

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR: AS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM-10) NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE ENTRE 1995 E 2002

Beverly Wen Yuh Liu Bacharel em Botânica pela National Chung Hsing University. MSc. e Ph.D. pela Cornell University. Pesquisador Pleno da Divisão de Qualidade do Ar da FEAM. beverlyw@feam.br

Edwan Fernandes Fioravante Bacharel em Estatística e MSc. em Ciência da Computação pela UFMG. Analista de Ciência e Tecnologia da Divisão de Qualidade do Ar da FEAM. edwanf@feam.br

Elisete Gomides Dutra Engenheira Química e MSc em Engenharia Térmica pela Escola de Engenharia da UFMG. Pesquisador Pleno da Divisão de Qualidade do Ar da FEAM. eliseteg@feam.br

Isis Laponez da Silveira Engenheira Metalurgista e MSc. em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Escola de Engenharia da UFMG. Pesquisador Pleno da Divisão de Qualidade do Ar da FEAM. isisl@feam.br

Endereço : Fundação Estadual do Meio Ambiente / FEAM
Av. Prudente de Morais 1671 – Santa Lúcia - Belo Horizonte – MG – Brasil
CEP: 30380-000. Tel: (31)3298.6384.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR: AS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM-10) NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE ENTRE 1995 E 2002

RESUMO

Em 1995, a rede de Monitoramento da Qualidade do Ar da RMBH - Região Metropolitana de Belo Horizonte – era constituída por três estações automáticas que foram adquiridas e continuam sendo operadas pela Refinaria Gabriel Passos da PETROBRAS. Os valores válidos obtidos para as concentrações médias anuais de Partículas Inaláveis (PM-10) na Estação Praça Rui Barbosa (Belo Horizonte) foram 25,0; 13,2; 21,3 e 25,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para os anos de 1998; 2000; 2001 e 2002 respectivamente. Para a Estação Praça CEMIG (Contagem) as médias anuais foram de 44,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 1999 e 39,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2001. Ambas estações atenderam o padrão anual permitido pela Lei que é 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na Estação Bairro Jardim das Alterosas (Betim), as médias obtidas foram 69,5; 57,5; 47,3 e 51,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no período de 1999 a 2002 respectivamente. Apenas em 2001 não houve ultrapassagem do padrão anual. Progressivamente, esta rede foi sendo ampliada e conta, atualmente, com um total de oito estações.

ABSTRACT

The Air Quality Monitoring System in Belo Horizonte Metropolitan Region of Minas Gerais State includes three automatic stations which were imported and are operated by Brazilian Petroleum Company (Petrobras/Regap) since 1995. Each city of Belo Horizonte, Contagem and Betim has one station.

The valid annual mean concentration of particulate matter (PM-10) for the Belo Horizonte was 25.0, 13.2, 21.3 and 25.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for 1998, 2000, 2001 and 2002 respectively. It was 44,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1999 and 39,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2001 for the Contagem. Both stations had met the annual mean concentration by law which is 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. It was 69.5, 57.5, 47.3 and 51.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ from 1999 to 2002 respectively for the Betim. Only the year of 2001 had met the annual mean concentration.

PALAVRAS - CHAVE: Monitoramento, Qualidade do Ar, Partículas Inaláveis, Região Metropolitana de Belo Horizonte

1. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH está localizada na região Metalúrgica do Estado de Minas Gerais, uma das mais ricas do País em recursos minerais. A RMBH compreende 33 municípios, com população de cerca de 4,3 milhões de habitantes sendo que Belo Horizonte, Contagem e Betim têm 2.233 mil, 538 mil e 306 mil habitantes, respectivamente (LIU et al., 2001).

Em 1995, a Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar era constituída de três estações automáticas, que foram instaladas em pontos selecionados pela FEAM na região urbana de Belo Horizonte, de Contagem e de Betim (LIU et al., 2001 e 2003). Todos os equipamentos que compõem a rede são de origem francesa e foram adquiridos pela Refinaria Gabriel Passos – REGAP da PETROBRAS, como medida compensatória em seu processo de licenciamento ambiental junto ao Conselho de Política Ambiental do Estado de Minas Gerais – COPAM. Atualmente, essa rede conta com 8 estações automáticas, sendo que as últimas cinco foram instaladas em 2002.

As estações são constituídas por cabines climatizadas contendo analisadores e sensores que realizam a amostragem do ar atmosférico 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 Qualidade do Ar da FEAM e na Assessoria de Segurança e Meio Ambiente da REGAP.

Os poluentes monitorados nas três estações são Partículas Inaláveis (PM-10) e Dióxido de Enxofre (SO₂), além de parâmetros meteorológicos. Em abril de 1999, a REGAP instalou analisadores de Monóxido de Carbono, Ozônio e Óxidos de Nitrogênio na Estação da Praça Rui Barbosa em Belo Horizonte.

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados do monitoramento de Partículas Inaláveis (PM-10) obtidos a partir da operação das três estações automáticas, no período de junho de 1995 a dezembro de 2002.

2. METODOLOGIA

2.1 Localização das Estações Automáticas de Monitoramento

A Estação de BELO HORIZONTE está localizada na Praça Rui Barbosa, em terreno da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, ao lado da confluência entre o Viaduto da Floresta e a Avenida dos Andradas. Essa região é caracterizada pelo fluxo intenso de veículos leves e pesados, onde também está localizada a estação central do trem ferroviário e metrô sendo, assim, influenciada predominantemente pela poluição de origem veicular.

A Estação de CONTAGEM está instalada na Avenida Babita Camargo, em área externa do Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, 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 de BETIM foi inicialmente instalada no Bairro Petrovale em 1995; em 1996, foi desativada e voltou a operar em março de 1998, em sua atual localização: Avenida Campos de Ourique, no Bairro Jardim das Alterosas. Essa região é residencial, conta com fluxo moderado de veículos e ruas sem calçamentos. Várias indústrias e um porto seco estão instalados nas proximidades.

2.2 Métodos de Medição, Critérios e Padrão de Qualidade do Ar

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 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 se atinge um mínimo de 75% de dados válidos no período de tempo considerado. A concentração média anual de PM-10 é considerada representativa se atinge um mínimo de 50% de dados válidos em cada quadrimestre.

Em Estado de Minas Gerais são adotados os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/90 (IBAMA, 1990). Para PM-10 os valores dos padrões primário e secundário são:

- 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.

A qualidade do ar é classificada (CETESB, 2001; LIU et al., 2001 e EPA, 2002) em função da concentração média diária (C), da seguinte forma:

Boa	$C \leq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
Regular	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3 < C \leq 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
Inadequada	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3 < C \leq 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
Má	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3 < C \leq 420 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
Péssima	$420 \mu\text{g}/\text{m}^3 < C \leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
Crítica	$C > 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Médias Diárias

A Tabela 1 apresenta, para as estações de Belo Horizonte, Contagem e Betim, no período de 1995 a 2002, o número de dias em que a qualidade do ar foi classificada em uma das seguintes categorias: boa, regular, inadequada, má ou péssima. A coluna “Omisso” refere-se ao número de dias do ano em que não foram registrados dados considerados válidos para o parâmetro partículas inaláveis.

A Tabela 1 mostra que, em Belo Horizonte, nos anos de 1998, 2000 e 2001, o número de dados omissos foi relativamente baixo e prevaleceu o índice indicativo da melhor qualidade do ar (“Boa”) enquanto, apenas em 1995, houve uma ultrapassagem do padrão diário de qualidade – classe “Inadequada”. Os baixos níveis de poluição atmosférica por PM-10, verificados nesta estação, podem ser justificadas pelas medidas de planejamento de transporte e do trânsito implantadas na região, bem como pelas ações de controle das emissões de fuligem da frota de veículos diesel, ambas desenvolvidas pelo Poder Municipal. A direção predominante dos ventos, que favorece o escoamento no sentido de Contagem, também deve ser contabilizada como fator importante para justificar as baixas concentrações de PM-10 neste local.

Tabela 1: Total de dias segundo a qualidade do ar em função do parâmetro Partículas Inaláveis (PM-10), RMBH, 1995 – 2002

Estação	Ano	Qualidade do Ar					
		Boa	Regular	Inadequada	Má	Péssima	Omisso
Belo Horizonte	1995	73	34	1	0	0	257
	1996	168	5	0	0	0	192
	1997	200	23	0	0	0	142
	1998	298	24	0	0	0	43
	1999	190	32	0	0	0	143
	2000	336	2	0	0	0	28
	2001	292	6	0	0	0	67
	2002	213	20	0	0	0	132
Contagem	1995	85	129	6	0	0	145
	1996	98	139	7	2	0	119
	1997	90	151	11	0	0	113
	1998	143	101	3	0	0	118
	1999	214	103	0	0	0	48
	2000	130	16	0	0	0	220
	2001	193	48	0	0	0	124
	2002	143	96	0	0	0	126
Betim	1995	118	72	0	0	0	175
	1996	20	53	1	0	0	292
	1998	70	195	4	0	0	96
	1999	98	171	9	1	0	86
	2000	179	170	4	0	0	13
	2001	203	90	0	0	0	72
	2002	160	120	0	0	0	85

Para Contagem, considerando somente os anos em que houve atendimento do critério de validação dos dados (1999 e 2001), o número de dias com a qualidade do ar classificada como Boa foi superior a 50%. Já o número de dias de ultrapassagem do padrão diário de PM-10 foi de 6; 9; 11 e 3 para 1995; 1996; 1997 e 1998, respectivamente. Em dois dias de 1996, foi atingida a classificação “Má”. As concentrações mais elevadas de PM-10 verificadas na estação de Contagem podem ser atribuídas à sua localização: instalada em região de grande concentração industrial, está próxima de importantes eixos viários, incluindo a ligação entre a capital mineira e São Paulo. A direção predominante dos ventos (leste), fazendo prevalecer o escoamento no sentido

de Belo Horizonte para Contagem, contribuiu também para os níveis mais elevados de poluição por PM-10 observados nesta estação.

A série de dados de Betim foi descontinuada em virtude da necessidade da transferência da estação de sua localização original para a atual, ocorrida em 1997. A partir de 1998, os resultados do monitoramento mostram a prevalência da categoria “Regular” associada a um total de 18 ultrapassagens do padrão diário, verificadas de 1998 a 2000. Estes resultados indicam que, neste período, a região foi afetada por níveis elevados de poluição por PM-10. Mais recentemente, a tendência foi revertida, não tendo sido registrada nenhuma ultrapassagem do período em 2001 e 2002. Os resultados do monitoramento de PM-10 em Betim correspondem parcialmente às expectativas: o município é importante pólo industrial do Estado; além disso, a localização da estação – próxima de via de tráfego intenso – e a direção predominante dos ventos – com escoamento no sentido de transportar a poluição de Belo Horizonte e Contagem para Betim – favorecem a obtenção de níveis mais elevados de poluição atmosférica. Contudo, as piores condições registradas no período de 1998 a 2000, podem ser creditadas às emissões de particulados provenientes das obras de ampliação da Via Expressa, eixo de ligação entre a Capital e os municípios de Contagem e Betim.

A Tabela 2 apresenta, para as estações de Belo Horizonte, Contagem e Betim, em 2002, o número de dias de cada mês em que a qualidade do ar foi classificada como Boa ou Regular em função do parâmetro PM-10. Com exceção do mês de abril na estação de Betim, o número de dias do primeiro quadrimestre cuja qualidade do ar foi classificada como Boa é superior ao número de dias classificados como Regular. Esses meses correspondem ao período de chuva na RMBH. No segundo quadrimestre, há um aumento do número de dias classificados como Regular. Como esse período correspondem ao inverno, as condições atmosféricas não são favoráveis para a dispersão de poluentes. A partir do segundo quadrimestre, os monitores de PM-10 das

Tabela 2: Número de dias de cada mês segundo a qualidade do ar em função do parâmetro Partículas Inaláveis (PM-10), RMBH, 2002.

Mês	Belo Horizonte			Contagem			Betim		
	Boa	Regular	Omisso	Boa	Regular	Omisso	Boa	Regular	Omisso
Janeiro	31	0	0	20	11	0	31	0	0
Fevereiro	25	0	3	22	6	0	27	1	0
Março	26	0	5	26	5	0	29	2	0
Abril	18	0	12	20	10	0	11	18	1
Mai	31	0	0	11	11	9	15	15	1
Junho	30	0	0	16	13	1	2	28	0
Julho	8	1	22	12	18	1	6	23	2
Agosto	7	4	20	3	13	15	6	10	15
Setembro	17	8	5	3	7	20	15	10	5
Outubro	10	8	13	0	1	30	8	12	11
Novembro	6	0	24	4	23	3	26	4	0
Dezembro	3	0	28	0	0	3	28	3	0
TOTAL	212	21	132	137	118	110	204	126	35

estações de Belo Horizonte e Contagem apresentaram falhas de operação que demoraram para ser solucionadas, chegando a comprometer a representatividade do terceiro quadrimestre para ambas as estações.

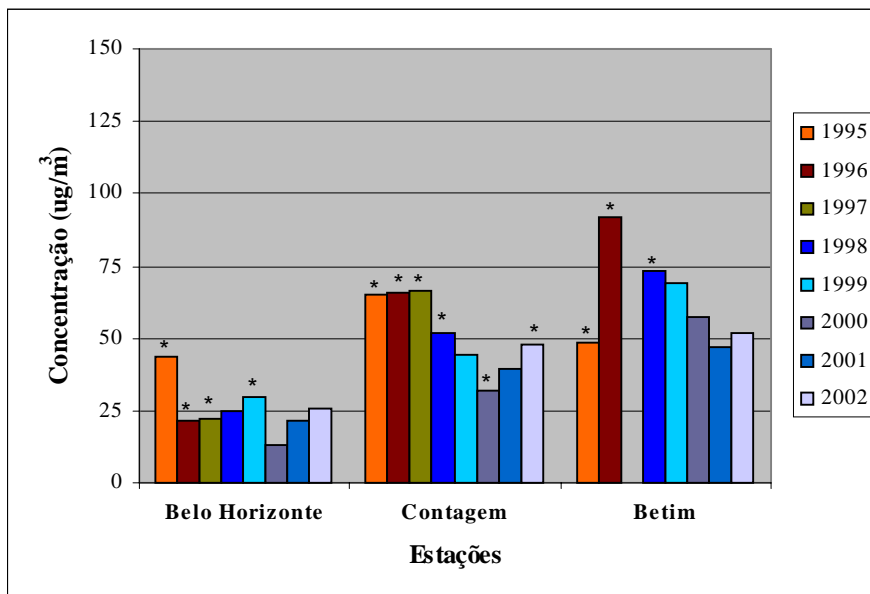
3.2 Médias Anuais

No diagrama de barras da Figura 1 estão representadas concentrações médias anuais de PM-10, obtidas no período de 1995 a 2002, nas três estações de monitoramento.

De acordo com o critério de validação considerado, em 1995, 1996, 1997 e 1999, as médias anuais para a estação de Belo Horizonte, não devem ser consideradas representativas, pois a porcentagem mínima de dados válidos não foi atingida. Já as médias anuais obtidas para 1998; 2000; 2001 e 2002 correspondem a 25,0; 13,2; 21,3 e 25,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Elas atenderam ao padrão estabelecido pelo CONAMA ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Para a estação de Contagem, somente foram obtidas médias anuais representativas nos anos de 1999 e 2001 (44,3 e 39,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), quanto houve atendimento do padrão anual.

A estação de Betim apresentou as médias anuais representativas no período de 1999 a 2002 com 69,5; 57,5; 47,3 e 51,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Com exceção de 2001, essas médias anuais ultrapassaram o padrão anual da Resolução CONAMA 03/90.



Nota: * média não representativa

Figura 1: Médias anuais de PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para as estações de Belo Horizonte, Contagem e Betim, 1995-2002

4. CONCLUSÕES

Os resultados do monitoramento da qualidade do ar na região compreendida pelo eixo Belo Horizonte, Contagem e Betim, no período considerado, devem ser vistos dentro de suas reconhecidas limitações, determinadas por dois

fatores essenciais: o primeiro, representado pelo número insuficiente de estações para retratar as condições de poluição atmosférica de uma região industrializada, de grande dimensão territorial e que possui a terceira frota de veículos do País. O segundo, se refere ao elevado número de dados omissos que, comprometendo a representatividade dos resultados, inviabiliza a precisão da análise.

Mesmo assim, há a indicação de que, em relação aos outros dois municípios, Belo Horizonte apresenta a melhor qualidade do ar. Esta condição é justificada principalmente pela ausência de atividades industriais na capital mineira. Em seguida, deve-se considerar a direção predominante dos ventos que, impondo o escoamento no sentido de Contagem e Betim, transporta parcialmente a poluição para esses municípios.

No período de 1995 a 2002, foram contabilizadas um total de 29 ultrapassagens do padrão diário da qualidade do ar em Contagem e 19 em Betim, com elevada ocorrência da classificação “Regular” nos dois municípios.

Contagem e Betim são importantes pólos industriais do Estado e além disso, são receptores da poluição atmosférica da capital. Estes fatores, somados à localização das estações em regiões de tráfego intenso, justificam os níveis mais elevados de poluição atmosférica verificados nesses dois municípios.

A partir de 2001, o investimento em projetos de racionalização de transporte e trânsito explica a melhora observada na qualidade do ar de Belo Horizonte e Contagem.

Em Minas Gerais, a utilização de equipamentos automáticos de monitoramento da qualidade do ar foi viabilizada por meio do investimento das empresas em atendimento às determinações do COPAM e Ministério Público. Esta forma de cumprir o artigo *“O monitoramento da qualidade do ar é atribuição dos*

Estados” tem-se mostrado deficiente quando se considera o fato do repasse às empresas também da responsabilidade pela manutenção e operação das estações. O elevado índice de dados “Omissos” apresentado na série histórica, resultante de freqüentes interrupções ou geração de dados inválidos, retrata esta situação. Assim sendo é necessário que o Órgão Ambiental do Estado, não só destine recursos financeiros para prover as manutenções preventiva e corretiva das estações, como também invista na capacitação de recursos humanos para a operação da rede pois é dele, e não das empresas, o compromisso de fornecer com regularidade e confiabilidade, informações sobre a qualidade do ar à população.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2000**. São Paulo: CETESB, 2001. 120p.

EPA. Environmental Protection Agency. United States Government. **Electronic Code of Federal Regulations: Title 40 – Protection of Environment**. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 23 dez. 2002.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 03, de 28 de junho de 1990. Estabelece padrões de qualidade do ar. Brasília: CONAMA, 1990.

LIU, B.W.Y., FIORAVANTE, E.F., DUTRA, E.G. e SILVEIRA, I.L.. **Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte: Período de 1999 a 2000**. Relatório Técnico. Belo Horizonte: FEAM, 2001. 47p.

LIU, B.W.Y., FIORAVANTE, E.F., DUTRA, E.G., SILVEIRA, I.L. e OLIVEIRA, M.R.C.. **Resultados de Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte: Período de maio/1995 a dezembro /2002**. Relatório Técnico (FEAM-RE-DIQR-007/2003). Belo Horizonte: FEAM, 2003. 78p.