em que não houve medição da direção de vento atingiu 100%. Para as estações Cascata e Ibiritermo, essa porcentagem correspondeu a 97,8% e 77,3%, respectivamente, impossibilitando, assim, a identificação da direção predominante.

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 e Betim. As estações Praça Rui Barbosa, Av. Amazonas, Aeroporto Carlos Prates, DNER e Petrovale apresentaram médias anuais representativas.

Os menores valores de temperatura média diária registradas pelas estações Praça Rui Barbosa, Av. Amazonas, Aeroporto, DNER ocorreram no dia 9 de julho. Para as estações Petrovale e Cascata, os menores valores ocorreram em 10 de outubro. Com exceção das estações Petrovale e Cascata, as três menores temperaturas do ano foram registradas no

período de 8 a 10 de julho. Para as estações Petrovale e Cascata, as três menores temperaturas foram registradas no período de 9 a 10 de julho.

Tabela 3.8: Estatísticas Descritivas para a Temperatura do Ar (°C) na RMBH em 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	17,2	24,2	31,1	24,1	2,57	17
	Av. Amazonas	12,9	19,8	26,2	19,8	2,30	45
	Aeroporto Carlos Prates	14,6	21,1	28,1	21,3	2,25	55
Contagem	DNER	17,0	23,9	30,4	23,8	2,31	17
Betim	Petrovale	13,6	20,8	26,7	20,6	2,35	4
Ibirité	Cascata	12,8	20,7	31,8	20,8*	3,69	142

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

O dia mais quente registrado por cada estação ocorreu no mês de outubro; a única exceção foi a Estação Cascata cujo equipamento estava fora de operação no referido mês.

Para a Estação Cascata, os dias mais quentes, 31,1°C e 31,8°C, foram registrados em 30 e 31 de agosto. Para as demais estações os dias mais quentes foram registrados no período de 14 a 18 de outubro: Praça Rui Barbosa (18 de outubro), Av. Amazonas (15 de outubro), Aeroporto Carlos Prates (15 e 18 de outubro), DNER (15 de outubro), Petrovale (17 de outubro).

Percebe-se que as temperaturas registradas pelas estações Praça Rui Barbosa e DNER tendem a ser mais altas que as temperaturas registradas pelas demais estações. Esses registros estão coerentes com a ocupação urbana dessas áreas, uma vez que as regiões

ao redor dessas estações apresentam um menor cobertura vegetal ou afluentes líquidos que possam contribuir para a redução dos focos de calor.

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 (%) na RMBH em 2005

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio Padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	35,6	69,6	96,7	70,1	10,36	17
	Av. Amazonas	41,1	74,9	98,3	75,3	10,27	45
	Aeroporto Carlos Prates	42,1	78,1	98,4	78,1	10,55	55
Contagem	DNER	38,5	72,4	99,2	72,8	10,58	17
Betim	Petrovale	31,6	78,5	99,3	77,9	12,56	4
Ibirité	Cascata	60,5	79,7	100	80,6*	8,07	120

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

As três menores médias diárias de umidade relativa do ar foram registradas por cada estação no período de 13 a 18 de outubro; a única exceção deve-se a Estação Cascata cujo equipamento estava inoperante nesse período.

Para a Estação Cascata, a menor média foi obtida em 9 de julho. Para as estações Praça Rui Barbosa, Av. Amazonas, Aeroporto Carlos Prates, DNER e Petrovale, as menores médias foram obtidas nos dias: 17, 17, 18, 18 e 17 de outubro, respectivamente.

Nos meses de agosto e outubro, foram registradas médias horárias de umidade relativa do ar menores que 20%, sendo que, no mês de outubro, essa ocorrência foi mais intensa.

Em 18 de outubro, a Estação Praça Rui Barbosa registrou 5 horas seguidas de médias horárias de umidade menores que 20% no período de 13 às 17 horas. Em 12 de outubro, há apenas uma média horária menor 20% (às 17 horas) e, em 17 de outubro, há três médias horárias menores que 20%, que ocorreram no período de 14 às 16 horas. Para a Estação Av. Amazonas, há apenas uma média horária menor que 20% nos dias 12 e 18 de outubro que ocorreram às 17 e 16 horas, respectivamente. Para a Estação Aeroporto Carlos Prates, não há registro de médias horárias menores que 20%. Para a Estação DNER, os dias 12 e 18 de outubro apresentaram médias horárias menores que 20%, às 17 horas e no período de 15 a 16 horas, respectivamente. Para a Estação Petrovale, foram observadas médias horárias menores que 20% nos dias: 23 de agosto (às 17 horas), 29 de agosto (de 16 às 17 horas), 31 de agosto (às 16 horas), 12 de outubro (de 16 às 18 horas), 17 de outubro (de 13 às 18 horas), 18 de outubro (de 13 às 18 horas).

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 atmosféricas. Portanto, as comparações entre municípios devem ser vistas mais como tendências do que diferenças reais entre os mesmos.

O Projeto de Rede Otimizada de Monitoramento Atmosférico para a RMBH (FEAM, 2003) identificou a necessidade de 15 estações para o eixo Belo Horizonte-Contagem-Betim para retratar a qualidade do ar da RMBH que abriga uma população de mais de 4,2 milhões de habitantes, mais de 1 milhão de veículos (leves e pesados) e um parque industrial grande e diversificado. Segundo esse estudo, as estações Praça Rui Barbosa (Belo Horizonte), Av. Amazonas (Belo Horizonte), Aeroporto Carlos Prates (Belo Horizonte), DNER (Contagem), Bairro Jardim das Alterosas (Betim), Petrovale (Betim) e Safran (Betim) apresentam boa cobertura para as regiões em que estão localizadas.

Dentre os resultados do monitoramento de 2005, deve-se destacar a frequência cada vez mais alta do poluente ozônio na determinação da qualidade do ar como Regular em todos os municípios em que esse poluente é monitorado. As concentrações de partículas inaláveis apresentam uma tendência de queda nos últimos anos; enquanto que os poluentes dióxido de enxofre e monóxido de carbono, praticamente, não determinam 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 e óxidos nítricos que, nos grandes centros urbanos, como Belo Horizonte, por exemplo, têm como principais fontes de emissão os veículos automotores.

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 a 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. 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, 1997 a 2003) foram: 72%, 85%, 45% e 16%, respectivamente (FEAM, 2005).

Esses resultados indicam a necessidade de investimento tanto na implantação da inspeção veicular quanto 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, da 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. 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 <www.mma.gov.br> Acesso em: 02 de julho de 2002.
3. DUTRA, E.G. et al. **Emissão de gases poluentes por veículos leves a gasolina na atmosfera de Belo Horizonte**. IN: Seminário Tecnológico de Motores, Combustíveis e Emissões. Belo Horizonte, 2004. (Disponível em CD-ROM)
4. FEAM. Licenciamento ambiental: coletânea de legislação. Fundação Estadual do Meio Ambiente; Projeto Minas Ambiente. 2ª. Edição, ver. e aum. 2000, 438p.
5. 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. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2003. 517 p. (Projeto desenvolvido pela ECOSOFT conjuntamente com a FEAM).
6. FEAM. Projeto inspeção veicular: capacitação e avaliação inicial. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2005. 92p.
7. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 de julho de 2002.
8. INDI. Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. Disponível em <<http://indi.mg.gov.br>>. Acesso em 07 de julho de 1996.
9. LIU, B.W.Y., MORAIS, F.M.B. e Silveira, I.L. **Monitoração da Qualidade do Ar no eixo Belo Horizonte – Contagem – Betim**. Rede Automática de Três Estações (Parceria COPAM/FEAM/REGAP). Relatório Anual. Belo Horizonte. FEAM. 1996.

10. LIU, B.W.Y.; SANTI, A.M.M. e FIORAVANTE, E.F. **Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte**: Eixo Belo Horizonte – Contagem - Betim (1997 e 1998). Relatório Técnico. Belo Horizonte, FEAM. 1999. 39p.

11. USEPA. United States Government. Electronic Code of Federal Regulations, Title 40 - Protection of Environment. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em 07 de julho de 2000.

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Técnicos: Beverly Wen Yuh Liu
Edwan Fernandes Fioravante
Elisete Gomides Dutra
Isis Laponez da Silveira
Miriam Regina Cardoso de Oliveira

Bolsista FAPEMIG: Adriano César Júnior

Telefone: (031) 3298-6445

Fax: (031) 3298-6363