

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

**Monitoramento da Qualidade do Ar na
Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2007**

Belo Horizonte – Julho/2008

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 2007. / Fundação Estadual do Meio Ambiente. -- Belo Horizonte: FEAM, 2008. 47p. : il., mapas

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

CDU: 614.71

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

Relatório Técnico

Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2007

FEAM-GESAR-RT-5/2008

Julho/2008

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
Álvaro Martins Júnior
Antônio Alves dos Reis
Edwan Fernandes Fioravante
Elisete Gomides Dutra

-
- **FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM**
José Cláudio Junqueira Ribeiro – Presidente
 - **DIRETORIA DE QUALIDADE E GESTÃO AMBIENTAL**
Zuleika Stela Chiacchio Torqueti
 - **GERÊNCIA DE GESTÃO DA QUALIDADE DO AR**
Elisete Gomides Dutra
 - **DIRETORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**
Paulo Eduardo Fernandes de Almeida
 - **DIRETORIA DE MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL**
Angelina Maria Lanna de Moraes

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se neste relatório os resultados do monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte obtidos pela Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar em 2007.

feam

**FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE**

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	4
2.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO	4
2.2 MÉTODOS DE MEDIÇÃO	7
2.3 PADRÕES DE QUALIDADE DO AR	10
2.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DE AR (IQA)	12
2.5 CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS DE POLUIÇÃO DO AR.....	13
3. RESULTADOS.....	15
3.1. CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	15
3.1.1 PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM10)	15
3.1.2 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂)	22
3.1.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	25
3.1.4 OZÔNIO (O ₃)	29
3.1.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO ₂).....	33
3.2. CLASSES DE QUALIDADE DO AR.....	37
3.3. DADOS METEOROLÓGICOS.....	38
3.3.1 VELOCIDADE DE VENTO	38
3.3.2 DIREÇÃO DE VENTO.....	39
3.3.3 TEMPERATURA DO AR	40
3.3.4 UMIDADE RELATIVA DO AR	41
4. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

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 de Minas Gerais. Belo Horizonte, Contagem e Betim tem 2.412.937, 608.650 e 415.098 habitantes, respectivamente (IBGE, 2007).

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

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

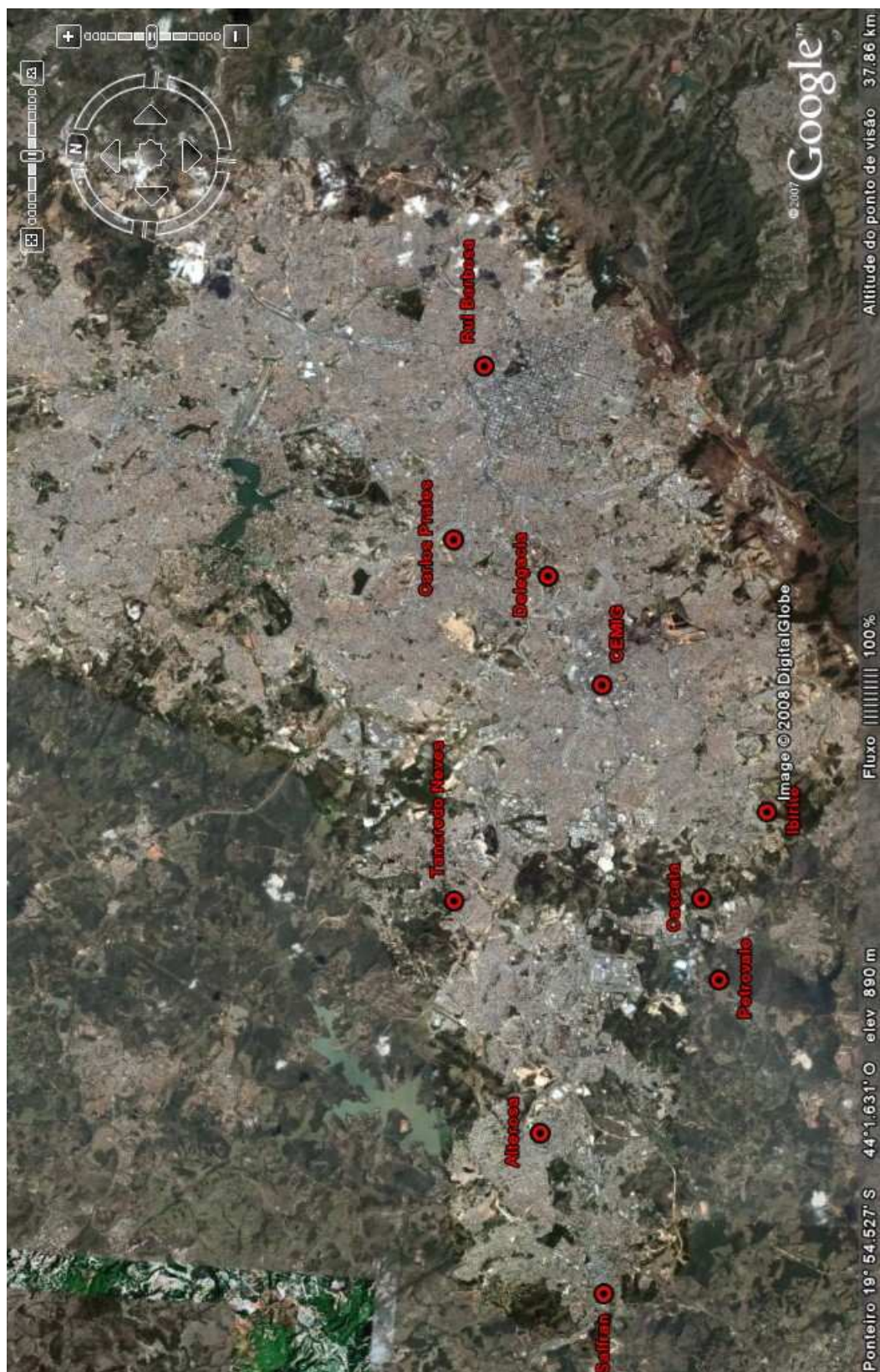


Figura 1.1: Locais das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar da Região Metropolitana de Belo Horizonte

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

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

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

Os poluentes monitorados são Partículas Inaláveis (PM10), Dióxido de Enxofre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O₃) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x) além de parâmetros meteorológicos: velocidade e direção de vento, temperatura e umidade relativa do ar e precipitação. A distribuição dos parâmetros para cada estação está apresentada no Quadro 1.1.

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

Município	Local	Parâmetros monitorados							
		PM10	SO ₂	O ₃	CO	NO ₂	Met	P	Instalação
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	X	X	X	X	X	X		PETROBRAS abr/95
	Aeroporto Carlos Prates	X					X		MANNESMANN fev/02
	Avenida Amazonas	X					X		MANNESMANN fev/02
Contagem	DNER ¹	X	X	X			X		PETROBRAS abr/95
	Praça Tancredo Neves	X		X	X	X	X	X	FIAT/FEAM jul/06
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	X		X	X		X		PETROBRAS mar/98
	Saffran	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: PM10-Partículas Inaláveis; SO₂-Dióxido de Enxofre; O₃-Ozônio; CO-Monóxido de Carbono; NO₂-Dióxido de Nitrogênio; Met-Direção e Velocidade de Vento, Temperatura e Umidade Relativa do Ar; P-Precipitação (chuva).

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

2. METODOLOGIA

2.1 Localização das Estações Automáticas de Monitoramento

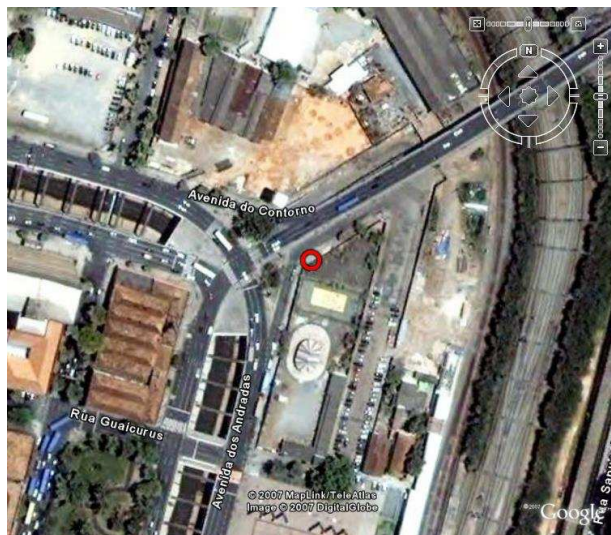
Uma das estações de Belo Horizonte está localizada na praça Rui Barbosa em terreno da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, onde funciona como Centro de Referência Cultural da Criança e do Adolescente, ao lado da confluência entre o viaduto da Floresta e a avenida dos Andradas. Essa região é caracterizada por fluxo intenso de automóveis e ônibus urbanos e abriga linha de trem ferroviário e metrô sendo, por isso, influenciada predominantemente pela poluição de origem veicular. As outras duas estações estão situadas na avenida Amazonas (Delegacia de Entorpecentes) e no aeroporto Carlos Prates (Figura 2.1).

A estação DNER está instalada na avenida Babita Camargo, em área externa do Polícia Federal Rodoviária (PFR), antigamente denominada de DNER ou DNIT, em local próximo à praça da CEMIG. Essa região é circundada por diversas unidades industriais, além de concentrar fluxo intenso de veículos leves e pesados. É, portanto, uma região sob

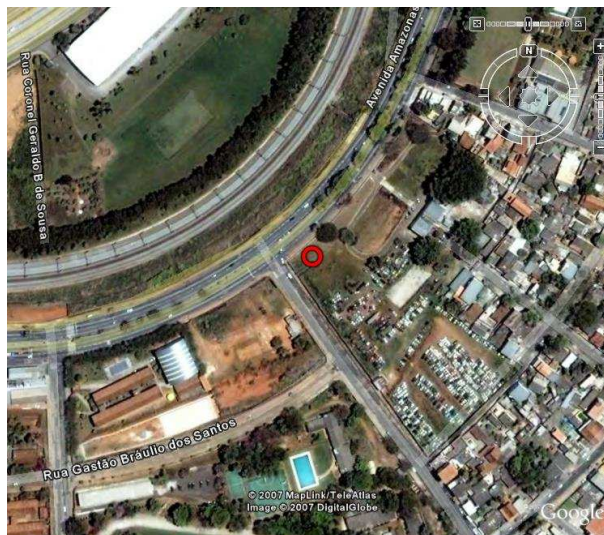
influência da poluição de origem industrial e veicular. A estação Praça Tancreto Neves está localizada no terreno da Prefeitura de Contagem (Figura 2.2), que apresenta uma menor influência da poluição de origem veicular, quando comparada com a região próxima à praça da Cemig. Devido às construções e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

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

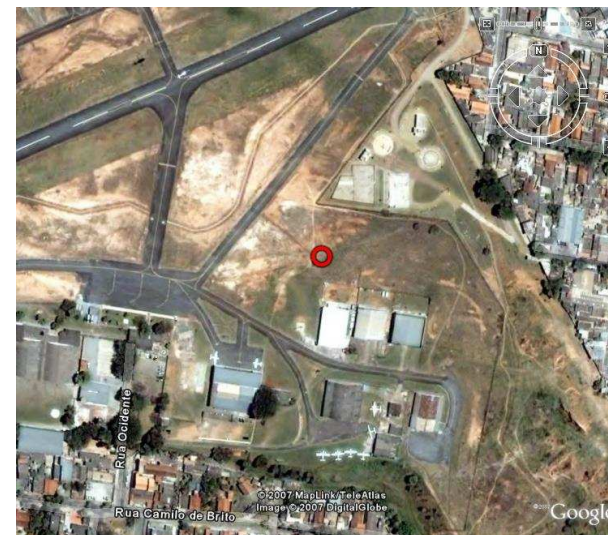
As estações Bairro Cascata e Ibiritermo estão localizadas no município de Ibirité. A estação Bairro Cascata está situada na Escola Estadual José Rodrigues Betim (Rua Padre Eustáquio, número 881), próxima a PETROBRAS/REGAP. A estação Ibiritermo está situada no terreno da Associação de Pais e Amigos dos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



Estação Praça Rui Barbosa

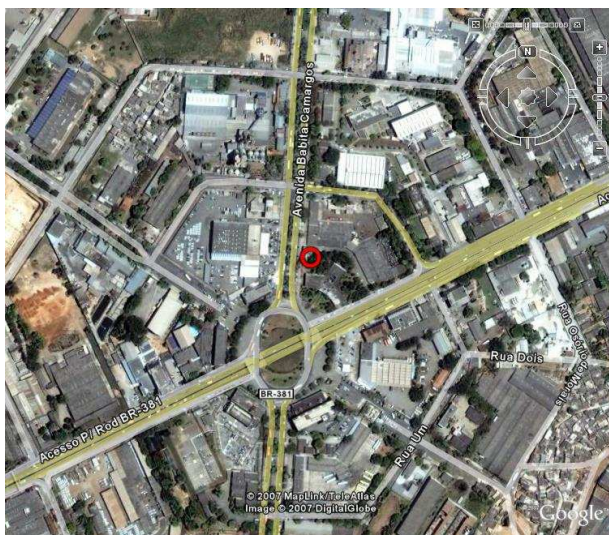


Estação Avenida Amazonas



Estação Aeroporto Carlos Prates

Figura 2.1 – Localização das estações em Belo Horizonte



Estação Praça da CEMIG



Estação Praça Tancredo Neves

Figura 2.2 – Localização das estações em Contagem

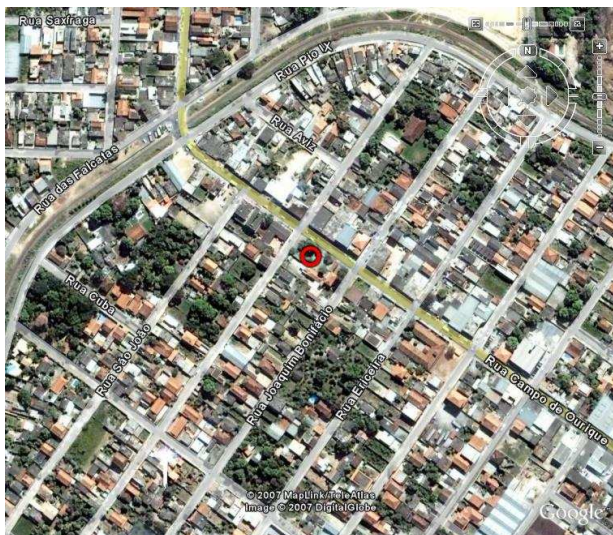
2.2 Métodos de Medição

- **Dados de concentração de poluentes**

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

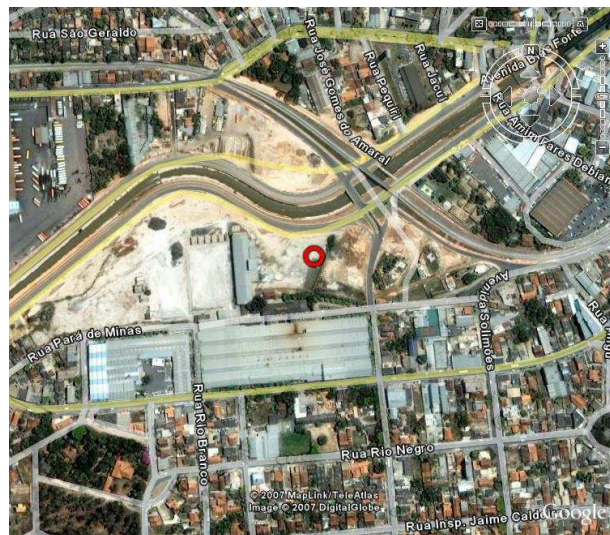
O método empregado para determinar a concentração de Dióxido de Enxofre (SO_2) no ar atmosférico é o da Fluorescência por Radiação Ultravioleta (UV), cujo princípio baseia-se na excitação da molécula de SO_2 por UV. O analisador (modelo AF21M) funciona em regime contínuo, medindo a concentração de SO_2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

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

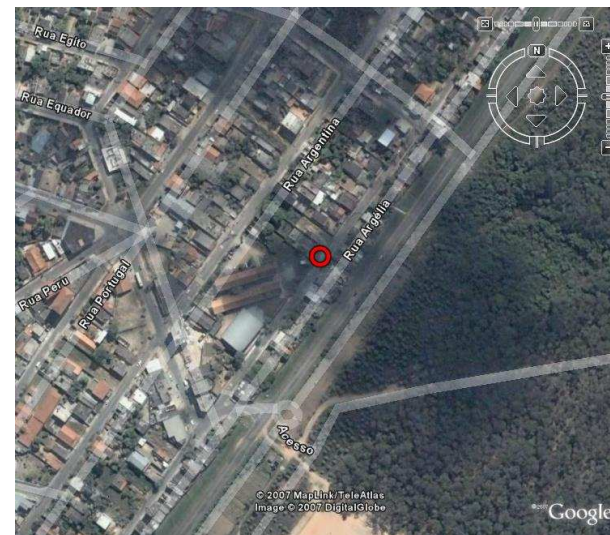


Estação Bairro Jardim das Alterosas

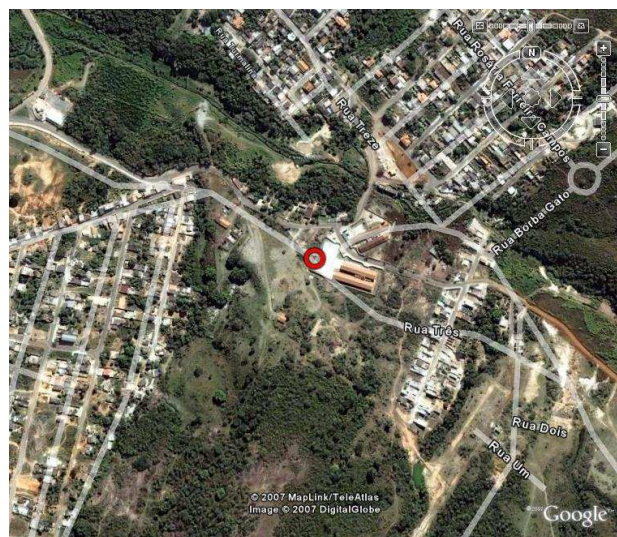
Figura 2.3 – Localização das estações em Betim



Estação Saffran

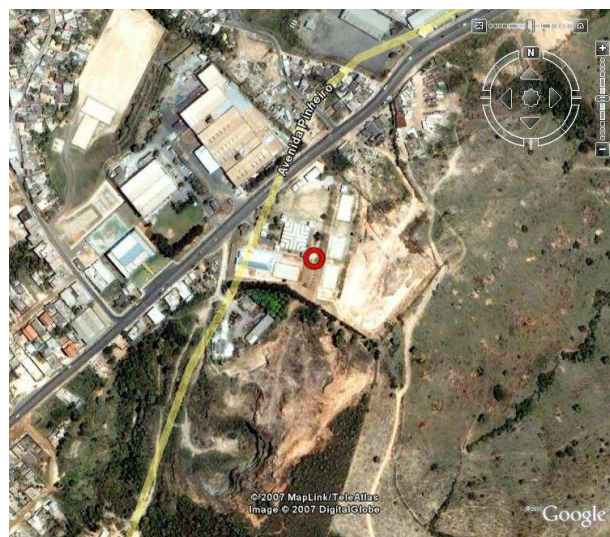


Estação Bairro Petrovale



Estação Bairro Cascata

Figura 2.4 – Localização das estações em Ibirité



Estação Ibiritermo

O Ozônio (O_3) é um poluente secundário – não é emitido pelas fontes, mas gerado por processos fotoquímicos. O princípio de funcionamento do analisador contínuo de ozônio (modelo O_341M) é fotométrico que mede a absorção de luz ultravioleta pelo ozônio. As concentrações de O_3 , medidas em partes por bilhão (ppb), são apresentadas como média de 15 minutos. A concentração média horária é calculada quando pelo menos 45 minutos (75%) apresentam resultados válidos. A máxima horária é utilizada como concentração do dia após a conversão da unidade de ppb para $\mu g/m^3$.

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

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

- **Configuração das estações automáticas**

As estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar são constituídas de cabines climatizadas onde estão instalados o monitor de PM_{10} e os analisadores de SO_2 , CO , O_3 , NO_x , os sensores meteorológicos, o sistema de aquisição e transmissão dos dados – “data logger” multicanal (modelo $SAM32A$), linha telefônica, modem e demais acessórios necessários à operação e ao funcionamento do sistema.

Três terminais, dois instalados na FEAM e um na PETROBRAS/REGAP, permitem a obtenção dos dados gerados, em tempo real, ou a recuperação de dados armazenados

no “data logger” instalado em cada cabine. O programa “Scanair” é empregado no gerenciamento da aquisição, no armazenamento e no processamento dos dados originados do “data logger” e dos analisadores. Esse sistema permite, além do acesso às informações em tempo real, a obtenção de médias de 15 min, 30 min, 1 hora, diárias, mensais e anuais dos dados de concentração de PM10, SO₂, CO, O₃, NO₂ e dos parâmetros meteorológicos na forma de gráficos e tabelas.

2.3 Padrões de Qualidade do Ar

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

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

- Os **padrões primários de qualidade do ar** são as concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população;
- Os **padrões secundários de qualidade do ar** são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente.

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

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

- **PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM₁₀)**

Padrão Primário e Secundário

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

- **DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂)**

Padrão Primário

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

Padrão Secundário

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

- **MONÓXIDO DE CARBONO (CO)**

Padrão Primário e Secundário

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

- **OZÔNIO (O₃)**

Padrão Primário e Secundário

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

- **DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO₂)**

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico do ar;
- Concentração média de 1 hora de 320 microgramas por metro cúbico de ar.

Padrão Secundário

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

2.4 Índices de Qualidade de Ar (IQA)

Com o objetivo de permitir uma informação precisa, rápida e facilmente compreendida sobre os níveis diários de qualidade do ar, de uma dada região, foram estabelecidos os **índices de qualidade do ar (IQA)**, em inglês, Pollutant Standards Index (PSI), desenvolvidos por United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2000).

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

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

2.5 Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar

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







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

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

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

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

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

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

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

Fonte: CETESB/FEAM

3. RESULTADOS

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

3.1. Concentrações de Poluentes Atmosféricos

São discutidos os resultados dos poluentes PM10 (8 estações), SO₂ (5 estações), CO (6 estações), O₃ (6 estações) e NO₂ (5 estações) obtidos em 2007 nas estações de monitoramento da qualidade do ar instaladas na RMBH.

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

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

3.1.1 Partículas Inaláveis (PM10)

As concentrações médias diárias de PM10 em 2007, obtidas nas estações da Região Metropolitana de Belo Horizonte estão apresentadas nas Figuras 3.1 a 3.8. Como pode ser visto nessas figuras, as concentrações médias diárias registradas pelas estações Praça Rui Barbosa; Avenida Amazonas; Aeroporto Carlos Prates; Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale; Bairro Cascata, Saffran e Ibiritermo foram inferiores a 150 µg/m³, conforme permitido por lei.

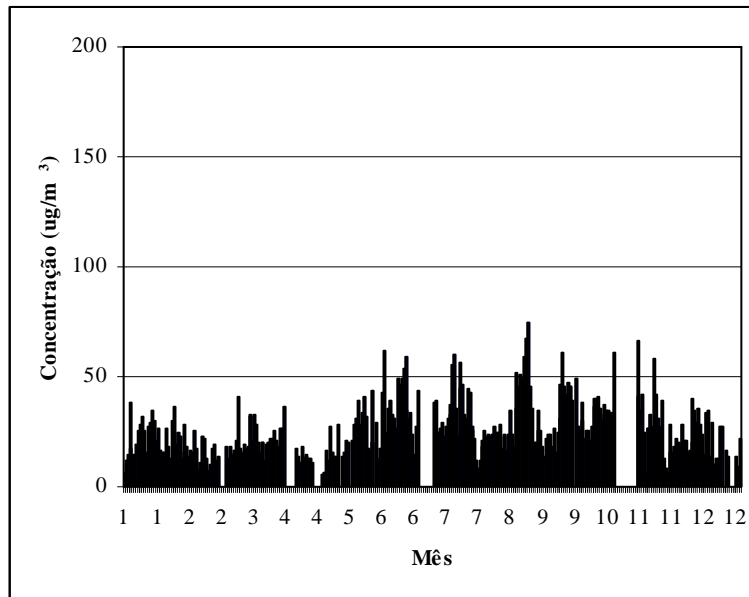


Figura 3.1: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2007

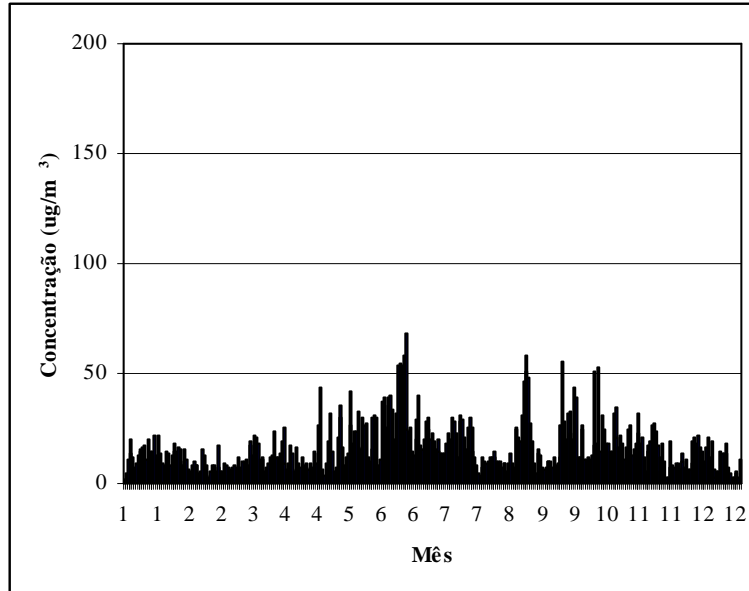


Figura 3.2: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Avenida Amazonas, Belo Horizonte, 2007

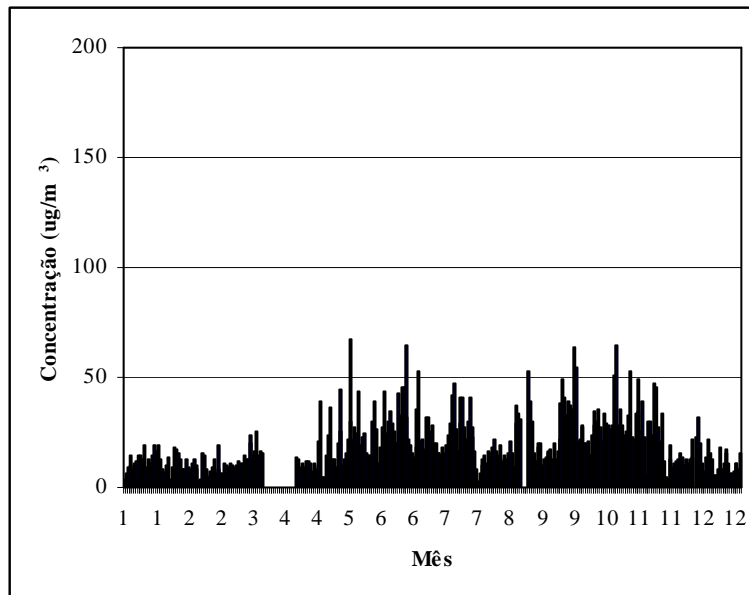


Figura 3.3: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Aeroporto Carlos Prates, Belo Horizonte, 2007

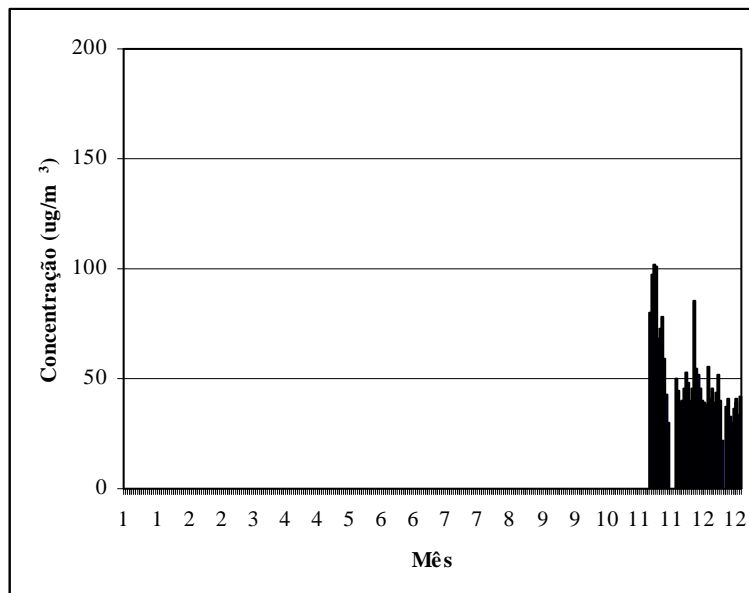


Figura 3.4: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2007

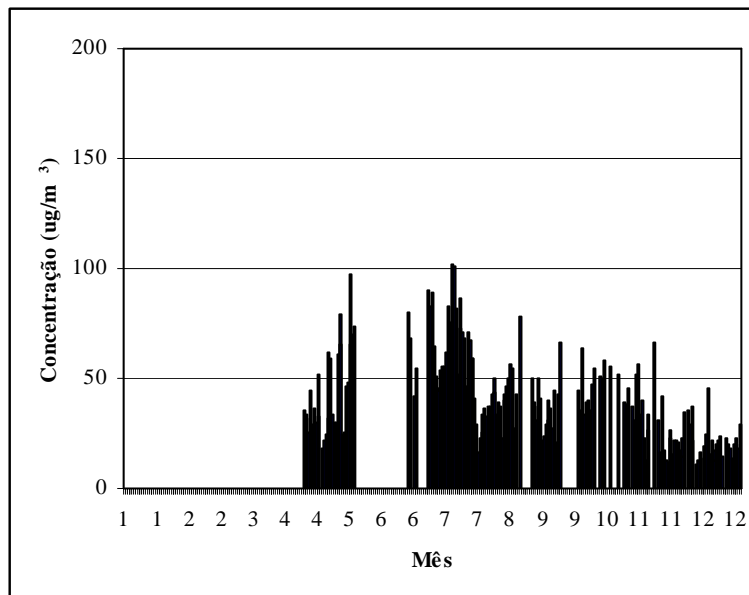


Figura 3.5: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Petrovale, Betim, 2007

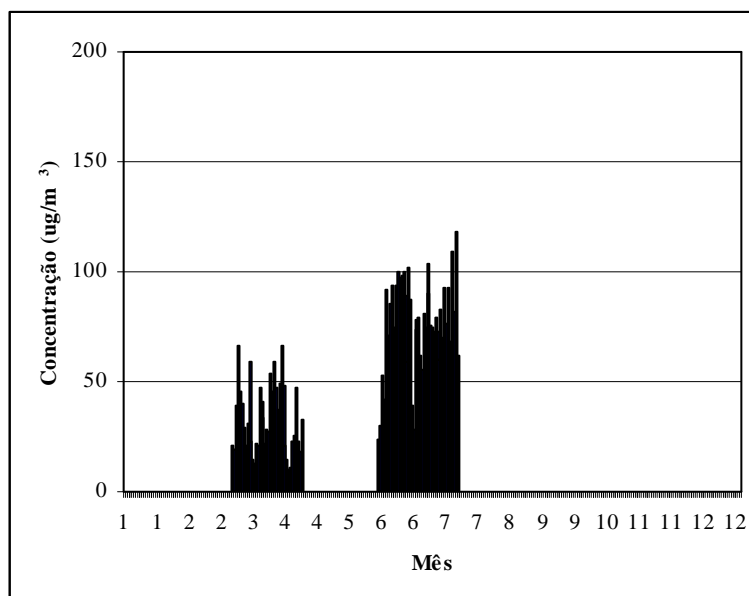


Figura 3.6: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Saffran, Betim, 2007

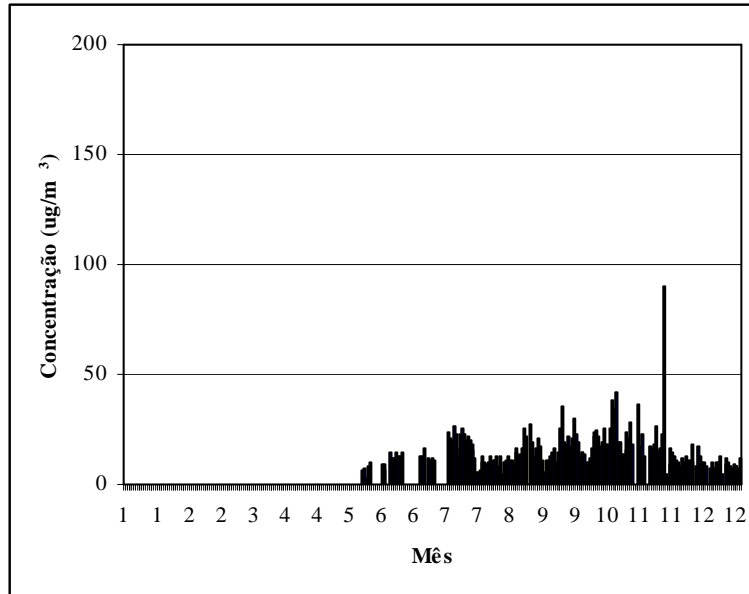


Figura 3.7: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Bairro Cascata, Ibirité, 2007

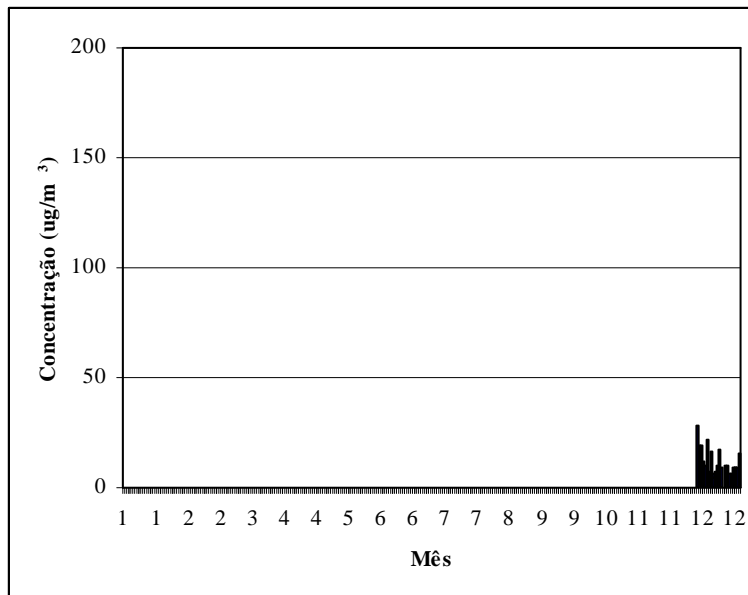


Figura 3.8: Concentração média diária de partículas inaláveis (PM10), estação Ibiritermo, Ibirité, 2007

A Tabela 3.1 apresenta as estatísticas descritivas para as séries anuais de concentração de PM10 nas estações Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2007. Essas estatísticas foram obtidas a partir das concentrações médias diárias de PM10 registradas pelas oito estações.

As três estações de Belo Horizonte: Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, obtiveram médias anuais representativas em 2007. Essas médias anuais: 26,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Praça Rui Barbosa, 16,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Avenida Amazonas e 19,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Aeroporto Carlos Prates não ultrapassaram o padrão anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) da Resolução CONAMA 03/90.

Tabela 3.1: Estatísticas descritivas para as concentrações de partículas inaláveis (PM10 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2007

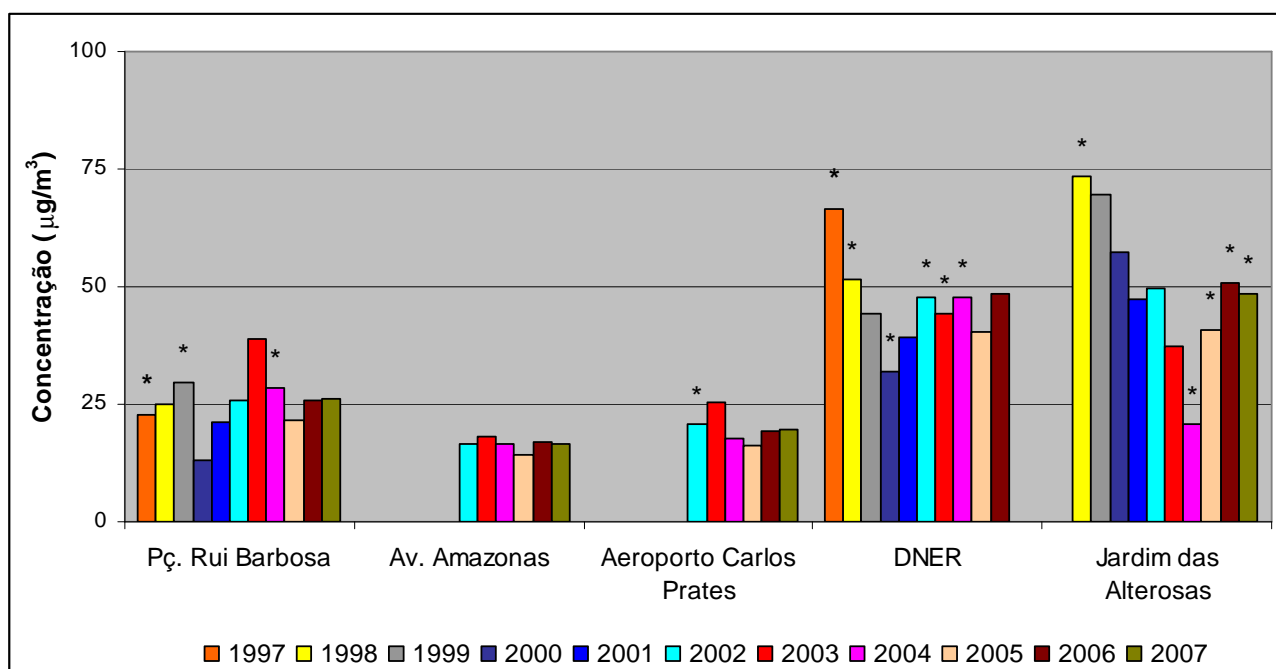
Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	4,5	24,0	74,4	26,1	12,52	52
	Avenida Amazonas	2,0	13,7	68,3	16,6	11,00	0
	Aeroporto Carlos Prates	2,6	16,2	67,0	19,8	12,03	25
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	21,8	42,4	101,9	48,5*	19,11	317
	Bairro Petrovale	10,5	37,3	102,0	41,0*	20,31	188
	Saffran	10,3	54,3	118,1	55,5*	28,44	275
Ibirité	Bairro Cascata	2,5	12,9	89,6	15,1*	8,72	180
	Ibiritermo	4,4	9,6	28,5	11,9*	5,98	342

Nota: * indica que a média não é representativa

Utilizando as estatísticas mínimo e mediana, pode-se afirmar que 50% das concentrações obtidas em 2007 pela estação Praça Rui Barbosa situaram-se entre 4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 24,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pela estação Avenida Amazonas entre 2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 13,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e pela estação

Aeroporto entre 2,6 e 16,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos foram registrados nos dia 28 de agosto para estação Praça Rui Barbosa, 16 de junho para estação Avenida Amazonas e 15 de maio para estação Aeroporto Carlos Prates. As estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale e Saffran, em Betim; bem como as estações Bairro Cascata e Ibiritermo não obtiveram média anual representativa.

A evolução das médias anuais de PM10 de 1997 a 2007, para as cinco estações mais antigas da rede de monitoramento da RMBH, está apresentada na Figura 3.10.



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

Figura 3.9: Médias Anuais da Concentração de Partículas Inaláveis (PM10) no período 1997-2007

Na Praça Rui Barbosa as médias anuais obtidas para 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2005; 2006 e 2007 correspondem a 25,0; 13,2; 21,3; 25,6; 38,9; 21,5; 25,9 e 26,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. As médias anuais da estação Avenida Amazonas obtidas para período 2002 a 2007 foram: 16,5; 18,1; 16,5; 14,3; 16,8 e 16,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Na estação Aeroporto Carlos Prates, as médias obtidas para o período 2002 a 2007, foram: 20,8; 25,3; 17,8; 16,1; 19,4 e 19,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Todas essas médias estão abaixo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que é o padrão anual permitido pela Lei. Para a estação DNER, as médias

anuais de PM10 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 PM10 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 PM10 na RMBH são decrescentes até ano 2005 e há ligeiro aumento até 2007.

3.1.2. Dióxido de Enxofre (SO₂)

Os dados de concentração média diária de SO₂ obtidos para as estações de Belo Horizonte (Praça Rui Barbosa), Betim (Bairro Petrovale e Saffran) e Ibirité (Bairro Cascata e Ibiritermo) em 2007 estão apresentados nas Figuras 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 e 3.14 respectivamente.

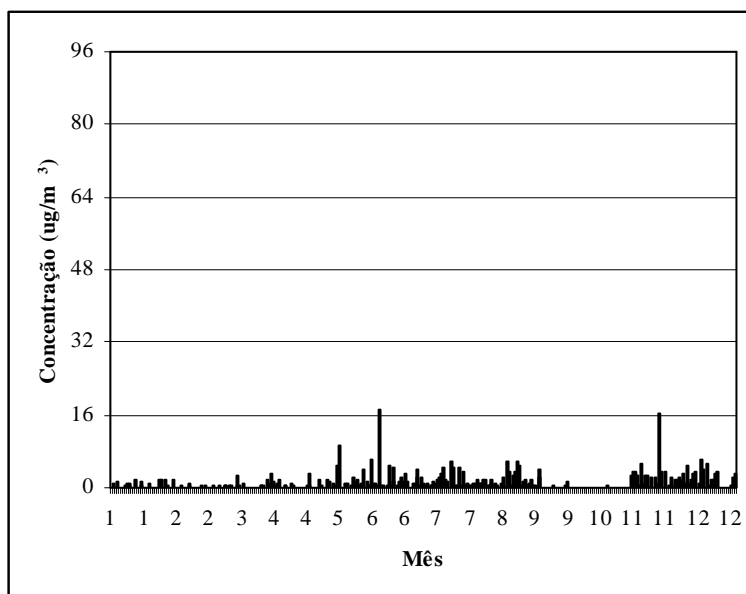


Figura 3.10: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2007

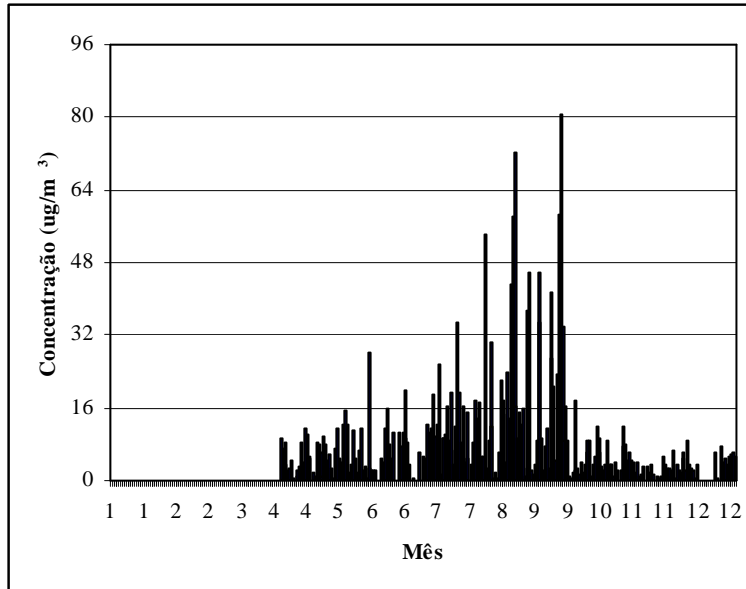


Figura 3.11: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Petrovale, Betim, 2007

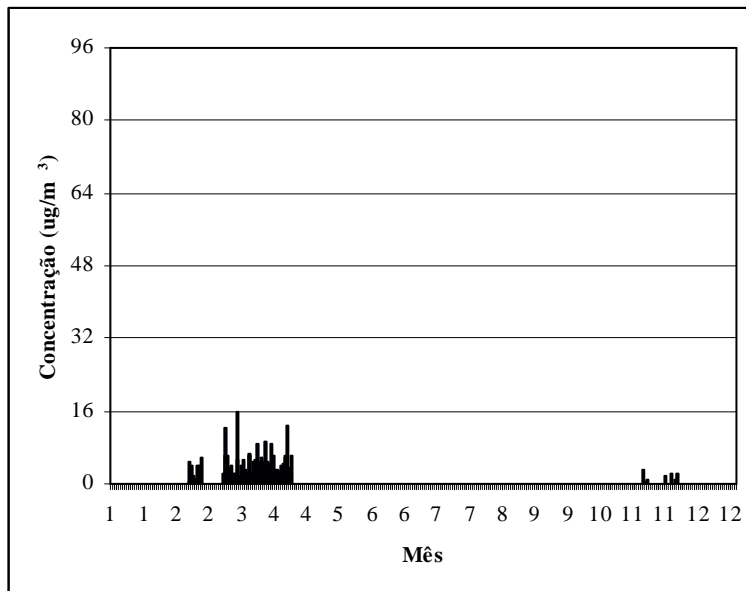


Figura 3.12: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Saffran, Betim, 2007

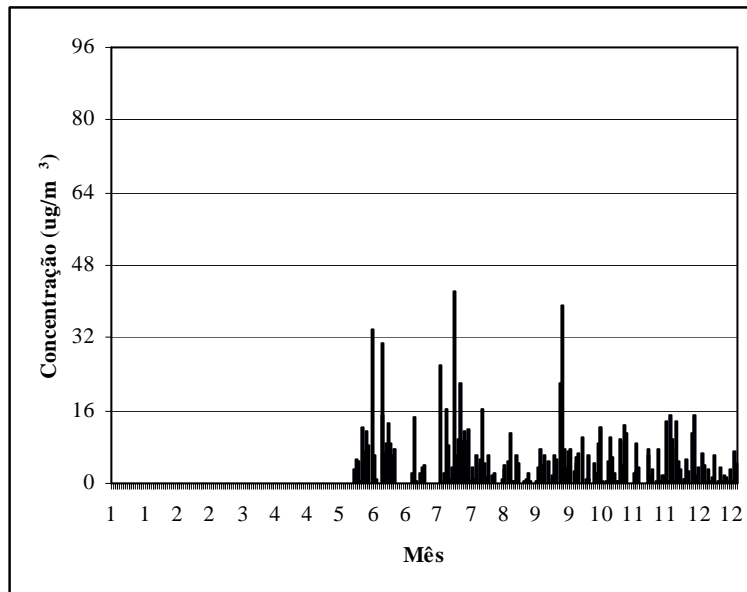


Figura 3.13: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2007

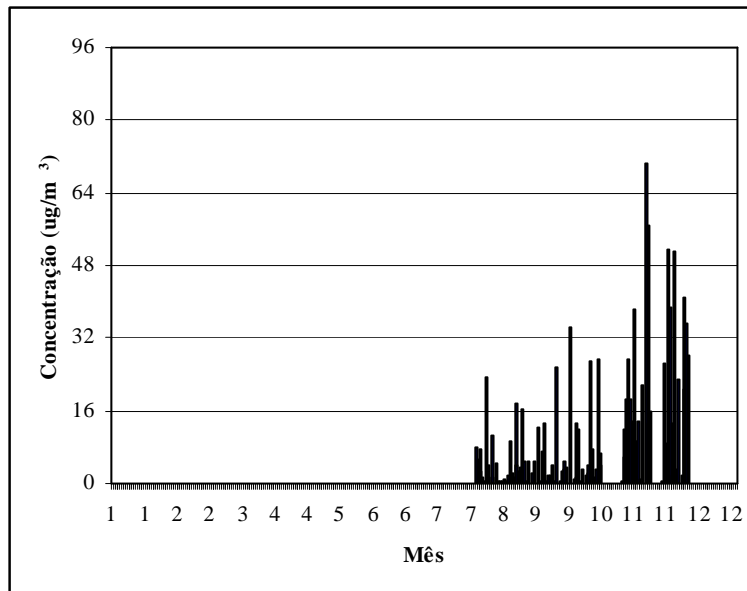


Figura 3.14: Concentração média diária de dióxido de enxofre, estação Ibiritermo, Ibirité, 2007

A Tabela 3.2 apresenta as estatísticas descritivas para a série anual de concentração de SO₂ para as estações de Belo Horizonte, Betim e Ibirité. Essas concentrações são muito baixas em relação à concentração média diária e anual permitida por Lei que corresponde a 365 e 80 µg/m³, respectivamente.

Tabela 3.2: Estatísticas descritivas para as concentrações de dióxido de enxofre (µg/m³), na RMBH, em 2007

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0	0,3	17,0	1,1	1,86	25
Betim	Bairro Petrovale	0	5,0	80,7	8,9*	11,72	123
	Saffran	0	3,9	15,9	4,1*	3,17	303
Ibirité	Bairro Cascata	0	3,3	42,1	5,1*	6,70	175
	Ibiritermo	0	3,3	70,3	9,4*	13,71	253

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 2007 foi igual a 1,1 µg/m³ para estação Praça Rui Barbosa. As médias anuais das estações: Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo não puderam 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 (Bairro Cascata e Ibiritermo), em 2007, estão apresentados nas Figuras 3.15; 3.16; 3.17; 3.18; 3.19 e 3.20, respectivamente. As concentrações diárias não ultrapassaram o limite de 9

ppm permitidos pela Resolução CONAMA 03/90 como pode ser visualizado nessas figuras.

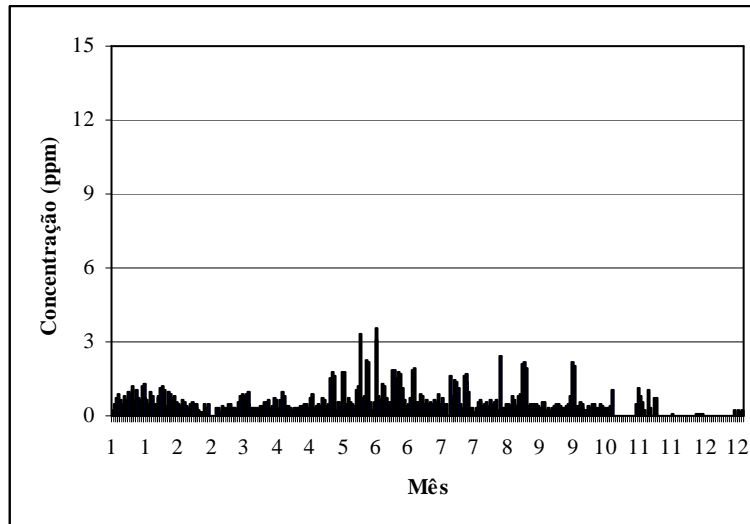


Figura 3.15: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2007

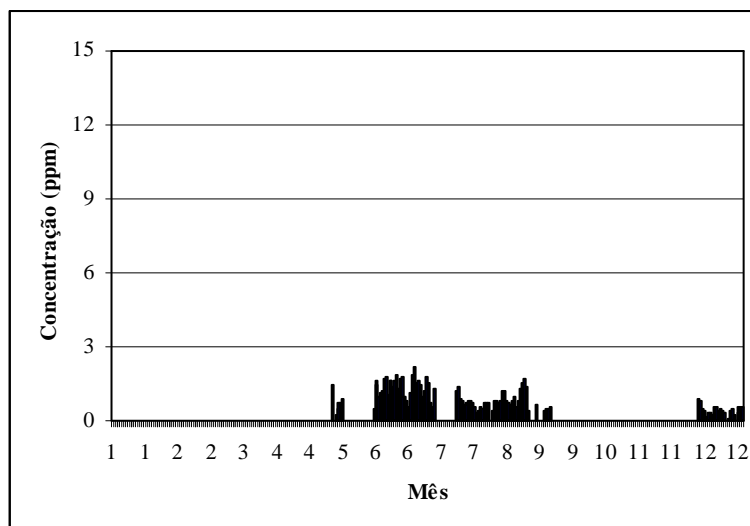


Figura 3.16: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2007

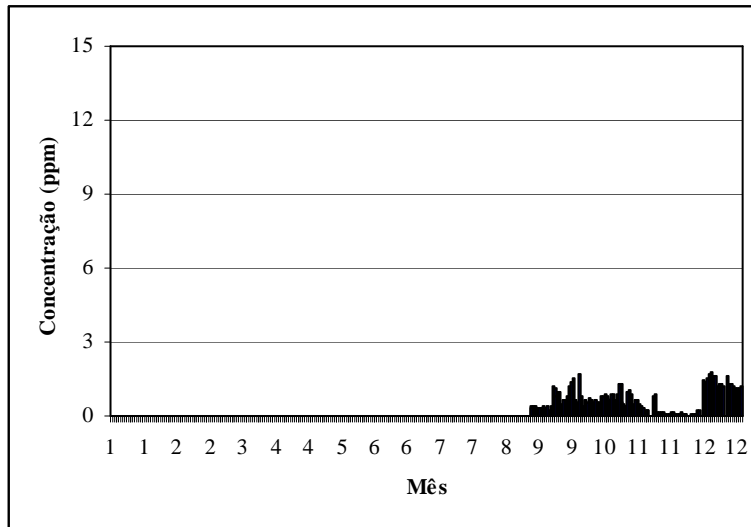


Figura 3.17: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Petrovale, Betim, 2007

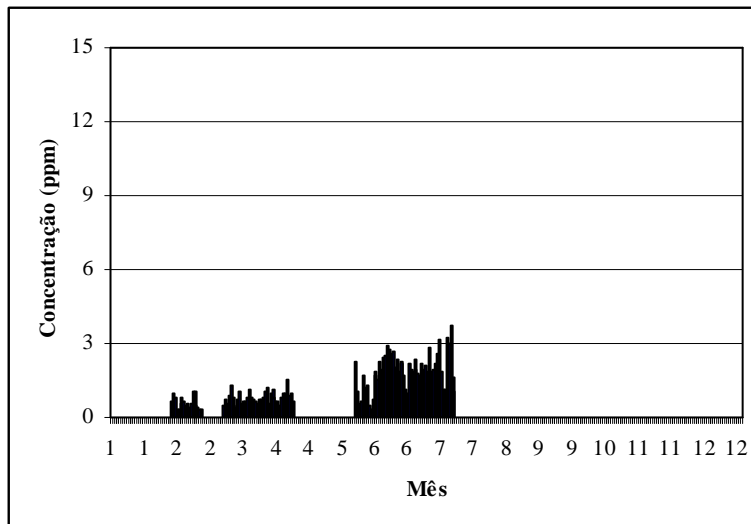


Figura 3.18: Concentração Diária de monóxido de carbono, estação Saffran, Betim, 2007

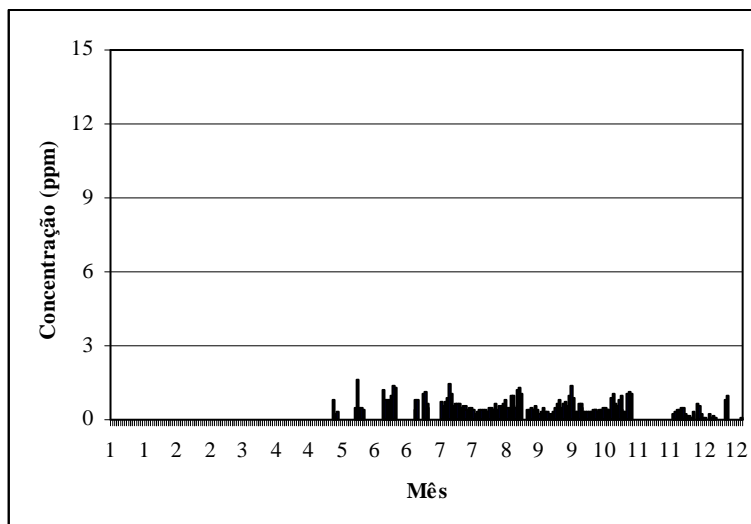


Figura 3.19: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Bairro Cascata, Ibitité, 2007

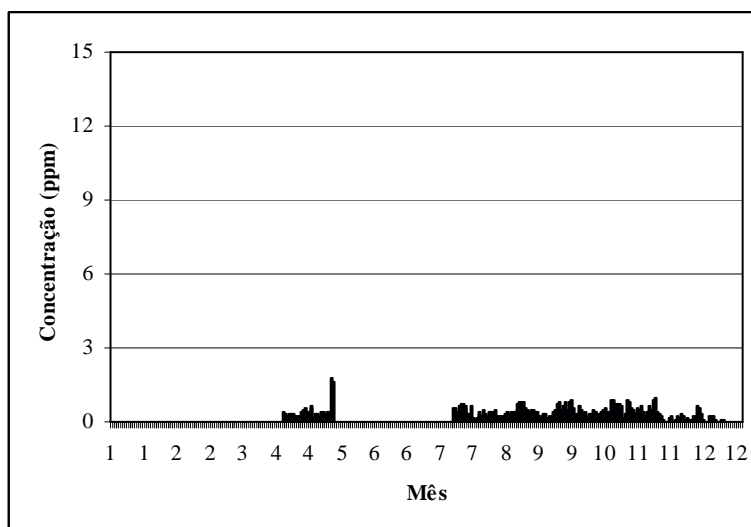


Figura 3.20: Concentração diária de monóxido de carbono, estação Ibititermo, Ibitité, 2007

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 atendeu o critério de representatividade.

Tabela 3.3: Estatísticas descritivas para as concentrações de monóxido de carbono (ppm), na RMBH, em 2007

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0	0,48	3,55	0,62	0,53	35
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	0,06	0,76	2,20	0,88*	0,48	255
	Bairro Petrovale	0,03	0,61	1,75	0,68*	0,47	247
	Saffran	0,31	1,03	3,75	1,30*	0,79	248
Ibirité	Bairro Cascata	0	0,44	1,60	0,52*	0,33	195
	Ibiritermo	0	0,36	1,75	0,39*	0,26	174

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 em 2007 para as estações: Praça Rui Barbosa, Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale; Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo estão apresentados nas figuras 3.21 a 3.26, respectivamente.

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

Para a estação Praça Rui Barbosa, a maior concentração diária de 136,2 µg/m³ ocorreu em 24 de setembro. Não houve ultrapassagem do limite permitido pela Resolução CONAMA 03/90 que é de 160 µg/m³.

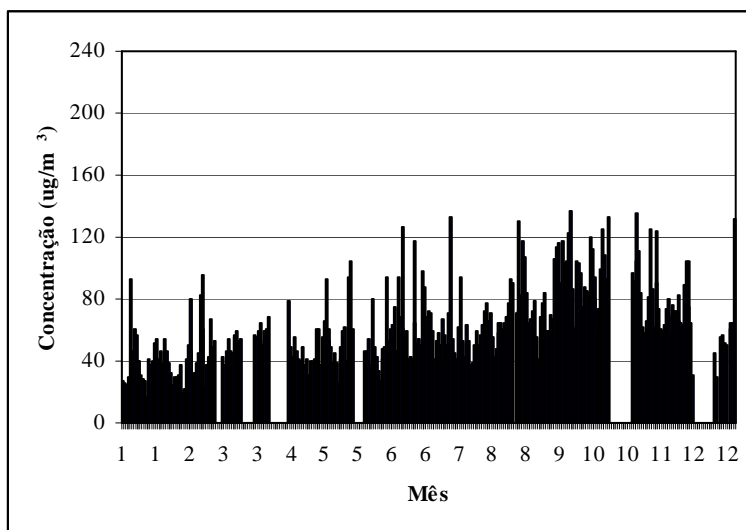


Figura 3.21: Concentração diária de ozônio, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2007

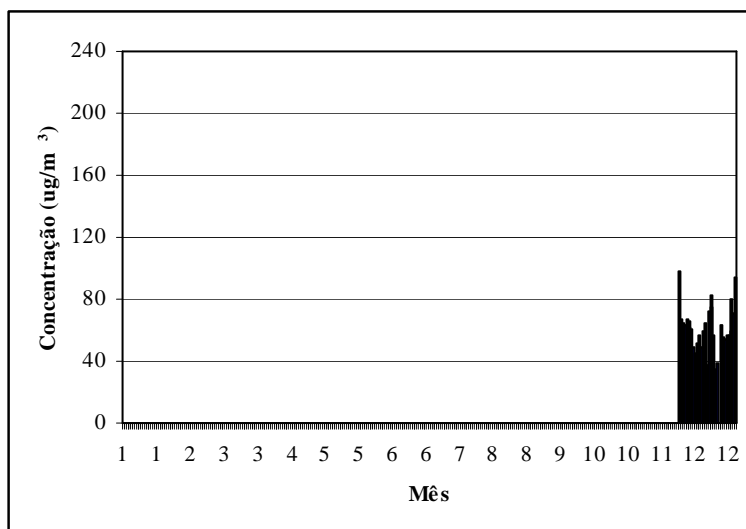


Figura 3.22: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 2007

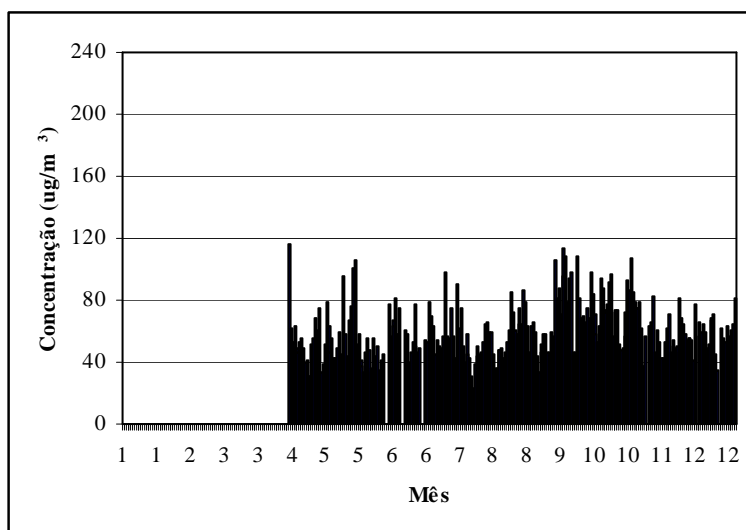


Figura 3.23: Concentração diária de ozônio, estação Bairro Petrovale, Betim, 2007

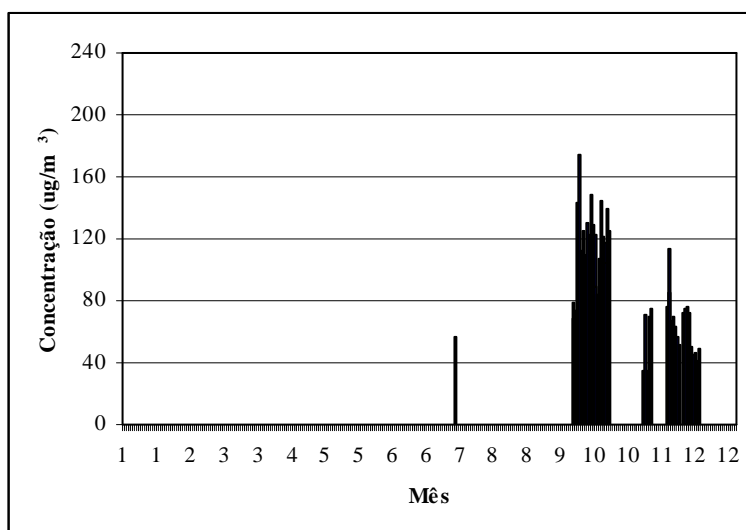


Figura 3.24: Concentração diária de ozônio, estação Saffran, Betim, 2007

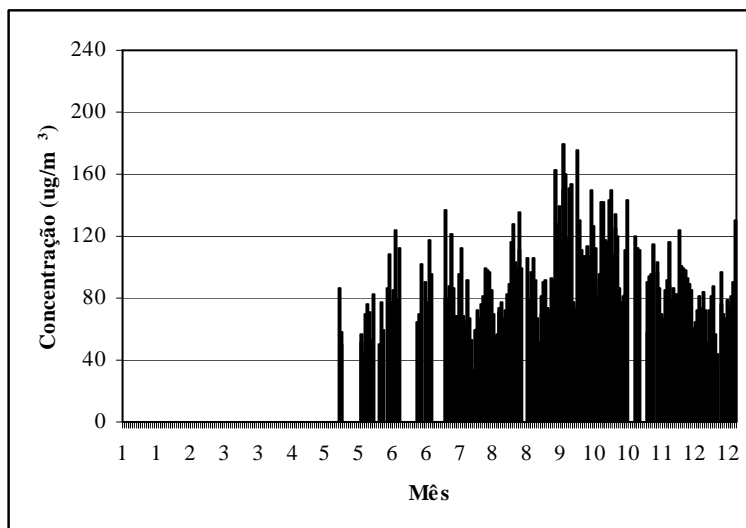


Figura 3.25: Concentração diária de Ozônio, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2007

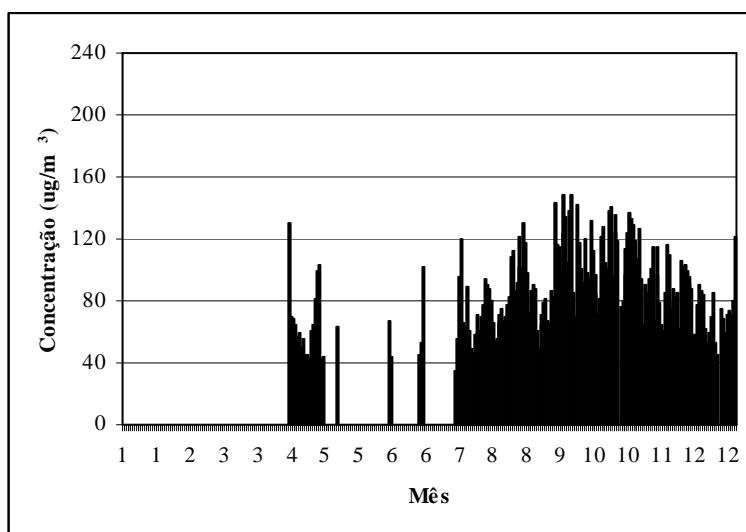


Figura 3.26: Concentração diária de ozônio, estação Ibiritermo, Ibirité, 2007

Tabela 3.4: Estatísticas descritivas para as concentrações de ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMBH, em 2007

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	13,3	58,4	136,2	62,2	25,58	58
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	35,3	60,2	98,0	61,0*	14,85	333
	Bairro Petrovale	23,1	56,8	116,0	59,9*	17,52	114
	Saffran	34,9	77,4	174,0	89,3*	34,71	319
Ibirité	Bairro Cascata	33,7	85,2	179,3	90,9*	27,19	172
	Ibiritermo	34,9	82,3	148,9	85,3*	26,45	177

Nota: * indica que a média não é representativa

A concentração diária maior que $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada pela estação Saffran ($174,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu no dia 29 de setembro. A segunda maior concentração ($148,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu em 6 de outubro. Para a estação Bairro Jardim das Alterosas e Bairro Petrovale não houve ultrapassagem do limite permitido e as respectivas máximas diárias foram $98,0$ e $116,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorridas em 28 de novembro e 10 de abril.

Em Ibirité, a estação Bairro Cascata registrou $179,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concentração superior a $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em 19 de setembro. As concentrações de segunda ($175,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$); terceira ($162,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e quarta ordem ($160,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreram em 28; 15 e 21 de setembro, respectivamente. A máxima de $148,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ foi registrada no dia 19 de setembro para estação Ibiritermo, onde não houve ultrapassagem do limite permitido.

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 3.27 a 3.31 apresentam as concentrações diárias registradas pelas estações: Praça Rui Barbosa, Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo.

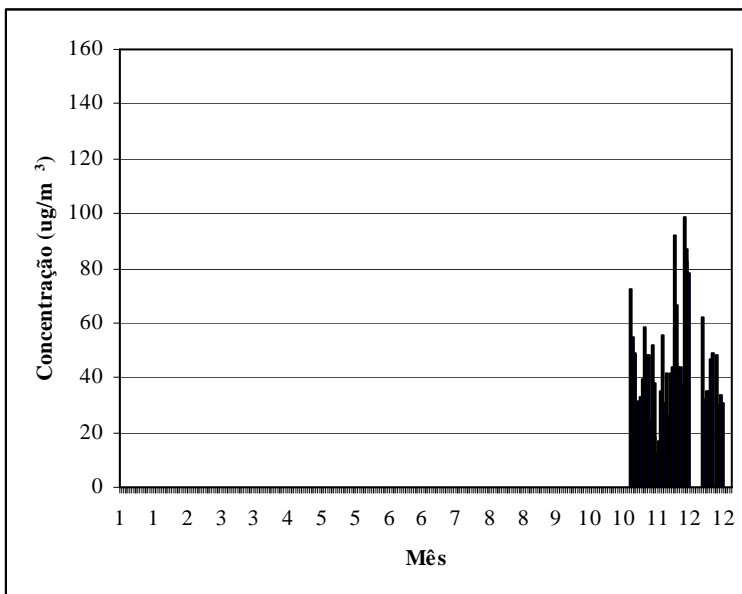


Figura 3.27: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte, 2007

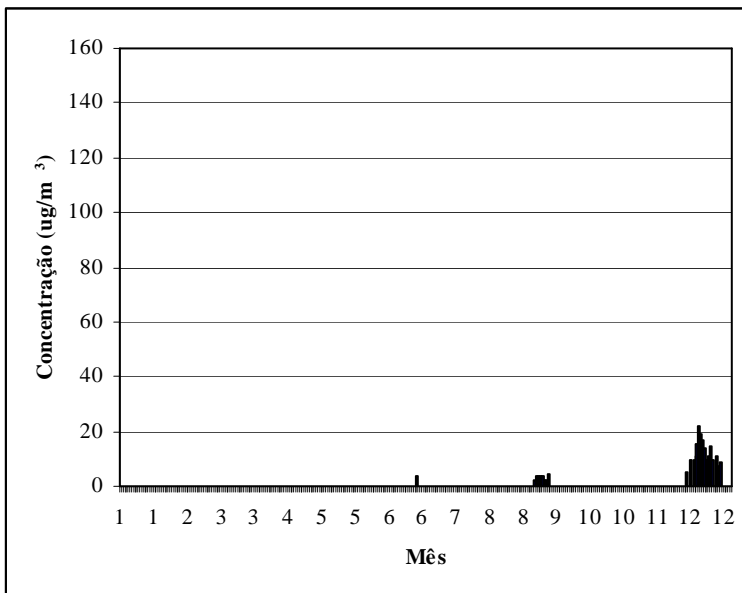


Figura 3.28: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Petrovale, Betim, 2007

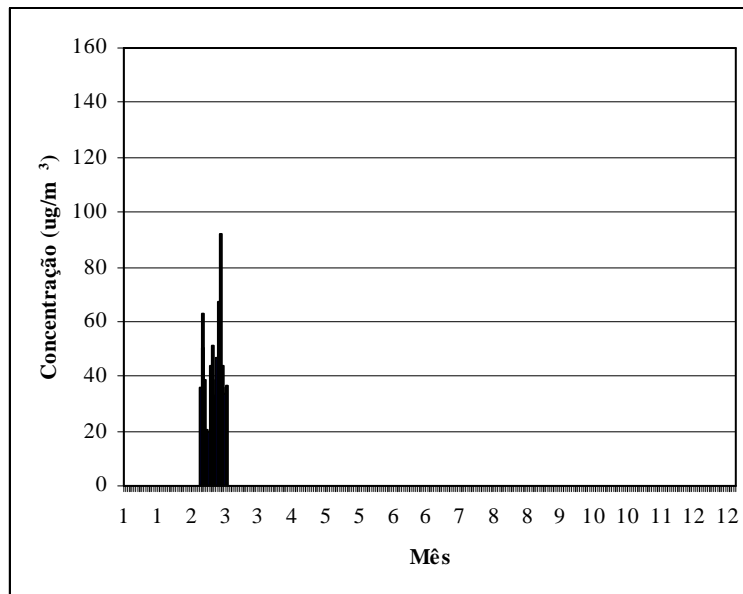


Figura 3.29: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Saffran, Betim, 2007

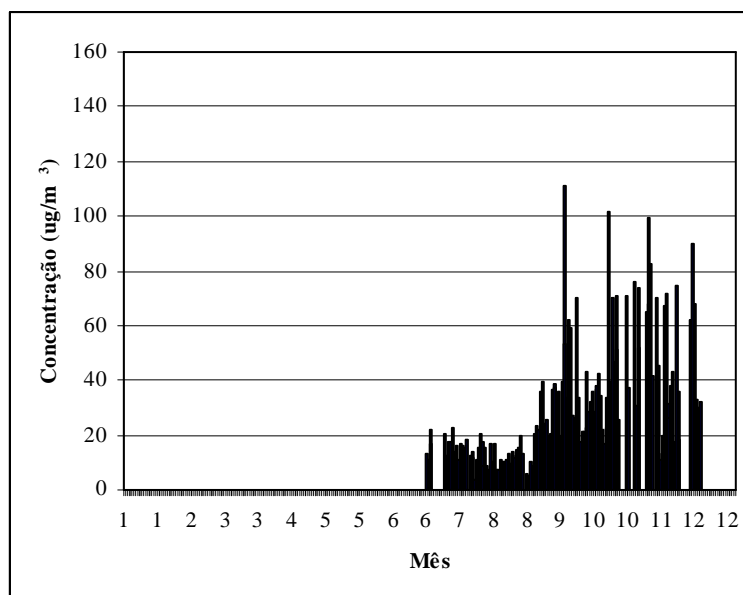


Figura 3.30: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Bairro Cascata, Ibirité, 2007

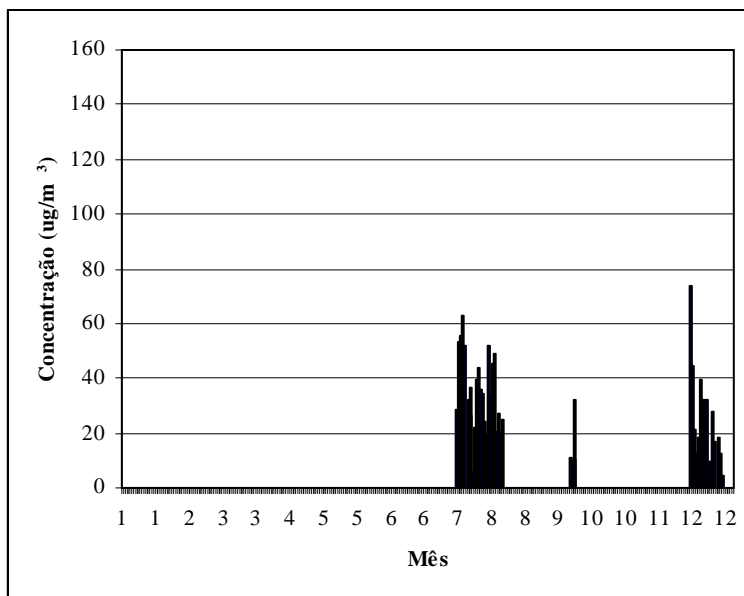


Figura 3.31: Concentração diária de dióxido de nitrogênio, estação Ibiritermo, Ibirité, 2007

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 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 2007

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	12,8	41,7	98,6	45,5*	19,49	318
Betim	Bairro Petrovale	1,9	8,5	22,2	8,6*	5,63	338
	Saffran	19,7	39,1	92,4	44,2*	17,59	348
Ibirité	Bairro Cascata	3,4	21,6	111,2	30,4*	22,61	227
	Ibiritermo	1,5	27,2	73,6	29,1*	16,25	316

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 2007

Município	Estação	Classes de qualidade do ar			
		Boa	Regular	Inadequada	Omissos (%)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	75,07	19,45	0	5,48
	Avenida Amazonas	97,26	2,74	0	0
	Aeroporto Carlos Prates	90,68	2,47	0	6,85
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	32,06	4,93	0	63,01
	Bairro Petrovale	47,67	21,37	0	30,96
	Saffran	28,22	18,63	0,27	52,88
Ibirité	Bairro Cascata	21,37	30,41	1,10	47,12
	Ibiritermo	27,1	27,1	0	45,8

Nota: As porcentagens foram calculadas em relação aos 365 dias de cada ano. As porcentagens obtidas para Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates referem-se apenas ao parâmetro PM10.

As estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo apresentaram altas freqüências de dias sem medição da qualidade do ar, 63,0%, 31,0% e 52,9%, 47,1% e 45,8% respectivamente. Para as demais estações, as

freqüências de perdas ficaram abaixo de 10%. Dentre os 71 dias cujas concentrações registradas pela estação Praça Rui Barbosa de Belo Horizonte classificaram a qualidade do ar como Regular, 5 dias foram devidos exclusivamente ao PM10, 56 dias ao Ozônio e 10 dias foram devidos aos poluentes PM10 e O₃ conjuntamente (PM10+O₃).

Em Betim, estação Bairro Jardim das Alterosas, dentre os 18 dias com qualidade do ar Regular da, 14 dias foram devidos ao PM10 e 4 dias ao Ozônio. Para a estação Bairro Petrovale, dentre os 78 dias classificados como Regular, 46 dias deveram-se a PM10, 25 dias ao O₃, 6 dias aos poluentes PM10 e O₃, 1 dia devido aos poluentes SO₂ e O₃. Para a estação Saffran, dentre os 68 dias classificados como Regular, 47 dias deveram-se ao PM10 e 21 dias ao O₃; 1 dia foi classificado com a qualidade do ar Inadequada devido ao ozônio.

A estação Bairro Cascata em Ibirité registrou 111 dias como Regular, sendo 108 dias devidos exclusivamente ao poluente ozônio (O₃), 2 dias devidos aos poluentes O₃ e NO₂ e 1 dia devido aos poluentes PM10 e O₃. Houve 4 dias cujas qualidades do ar foram classificadas como Inadequadas devidas, exclusivamente, ao poluente ozônio. Para a estação Ibiritermo, 99 dias obtiveram classificação Regular devido exclusivamente ao O₃.

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, Betim e Ibirité.

Tabela 3.7: Estatísticas descritivas para a velocidade de vento (m/s), na RMBH, em 2007

Município	Estação	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,6	1,3	2,6	1,4	0,39	42
	Avenida Amazonas	0,6	1,4	2,7	1,4	0,38	2
	Aeroporto Carlos Prates	1,2	2,6	5,4	2,7	0,82	16
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	1,1	1,9	3,8	2,0*	0,63	317
	Bairro Petrovale	0,7	1,6	4,1	1,8*	0,67	114
	Saffran	0,8	1,5	6,7	1,8*	1,36	349
Ibirité	Bairro Cascata	0,6	1,1	3,1	1,4*	0,61	320
	Ibiritermo	1,4	2,3	4,3	2,7*	1,04	342

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

A média anual das estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale, Safran, Bairro Cascata e Ibiritermo não foram representativas. A média das estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates corresponderam a 1,4 m/s, 1,4 m/s e 2,7 m/s, respectivamente. A região da estação Aeroporto Carlos Prates apresenta uma velocidade de vento bem superior que as regiões da avenida Amazonas e praça Rui Barbosa.

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 Nordeste, Norte e Leste com 35,1%, 34,8% e 11,8% respectivamente. Para as estações Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, as medições não foram consideradas válidas. As estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo não tiveram representatividade em função do menor número de dias com resultados para o sensor de direção de vento.

3.3.3 Temperatura do Ar

A Tabela 3.8 apresenta as estatísticas descritivas para o parâmetro temperatura do ar para as estações de Belo Horizonte, Betim e Ibirité. As estações da Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates apresentaram médias anuais representativas.

Tabela 3.8: Estatísticas descritivas para a temperatura do ar (°C), na RMBH, em 2007

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	15,2	24,0	30,6	23,9	2,65	39
	Avenida Amazonas	12,5	20,5	26,9	20,4	2,32	2
	Aeroporto Carlos Prates	13,8	22,4	28,8	22,3	2,38	16
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	15,6	22,2	26,3	21,5*	2,97	283
	Bairro Petrovale	14,2	21,2	28,2	21,2*	2,59	117
	Saffran	21,8	23,5	25,7	23,5*	1,07	346
Ibirité	Bairro Cascata	13,4	21,5	26,3	20,9*	2,85	296
	Ibiritermo	20,0	22,9	25,7	23,0*	1,39	336

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

O menor valor de temperatura média diária registrada pelas estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates no dia 30 de julho. O dia mais quente registrado na estação Praça Rui Barbosa ocorreu no dia 17 de outubro e 2 de novembro; nas estações Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, ocorreram no dia 30 de outubro.

As estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo não tiveram representatividade em função do menor número de dias com resultados para o sensor de temperatura.

3.3.4 Umidade Relativa do Ar

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

Tabela 3.9: Estatísticas descritivas para a umidade relativa (%) do ar, na RMBH, em 2007

Município	Estação	Estatísticas Descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	35,7	64,5	95,9	65,3	11,12	39
	Avenida Amazonas	39,4	70,8	98,5	71,6	10,74	1
	Aeroporto Carlos Prates	36,8	73,3	98,3	74,0	10,96	16
Betim	Bairro Jardim das Alterosas	45,2	62,6	86,9	63,1*	8,89	283
	Bairro Petrovale	30,5	61,7	92,8	60,8*	11,49	117
	Saffran	53,5	67,2	80,7	67,7*	7,44	346
Ibirité	Bairro Cascata	25,4	56,0	89,3	53,8*	15,58	296
	Ibiritermo	49,4	64,1	87,1	63,8*	11,29	341

Nota: * indica que a média não é representativa.

As estações Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale, Saffran, Bairro Cascata e Ibiritermo não apresentaram uma série anual representativa. 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 e Aeroporto Carlos Prates, a menor média diária foi obtida no mesmo dia 24 de setembro.

A hora mais seca do ano em Belo Horizonte foi registrada pelas estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates no dia 23 de setembro, entre 15 e 17 horas, sendo que, para a Praça Rui Barbosa, a umidade relativa do ar esteve abaixo de 20% também para os horários de 13 e 14 horas.

4. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES

O contrato PETROBRAS/REGAP para terceirizar a manutenção e operação da rede, venceu em setembro de 2006 e somente foi renovado em meados de 2007, o que contribuiu para que as estações de Betim (Bairro Jardim das Alterosas, Bairro Petrovale e Saffran) e de Ibirité (Bairro Cascata e Ibiritermo) não atingissem o critério de representatividade para todos os poluentes.

Em 2007, para o município de Belo Horizonte, observou-se que as séries anuais de material particulado, registradas pelas estações Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates, apresentaram médias anuais de partículas inaláveis, que não se distinguem grandemente das respectivas médias para as séries anuais de 2006. Em ambos os anos, essas médias anuais ficaram abaixo de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que é o padrão anual permitido por lei. Em relação aos poluentes: dióxido de enxofre, monóxido de carbono e ozônio, somente as séries obtidas pela estação Praça Rui Barbosa atenderam o critério de representatividade; não tendo ocorrido ultrapassagem dos respectivos padrões primários desses poluentes.

As estações Saffran e Bairro Cascata, situadas nos municípios de Betim e Ibirité, respectivamente, registraram uma ultrapassagem do padrão primário de qualidade do ar devido ao poluente ozônio ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em 29 de setembro e 19 de setembro, respectivamente. A estação Bairro Cascata registrou outras ultrapassagens desse padrão nos dias: 15, 21 e 28 de setembro, totalizando, assim, quatro ultrapassagens do padrão anual.

As séries de concentrações referentes ao poluente dióxido de nitrogênio não atenderam o critério de representatividade em todas as estações. Essas séries não apresentaram ultrapassagem do padrão primário de $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentração média de uma hora), durante os respectivos períodos de obtenção de dados válidos.

Para 2008, está prevista para a estação Trancredo Neves, situada no município de Contagem, a compra de um equipamento mais moderno, que permitirá a transmissão das concentrações de poluentes e medições dos parâmetros meteorológicos realizadas por essa estação, bem como a compra de um analisador de material particulado de 2,5 micrômetros de diâmetro. Embora ainda não haja um padrão nacional para esse poluente,

a FEAM tem interesse em iniciar nesse monitoramento, uma vez que, por se tratar de partículas de diâmetros menores, são capazes de atingir os alvéolos dos pulmões. Através de técnicas estatísticas, pretende-se avaliar a associação das concentrações de 2,5 micrômetros com as concentrações de 10 micrômetros, que são usualmente obtidas pelas estações da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Espera-se, para 2008, que uma maior representatividade das séries anuais de concentrações de poluentes mediante esforço conjunto da PETROBRAS/REGAP, IBIRITERMO LTDA. e FEAM para manutenção e operação da rede de monitoramento da qualidade do ar da RMBH, que se iniciou através da contratação, em 2007, de empresa especializada para prestação desse serviço.

Paralelamente, a FEAM abrirá um processo de licitação para realizar o diagnóstico da condição de manutenção da rede da RMBH para o próximo ano. Através desse diagnóstico, será possível avaliar as condições atuais das estações e apresentar sugestões para tomada de decisões que servirão como diretrizes para modernização dessa rede.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 1997**. São Paulo: CETESB. 1998. 98p.
2. CONAMA. Legislação. Desenvolvido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 2 jul. 2002.
3. DUTRA, E.G. **Metodologia Teórico-Experimental para Determinação dos Parâmetros Básicos para Elaboração de Inventários de Emissão de Veículos Leves do Ciclo Otto**. Tese Ph.D. Escola de Engenharia da UFMG, 2007. 165p.
4. FEAM. Projeto inspeção veicular: capacitação e avaliação inicial. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2005. 92p.
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. Licenciamento ambiental: coletânea de legislação. Fundação Estadual do Meio Ambiente; Projeto Minas Ambiente. 2ª. Edição, 2000, 438p.
7. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 3 nov. 2007.
8. INDI. Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.indi.mg.gov.br>>. Acesso em: 7 jul. 1996.
9. LIU, B.W.Y., FIORAVANTE, E.F. **Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2005**. Relatório Técnico FEAM-RT-DIMOG-25/2006, Belo Horizonte, FEAM, 2006. 56p.

10. 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.

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

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

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

Telefone: (031) 3219-5723
(031) 3219-5702