

feam

FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE

Relatório Técnico

Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso em Minas Gerais - PCPV/MG

Belo Horizonte – outubro 2001

Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso em Minas Gerais - PCPV/MG

FEAM – RE –DIQAR – 004/2001

Belo Horizonte
Outubro 2001

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
Av. Prudente de Moraes, 1671 – Santa Lúcia – Belo Horizonte – MG / CEP: 30.380-000 Fone: (031) 298-6200 – Fax: (031) 298-6394 - E-mail:
feam@feam.br

Publicada por:
Fundação Estadual do Meio Ambiente / Minas Gerais

Governo do Estado de Minas Gerais
Itamar Augusto Cautiero Franco

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD
Paulino Cícero de Vasconcellos

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
Presidente
Ivon Borges Martins
Diretor de Qualidade Ambiental
Luiz Fernando Soares de Assis
Gerente da Divisão de Qualidade do Ar
João Luís Resende Pimenta

AUTORES

Elisete Gomides Dutra – Coordenação
Denise Cabral da Silveira Ranna
Edwan Fernandes Fioravante
Isis Laponez da Silveira

COLABORADORES

Alfred Szwarc
Ambrosina Marques Ferreira
Bernadete Carvalho Gomes
Márcio Cerqueira Batitucci
Marleize de Souza Barbosa

Ficha catalográfica

F981p 2001	FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE Plano de Controle da Poluição por Veículos em Usos em Minas Gerais – PCPV-MG/ Fundação Estadual do Meio Ambiente. - Belo Horizonte: FEAM, 2001. 82p. : mapas
	1. Poluição atmosférica 2. Poluição veicular 3. Poluição sonora I. Título
	CDU: 614.7(815.1)

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se neste Relatório, a Proposta do Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso em Minas Gerais – PCPV que caracteriza a qualidade do ar as medidas de controle, as regiões prioritizadas e os embasamentos técnicos e legais para implantação do Programa de Inspeção e Manutenção dos Veículos Automotores em Uso – I/M, elaborado em conjunto por órgãos das administrações estaduais e municipais.

Agradecemos à **Fundação de Amparo da Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG** por viabilizar a participação do bolsista *Jair Pereira Rodrigues Neto* no desenvolvimento desse trabalho.

Agradecimentos especiais às pessoas que participaram das reuniões do Grupo de Trabalho instituído pela FEAM para tratar da elaboração do PCPV e detalhamento do Programa I/M de Minas Gerais:

- Pelos órgãos da Administração Estadual:

Antônio Tavares Dias Nardi – Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação
Carlos Alberto C. e Silva – Secretaria de Estado de Segurança Pública / DETRAN
Hilton de Ávila Chaves – Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação
Jefferson Nery Chaves – Secretaria de Estado da Fazenda
José Eustáquio Silva – Centro Tecnológico de Minas Gerais
José Sad Junior – Procuradoria Geral do Estado
Marco Antônio Jorge – Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação
Sérgio Adolfo E. de Carvalho – Procuradoria Geral do Estado

- Pelos órgãos das Administrações Municipais:

Aline Passos Nunes – Secretaria Municipal de Transportes e Trânsito de Contagem
Célia Cristina Zatti – Prefeitura Municipal de Contagem
Luciano Paiva – Prefeitura Municipal de Betim
Reuel Moisés Ribeiro – Empresa Municipal de Transporte e Trânsito de Betim
Silvia B. Pedrosa – Prefeitura Municipal de Betim
Bernadete Carvalho Gomes – Prefeitura de Belo Horizonte
Márcio Cerqueira Batitucci – Empresa de transporte e Trânsito de Belo Horizonte
S/A

SUMÁRIO

1.	OBJETIVO.....	1
2.	INTRODUÇÃO.....	1
3.	JUSTIFICATIVA.....	2
4.	QUALIDADE DO AR.....	3
4.1	<i>MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA RMBH.....</i>	6
4.1.1	<i>Localização das Estações Automáticas.....</i>	9
4.1.2	<i>Métodos de Medição.....</i>	10
4.1.3	<i>Poluentes Atmosféricos e seus Efeitos na Saúde.....</i>	12
4.1.4	<i>Padrões de Qualidade do Ar.....</i>	15
4.1.5	<i>Crítérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar.....</i>	17
4.1.6	<i>Série Histórica de Dados de Qualidade do Ar.....</i>	20
4.1.7	<i>Série Histórica de Dados Meteorológicos.....</i>	27
5.	POLUIÇÃO SONORA.....	32
5.1	<i>CONTROLE DE RUÍDOS EM BELO HORIZONTE.....</i>	36
5.1.1	<i>Operação Sossego.....</i>	36
5.1.2	<i>Monitoramento da Poluição Sonora.....</i>	38
6.	MEDIDAS DE CONTROLE.....	40
6.1	<i>MELHORIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTE.....</i>	40
6.1.1	<i>Programa de Circulação da Área Central - PACE.....</i>	40
6.1.2	<i>Plano de Reestruturação do Transporte Coletivo em Belo Horizonte - BHBUS... ..</i>	42
6.1.3	<i>Fiscalização da Frota de Uso Intenso.....</i>	44
6.2	<i>PROGRAMA OPERAÇÃO OXIGÊNIO.....</i>	44
7.	CARACTERIZAÇÃO DA FROTA.....	48
7.1	<i>FROTA DA RMBH.....</i>	50
7.2	<i>FROTA DE BELO HORIZONTE/CONTAGEM/BETIM.....</i>	52
7.3	<i>PREVISÃO DA FROTA DO ESTADO NOS PRÓXIMOS TRÊS ANOS.....</i>	56
8.	INVENTÁRIO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS.....	57
8.1	<i>INVENTÁRIO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE FONTES FIXAS.....</i>	58
8.2	<i>INVENTÁRIO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS VEICULARES IEV/2000.....</i>	60
8.2.1	<i>Análise dos Resultados do Inventário de Emissões Veiculares IEV/2000.....</i>	62
9.	DIRETRIZES ESTRATÉGICAS (SEMAD/FEAM).....	72
10.	PROGRAMA DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS EM USO - I/M.....	74
10.1	<i>CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROGRAMA I/M.....</i>	74
10.2	<i>FUNDAMENTAÇÃO LEGAL.....</i>	79
10.3	<i>BENEFÍCIOS GERAIS DO PROGRAMA I/M.....</i>	80
11.	BIBLIOGRAFIA.....	81

1. OBJETIVO

O Plano de Controle de Poluição por Veículos em Uso - PCPV tem por objetivo apresentar e discutir as questões que fundamentam tecnicamente a implementação do Programa de Inspeção e Manutenção dos Veículos em Uso - I/M e estabelecer as diretrizes gerais e critérios para o desenvolvimento das ações de prevenção e controle da poluição gerada pela frota de veículos automotores de Minas Gerais.

2. INTRODUÇÃO

Em Minas Gerais a implementação das providências necessárias à consecução das inspeções de emissões de poluentes atmosféricos e ruído, atendendo ao disposto na Resolução CONAMA n.º 256 de 30 de junho de 1999, ficou a cargo da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, entidade vinculada à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD que integra o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA.

O presente documento foi elaborado em atendimento à Resolução do CONAMA nº18 de 13 de dezembro de 1995 que estabelece que a implantação dos Programas de Inspeção e Manutenção dos Veículos em Uso - I/M deve ser precedida da elaboração, pelos órgãos ambientais estaduais e municipais, do Plano de Controle de Poluição por Veículos em Uso – PCPV para o Estado.

Para elaboração do PCPV e definição das características do Programa de I/M de Minas Gerais a Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM criou o Grupo de Trabalho – GT/PCPV constituído de 08 (oito) membros, sendo 04 (quatro) representantes de instituições da esfera Estadual e 04 (quatro) representantes de instituições municipais.

O Grupo de Trabalho do PCPV foi constituído por representantes das seguintes instituições:

- Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, na coordenação;
- Secretaria de Estado de Planejamento - SEPLAN;
- Secretaria de Estado de Segurança Pública - SESP;
- Procuradoria Geral do Estado - PGE;
- Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento de Belo Horizonte - SMMAS;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Contagem - SMA;
- Coordenadoria de Meio Ambiente de Betim - COMEIA.

Foram convidadas a participarem das discussões realizadas durante as reuniões do GT/PCPV as instituições:

- Secretaria de Estado da Fazenda - SEF;
- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC;
- Secretaria Municipal de Transporte Trânsito de Contagem - TRANSCON;
- Empresa de Transporte e Trânsito de BETIM - TRANSBETIM.

3. JUSTIFICATIVA

Partindo da constatação que os veículos automotores constituem os principais agentes da poluição atmosférica no ambiente urbano, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA instituiu, em 1986, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE.

Com concepção baseada na experiência internacional dos países desenvolvidos, o PROCONVE voltou sua principal atuação para o controle da emissão de poluentes tendo em vista duas vertentes: a dos veículos novos e daqueles em circulação.

Com relação aos veículos novos, tanto do ciclo Otto quanto Diesel, o PROCONVE estabeleceu um cronograma de redução gradativa das emissões dos principais poluentes: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado.

Atendendo às metas do PROCONVE, os fabricantes passaram a reduzir progressivamente a emissão de poluentes pelos veículos, procedimento que contribuiu decisivamente para o controle da poluição do ar nos grandes centros urbanos do país.

O atendimento da indústria automobilística foi superior às metas do programa; em 2000 os fatores médios de emissão de todos os poluentes situavam-se em torno de 50% dos valores originalmente estabelecidos.

Embora tal medida tenha contribuído para impedir que o crescimento da frota fosse acompanhado por um aumento proporcional da poluição atmosférica, verificou-se a necessidade de sua complementação visto que no Brasil cerca de 50% da frota de veículos em circulação foi fabricada antes de 1987, quando ainda não eram impostas maiores restrições à emissão de poluentes pelos veículos novos.

A contribuição da parcela significativa de veículos usados na frota circulante surge então como uma das principais responsáveis pela poluição atmosférica em nosso ambiente urbano.

Deve-se considerar, ainda, que de nada adianta impor aos fabricantes rígidos limites máximos de emissão de poluentes e ruído se o veículo, após comercializado, não receber a correta manutenção técnica para garantir a continuidade e durabilidade das emissões homologadas.

Em vista desses fatores, foi prevista pelo PROCONVE a criação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M, medida instituída com a finalidade não só de conscientizar e compelir os proprietários a seguir as recomendações dos fabricantes quanto às revisões periódicas de seus veículos, mas também de excluir da frota circulante veículos cujos níveis de emissão não pudessem ser ajustados aos padrões estabelecidos.

A implantação do Programa I/M não deve ser uma ação isolada; deve estar inserida em uma estratégia global e integrada entre os diferentes agentes governamentais do Estado e dos municípios envolvidos nos sistemas de meio ambiente, transporte, energia e tecnologia.

4. QUALIDADE DO AR

Apesar da falta de um diagnóstico consolidado das condições de qualidade do ar do Estado, é possível identificar-se regiões que, pelas características das atividades industriais, população e frota de veículos, têm potencialidade para apresentar algum nível de deterioração atmosférica, sendo prioritárias para a implantação de programas de monitoramento da qualidade do ar. São elas:

- A RMBH, com ênfase na região conurbada de Belo Horizonte, Contagem e Betim e à Região do Calcário, importante complexo cimenteiro do Estado, abrangendo os municípios de Vespasiano, Pedro Leopoldo, Matozinhos e São José da Lapa, onde encontram-se instaladas quatro fábricas de cimento de grande porte, duas fábricas de cal e duas minas de calcário;
- A Região Metropolitana do Vale do Aço – RMVA, onde está o maior parque de indústrias siderúrgicas do País: nos municípios de Ipatinga e Timóteo estão instaladas duas usinas de grande porte – Usiminas e Acesita – circundadas por zonas urbanas densamente povoadas que emergiram a partir da implantação desses complexos industriais;
- A região do “Pólo Guseiro”, reunindo os municípios de Itaúna, Divinópolis e Sete Lagoas, onde a presença de várias usinas do Setor Independente de Produção de Ferro Gusa responde pela significativa contaminação do ar por material particulado, conforme resultados de projeto de pesquisa desenvolvido na região pela Divisão de Qualidade do Ar da FEAM;
- Na Zona da Mata, o município de Juiz de Fora, segundo mais populoso e terceira frota de veículos do Estado, onde encontra-se instalado um parque industrial moderno e diversificado;
- No Triângulo Mineiro, a cidade de Uberlândia, terceira mais populosa e segunda frota de veículos do Estado, com atividades econômicas voltadas para indústrias de transformação, mineração, alimentícia e um setor de agropecuária de importância no contexto Estadual.

Entretanto, quer pelo despreparo dos municípios para tratar e solucionar seus problemas ambientais, quer pela crônica falta de recursos públicos para investir nesta atividade, o monitoramento da qualidade do ar em Minas Gerais restringe-se, atualmente, à RMBH, mais especificamente aos municípios de Belo Horizonte, Contagem e Betim.

No restante do Estado, a questão tem sido tratada pela FEAM e pelo Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM conjugando-se o monitoramento com o licenciamento ambiental dos empreendimentos: em alguns casos, e por meio de condicionantes ao licenciamento, determina-se a instalação e operação de estações de monitoramento da qualidade do ar na área de influência das emissões atmosféricas dos empreendimentos.

Contudo, esta medida tem se mostrado incapaz de suprir as carências do Estado pois, além de restringir a vigilância da poluição atmosférica às imediações dos empreendimentos, também não tem conseguido oferecer cobertura à grande maioria das regiões prioritárias apontadas acima.

O financiamento de projeto técnico de dimensionamento de rede otimizada e a implantação de estações automáticas direcionadas ao monitoramento da qualidade do ar urbano, através de condicionantes e medidas compensatórias, adotada tanto pela FEAM/COPAM quanto pelo Ministério Público, também tem sido utilizada conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Implantação de Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar através de condicionantes ao licenciamento e medidas compensatórias

Localização	Empreendimento Investidor	Nº de Estações	Parâmetros Monitorados	Tipo de Monitoramento	Situação atual
Belo Horizonte	Petrobrás/Regap	01	PM-10, CO, SO ₂ , NO ₂ e O ₃ VV, DV, T, UR	Estação automática com telemetria	Em operação
Belo Horizonte	Mannesmann	02	PM-10 VV, DV, T, UR	Estações automáticas com telemetria	Em instalação
Contagem	Petrobrás/Regap	01	PM-10, SO ₂ VV, DV, T, UR	Estação automática com telemetria	Em operação
Betim	Petrobrás/Regap	01	PM-10, SO ₂ VV, DV, T, UR	Estação automática com telemetria	Em operação
Juiz de Fora	Cia. Siderúrgica Belgo Mineira	01	PM-10 VV, DV, T, UR	Estação automática sem telemetria	Em operação
Juiz de Fora	Mercedes Bens do Brasil	01	PM-10	Estação automática sem telemetria	Em instalação
João Monlevade	Cia. Siderúrgica Belgo Mineira	01	PM-10	Estação automática sem telemetria	Em operação
Região Conurbada (BH, Contagem, Betim)	Fiat Automóveis S.A	Financiamento de projeto técnico da "Rede Otimizada de Monitoramento da Qualidade do Ar" e aquisição de parte dos equipamentos previstos no projeto.			Em negociação

VV – Velocidade de Vento; DV – Direção de Vento; T – Temperatura; UR – Umidade Relativa

Embora esteja se constituindo como meio de viabilizar a implantação de redes regionais de monitoramento da qualidade do ar, o modelo adotado em Minas Gerais, necessita de aprimoramentos para cumprir seus objetivos: apesar de acatarem as determinações das mencionadas autoridades de meio ambiente, adquirindo e instalando os equipamentos, as empresas em geral, resistem em assumir o compromisso de operar e dar manutenção nestes equipamentos propondo, ao invés disso, doá-los ao Órgão Ambiental.

Na prática, ao acarretar uma série de transtornos nos entendimentos entre parceiros (Órgão Ambiental - Empresas), este fato tem contribuído para a ocorrência de freqüentes irregularidades no funcionamento das estações, refletindo negativamente na confiabilidade dos dados gerados.

Assim sendo, torna-se imprescindível rever e discutir o modelo de gestão das redes atuais, cabendo ao Órgão Ambiental implementar medidas capazes de assegurar o bom funcionamento dos equipamentos e a qualidade dos dados gerados, investindo no treinamento e capacitação de recursos humanos para assumir a operação e manutenção desses sistemas automáticos e destinando recursos para aquisição de peças e material de reposição necessários.

Este é também o entendimento do próprio Ministério do Meio Ambiente manifestado na proposta de implantação do Sistema Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar, projeto que tem como objetivo a implantação, nos principais aglomerados do país, de sistemas automáticos de monitoramento da qualidade do ar que, futuramente, irão gerar dados e informações para compor o Banco Nacional de Dados sobre a Qualidade do Ar, gerenciado pelo próprio Ministério.

Embasado no Artigo 15 da Lei Federal Nº 8.723 de 28/10/93 – “Os Órgãos Ambientais Governamentais, em nível Federal, Estadual e Municipal, a partir da publicação desta lei, monitorarão a qualidade do ar atmosférico e fixarão diretrizes e programas para seu controle, especialmente em centros urbanos com população acima de quinhentos mil habitantes e nas áreas periféricas sob influência direta dessas regiões” - e no art. 4º da Resolução CONAMA 03/90 - “ O monitoramento da qualidade do ar é atribuição dos Estados”, o Ministério do Meio Ambiente - MMA, frente à omissão da maioria dos estados em cumprir estes dispositivos legais, está propondo o desenvolvimento deste projeto de acordo com as seguintes condições: o Governo Federal doaria aos estados equipamentos automáticos para compor as redes regionais de qualidade do ar. Em contra partida, os estados que aderirem ao programa, formalizariam junto ao Ministério o compromisso de arcar com os investimentos necessários à implantação e operação das redes, compreendendo custos com a infra estrutura física, manutenção das estações e designação de recursos humanos para formação e capacitação de pessoal técnico e de apoio para a operação dos sistemas, cujo treinamento estaria a cargo do MMA.

No caso de Minas Gerais o projeto prevê, em princípio, a implantação de uma rede constituída por 42 estações automáticas, incluindo as três existentes, destinadas a RMBH, Uberlândia, Juiz de Fora e Região Metropolitana do Vale do Aço – RMVA.

Os custos calculados para a manutenção e operação desta rede, correspondentes à contra partida do Estado, foram estimados em cerca de R\$900.000,00 no primeiro ano e R\$780.000,00 nos anos subsequentes.

Assim sendo, e em vista das perspectivas da arrecadação de recursos com a implantação e operação do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso no Estado, torna-se imprescindível prever e assegurar, nos instrumentos legais que irão reger esta matéria, o repasse desses recursos para aplicação exclusiva em programas voltados ao monitoramento da qualidade do ar, compreendendo o investimento na contratação e formação de mão de obra especializada, a aquisição de equipamentos para ampliação das redes atuais e a cobertura de despesas inerentes à sua operação e manutenção, independentemente da efetiva viabilização do projeto do Ministério do Meio Ambiente.

4.1 O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA RMBH

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 da 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, Jabuticatubas, Nova União, Capim Branco, Matozinhos e Taquaraçu de Minas.

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 elevada concentração 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.

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), quando ocorre o fenômeno de inversão térmica. A precipitação anual é de cerca de 1.450mm e a direção predominante de vento é Leste.

O monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte iniciou-se em 1977 e, com várias interrupções, perdurou até 1992, período em que foram empregados equipamentos manuais, projetados e construídos no próprio Estado.

De 1977 a 1984, foram ativados vários pontos de amostragem para a avaliação sistemática das concentrações de Partículas Sedimentáveis, utilizando o “Método do Jarro de Sedimentação”.

A partir de 1984 este monitoramento foi suspenso com a implantação de uma rede de amostragem de Partículas Totais em Suspensão - PTS, utilizando Amostradores de Grandes Volumes de Ar (Hi-Vol) – e taxa de Sulfatação Total (ST) – empregando o método da vela de peróxido de chumbo. A rede foi operada no período de 1984 a 1988 e, no auge de seu funcionamento, atingiu um total de 12 estações para o monitoramento de PTS e 34 para ST.

De 1988 até 1990 o monitoramento foi suspenso, sendo retomado no período de 1991 até 1992 quando a FEAM, utilizando os antigos equipamentos (Hi-Vol) acima mencionados, mediu as concentrações de PTS em seis pontos selecionados da RMBH.

A partir de 1992 consolidou-se a necessidade de investimento em equipamentos tecnologicamente mais avançados para monitorar, em tempo real e contemplando um maior conjunto de poluentes, as condições de qualidade do ar da região conurbada de Belo Horizonte, Contagem e Betim, de elevado adensamento populacional que agrega o maior pólo industrial e a maior frota de veículos de Minas Gerais.

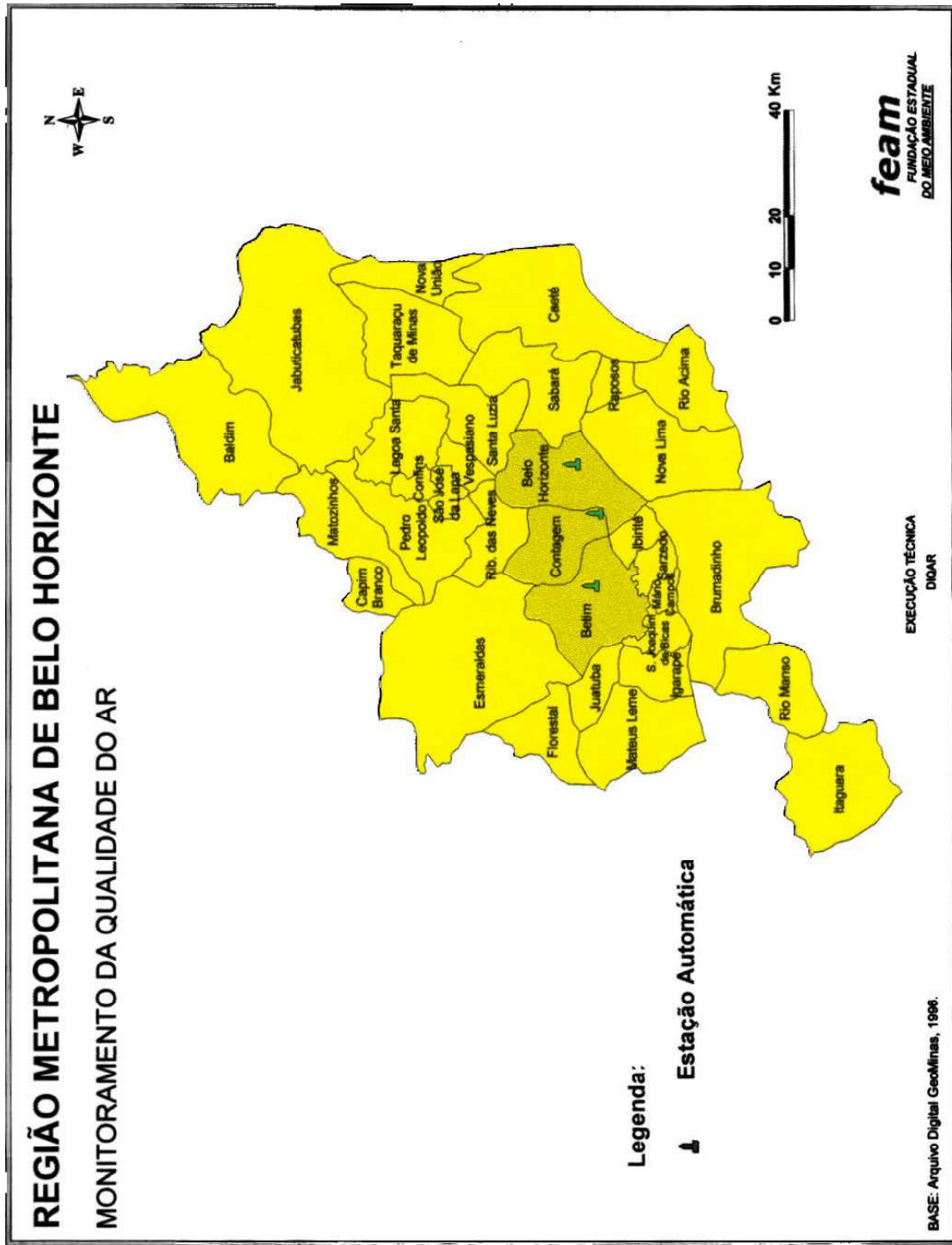
Para tanto, foram feitas algumas tentativas de financiamento junto a organismos de cooperação internacional e também de utilização de recursos públicos estaduais, não se obtendo sucesso em nenhuma delas.

Foi a partir da aprovação pelo COPAM do Plano de Controle Ambiental da Refinaria Gabriel Passos - REGAP da PETROBRÁS, onde estava prevista a implantação de uma rede urbana para a medição das concentrações atmosféricas de dióxido de enxofre, que se iniciou, em abril de 1995, o monitoramento automático da qualidade do ar na RMBH.

A rede é composta por três estações automáticas de fabricação francesa – Environnement S/A – instaladas em pontos selecionados pela FEAM em Belo Horizonte, em Contagem e em Betim, conforme apresentado no Mapa “REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR”.

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 Qualidade do Ar da FEAM e na Assessoria de Segurança e Meio Ambiente da REGAP.

Os poluentes monitorados nas três estações eram 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.



4.1.1 Localização das Estações Automáticas

A Estação de BELO HORIZONTE está localizada na Praça Rui Barbosa em terreno da Prefeitura, 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 1). A 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.

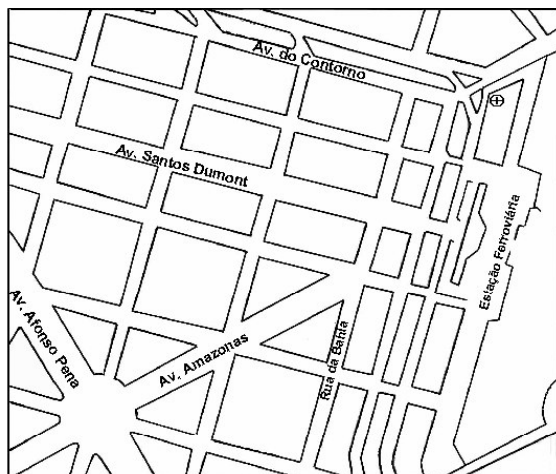


Figura 1 - Localização da Estação (⊕) na Região Central de Belo Horizonte.

A Estação de CONTAGEM está instalada na Avenida Bábíta Camargo, em área externa do Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER, em local próximo à Praça da CEMIG (Figura 2). 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.

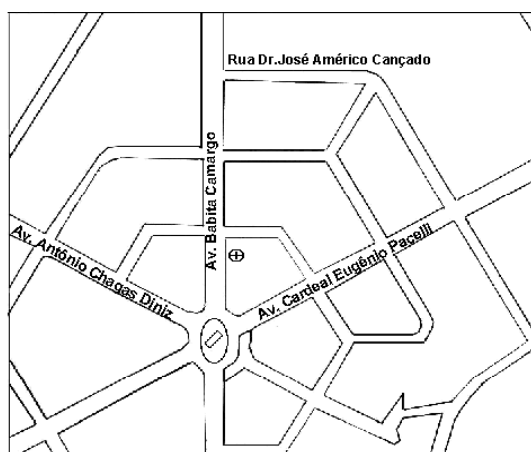


Figura 2 - Localização da Estação (⊕) na Região da Cidade Industrial de Contagem.

Inicialmente a Estação de BETIM foi instalada no Bairro Petrovale em área da Escola Municipal Valério F. Palhares. Devida a necessidade de espaço para ampliação das instalações da escola a estação foi transferida, em 1998, para a Avenida Campos de Ourique, no Bairro Jardim das Alterosas, em área da Administração Regional Alterosa da Prefeitura Municipal de Betim (Figura 3). Essa região é residencial com fluxo moderado de veículos. Nas proximidades estão instalados um porto seco e indústrias.

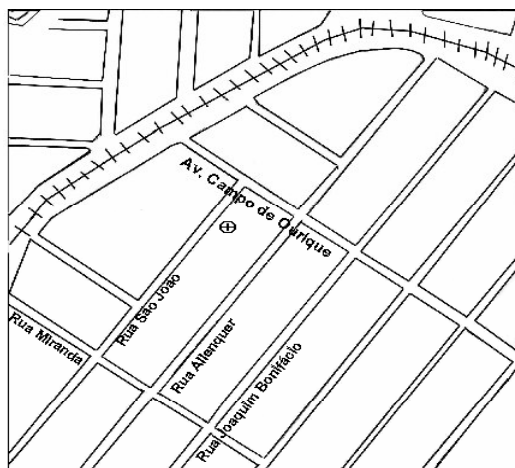


Figura 3 - Localização da Estação (⊕) na Região do Bairro Jardim das Alterosas em Betim.

4.1.2 Métodos de Medição

O método empregado para medir a concentração de Partículas Inaláveis (PM-10) –partículas com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a $10\ \mu\text{m}$ – 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 os dados obtidos são válidos em pelo menos 75% do período de tempo considerado na análise.

Para determinar a concentração de Dióxido de Enxofre (SO_2) no ar atmosférico é utilizado o método 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 apresentadas 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 os dados obtidos são válidos em pelo menos 75% do período de tempo analisado.

O método empregado para determinar a concentração de Monóxido de Carbono (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 os dados obtidos são válidos em pelo menos 75% do período de tempo analisado. O maior valor é utilizado como concentração do dia.

O princípio de funcionamento do analisador contínuo de ozônio (O₃41M) é fotométrico que mede a absorção de luz ultravioleta pelo ozônio. As concentrações de O₃, medidas em ppb, são apresentadas como média de 15 minutos. A concentração média horária é calculada quando os dados obtidos são válidos em pelo menos 45 minutos (75% do tempo de análise). A máxima horária é utilizada como concentração do dia após a conversão da unidade de ppb para µg/m³.

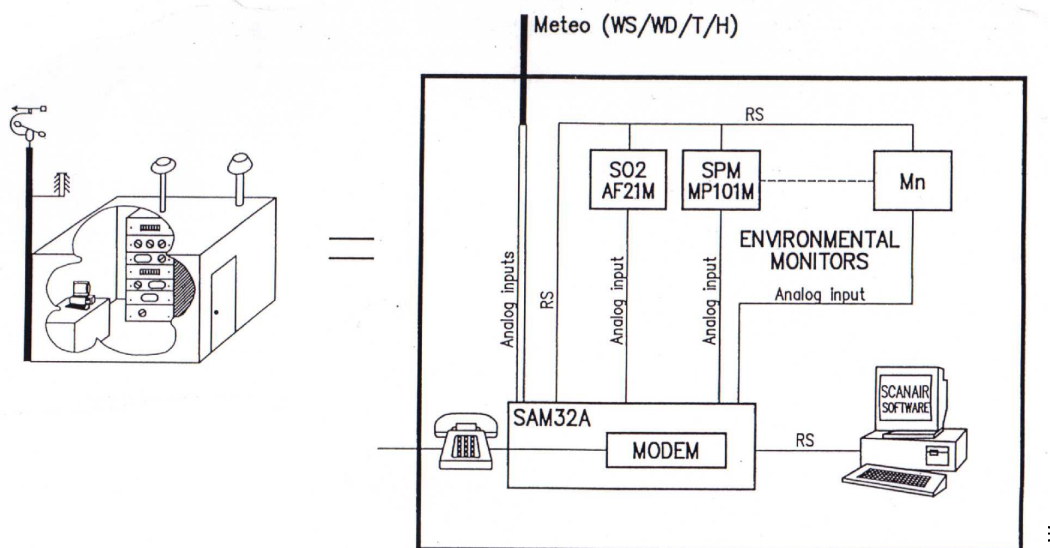
O método de medição dos Óxidos Nítricos (NO_x) é o da quimioluminescência. O monitor (AC31M) é projetado para analisar as concentrações de NO e NO_x através da emissão de luz (quimioluminescência) originada pela oxidação do NO em presença de ozônio. As concentrações de NO₂ (medidas como NO_x e NO) em µg/m³ 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.

As estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar são constituídas de cabines climatizadas onde estão instalados os analisadores de PM-10, SO₂, CO, O₃, 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.

Dois terminais, um instalado na REGAP/PETROBRAS e outro 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 4.

O programa “Scanair” é empregado no gerenciamento da aquisição, no armazenamento e no processamento dos dados originados do “data logger” e dos analisadores. Esse sistema permite, além do acesso às informações em tempo real, a obtenção de médias de 15 min, 30 min, 1 hora, diárias, mensais e anuais dos dados de concentração de PM-10, SO₂, CO, O₃, NO₂ e dos parâmetros meteorológicos na forma de gráficos e tabelas.



4.1.3 Poluentes Atmosféricos e seus Efeitos na Saúde

Considera-se poluente qualquer substância presente no ar e que pela sua concentração possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. Os principais poluentes atmosféricos de origem veicular e seus efeitos na saúde são descritos a seguir.

- Material Particulado

Sob a denominação geral de Material Particulado (MP) se encontra uma classe de poluentes constituída de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que, devido ao seu pequeno tamanho, se mantém suspenso na atmosfera. As fontes emissoras desse poluente são as mais variadas, indo de incômodas “fuligens” emitidas pelos veículos até as fumaças expelidas pela chaminés industriais, passando pela própria poeira depositada nas ruas, levantada pelo vento e pelo movimento dos veículos.

Até 1989, a legislação brasileira preocupava-se apenas com as “Partículas Totais em Suspensão”, ou seja, com todos os tipos e tamanhos de partículas que se mantêm suspensas no ar, a grosso modo, partículas menores que 100 micra (uma micra é a milésima parte do milímetro). No entanto, pesquisas recentes, mostram que aquelas mais finas, em geral as menores que 10 micra, penetram mais profundamente no aparelho respiratório e são as que apresentam efetivamente mais riscos à saúde. Dessa forma, a legislação brasileira passou também a se preocupar com as “Partículas Inaláveis”, a partir de 1990.

Partículas minúsculas como as emitidas pelos veículos, principalmente os movidos a diesel, podem ser menores do que a espessura de um fio de cabelo. Sendo assim, não são retidas pelas defesas do organismo, tais como, pêlos de nariz, mucosas, etc. Causam irritação nos olhos e garganta, reduzindo a resistência às infecções e ainda provocando doenças crônicas. O mais grave é que essas partículas finas, como as de fumaça de cigarro, quando respiradas, atingem as partes mais profundas dos pulmões, transportando para o interior do sistema respiratório substâncias tóxicas e cancerígenas.

As partículas causam ainda danos à estrutura e à fachada de edifícios, à vegetação e são também responsáveis pela redução da visibilidade.

- Dióxido de Enxofre

A inalação do Dióxido de Enxofre (SO_2), mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares. Em concentrações progressivamente maiores, causa o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório, responsável pela remoção do muco e partículas estranhas. Pode aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite.

Em certas condições, o SO_2 pode transformar-se em Trióxido de Enxofre (SO_3) e, com a umidade atmosférica, transformar-se em ácido sulfúrico, sendo assim um dos componentes da chuva ácida.

- Monóxido de Carbono

Originado de processo de combustão incompleta, o Monóxido de Carbono (CO) é encontrado principalmente nas cidades devido ao grande consumo de combustíveis, tanto pela indústria como pelos veículos. No entanto, estes últimos são os maiores causadores deste tipo de poluição, pois além de emitirem mais do que as indústrias lançam esse gás à altura do sistema respiratório. Por isso, a poluição por CO é encontrada sempre em altos níveis nas áreas de intensa circulação de veículos dos grandes centros urbanos. Constitui-se em um dos mais perigosos tóxicos respiratórios para o homem e animais, dado o fato de não possuir cheiro, não ter cor, não causar irritação e não ser percebido pelos sentidos.

Em face da sua grande afinidade química com a hemoglobina do sangue, tende a combinar-se rapidamente com esta, ocupando o lugar destinado ao transporte do oxigênio; pode, por isso, causar a morte por asfixia. A exposição contínua, até mesmo em baixas concentrações, também está relacionada às causas de afecções de caráter crônico, além de ser particularmente nociva para pessoas anêmicas e com deficiências respiratórias ou circulatórias, pois produz efeitos nocivos nos sistemas nervoso central, cardiovascular, pulmonar e outros.

A exposição ao CO também pode afetar fetos diretamente pelo déficit de oxigênio, em função da elevação da carboxihemoglobina no sangue fetal, causando inclusive peso reduzido no nascimento e desenvolvimento pós-natal retardado.

- Oxidantes fotoquímicos

Os hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio reagem na atmosfera, principalmente quando ativados pela luz solar, formando um conjunto de gases agressivos chamados de oxidantes fotoquímicos. Dentre eles, o ozônio é o mais importante, pois é utilizado como indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera.

O ozônio também tem origem nas camadas superiores da atmosfera, onde exerce importante função ecológica, absorvendo as radiações ultravioletas do sol e reduzindo assim a sua quantidade na superfície da Terra; pode, por outro lado, nas camadas inferiores da atmosfera, exercer ação nociva sobre vegetais, animais, materiais e sobre o homem, mesmo em concentrações relativamente baixas.

Não sendo emitidos por qualquer fonte, mas formados na atmosfera, os oxidantes fotoquímicos são chamados de poluentes secundários. Ainda que sejam produtos de reações químicas de substâncias emitidas em centros urbanos, também se formam longe desses centros, ou seja, nas periferias das cidades e locais onde, em geral, estão localizados os centros de produção agrícola. Como são agressivos às plantas, agindo como inibidores da fotossíntese e produzindo lesões características nas folhas, o controle dos oxidantes fotoquímicos adquire, assim, fortes conotações sócio-econômicas.

Estes poluentes formam o chamado “smog” fotoquímico ou névoa fotoquímica, que possui esse nome porque promove na atmosfera redução da visibilidade. Ademais, provocam danos na estrutura pulmonar, reduzem sua capacidade e diminuem a resistência às infecções deste órgão; causam ainda, o agravamento das doenças respiratórias, aumentando a incidência de tosse, asma, irritações no trato respiratório superior e nos olhos. Seus efeitos mais danosos parecem estar mais relacionados com a exposição cumulativa do que com os picos diários.

- Óxidos de nitrogênio

Não está ainda perfeitamente demonstrado que o monóxido de nitrogênio (NO) constitua perigo à saúde nas concentrações em que se encontra no ar das cidades. Entretanto, em dias de intensa radiação, o NO é oxidado a dióxido de nitrogênio (NO₂), que é altamente tóxico ao homem, aumentando a susceptibilidade às infecções respiratórias e aos demais problemas respiratórios em geral. Além de irritante das mucosas, provocando uma espécie de enfisema pulmonar, pode ser transformada nos pulmões em nitrosaminas, alguma das quais são conhecidas como potencialmente carcinogênicas.

- Hidrocarbonetos

Os Hidrocarbonetos (HC) são resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis. São gases e vapores com odor desagradável (similar à gasolina ou diesel), irritantes dos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior. Podem vir a causar dano celular, sendo que diversos hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos. Participam ainda na formação dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera, juntamente com os óxidos de nitrogênio (NO_x).

Dados do Banco Mundial indicam que a poluição do ar é responsável mundialmente por cerca de três milhões de mortes por ano, enquanto os acidentes de trânsito fazem cerca de 890 mil vítimas no mesmo período. Levantamento da Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo indica que, entre 1993 e 1997, 10% das internações de menores de 15 anos e 8% das mortes em idosos, na capital, estão relacionadas com o material particulado.

Cada vez mais se torna imprescindível o monitoramento da poluição atmosférica principalmente nos grandes centros urbanos. Pesquisa realizada na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP, diz que o aumento dos níveis de poluição atmosférica, principalmente no inverno, pode aumentar até 12% o risco de morte por doenças respiratórias. A exposição prolongada por meses ou anos, mesmo a níveis relativamente baixos de poluição, pode provocar doenças das vias respiratórias em pessoas saudáveis, agravar o quadro de quem já tem problemas respiratórios e também levar à morte.

Dados de pesquisa apontam um aumento de 25% na procura por atendimento em prontos-socorros infantis em dias subsequentes a ocorrências de elevadas concentrações de poluentes na atmosfera. No Sistema Único de Saúde - SUS, por exemplo, o número de internações por motivos respiratórios durante o período de inverno aumenta até 15%. No Instituto da Criança da FMUSP esse índice chega a 20%. Além disso, a taxa de mortalidade de idosos acima de 65 anos aumenta até 12%.

4.1.4 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 001/86). 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):

- 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 deterioração 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:

a) 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.

b) Dióxido de Enxofre (SO₂)

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 80 microgramas por metro cúbico de 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.

c) 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.

d) 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.

e) Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico de 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.

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 United States Environmental Protection Agency (USEPA).

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.

4.1.5 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 é apresentada no Quadro 2.

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⁾		50	80	4,5	80	100	
		Regular						
100	PQAR		150	365	9	160	320	
		Inadequada						
200	ATENÇÃO		250	800	15	400	1130	
		Má						
300	ALERTA		420	1600	30	800	2260	
		Péssima						
400	EMERGÊNCIA		500	2100	40	1000	3000	
		Crítica						
500	CRÍTICA		600	2620	50	1200	3750	

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

Fonte: CETESB/FEAM

4.1.6 Série Histórica de Dados de Qualidade do Ar

Apesar do avanço representado pela implantação, em maio de 1995, de um sistema automático e telemétrico de monitoramento da qualidade do ar na região mais crítica do Estado, a capacidade da série histórica de dados em oferecer condições para a obtenção de um diagnóstico seguro e consistente dos níveis reais de poluição atmosférica nos municípios conurbados de Belo Horizonte, Contagem e Betim, deve ser vista dentro de suas reconhecidas limitações.

Em primeiro lugar, deve-se considerar o número insuficiente de estações para oferecer cobertura adequada à região: no caso de Belo Horizonte, por exemplo, onde há predominância da poluição por veículos automotores, as áreas cortadas e sob influência de seus mais importantes eixos viários encontram-se, atualmente, excluídas do monitoramento.

Ademais e em função dos fatores abordados anteriormente, o desempenho operacional da rede não atingiu os níveis desejados: a FEAM adota como critério para validação dos dados gerados pela rede a referência de um mínimo de 75% do tempo com registro de dados válidos. Dessa forma, uma série mensal de dados é considerada representativa quando houver um mínimo de 23 dias com registros válidos.

Nas Tabelas 01, 02 e 03 são apresentados os resultados do levantamento das porcentagens de dados omissos (sombreadas em amarelo) verificadas no período de 1995 a 2000, em cada uma das três estações. Em Belo Horizonte, no ano de 1996 nenhum dos parâmetros monitorados apresentou 75% de dados válidos. Em 1997 e 1999 os dados gerados só foram representativos para os parâmetros direção dos ventos e ozônio, respectivamente. A representatividade dos dados de concentração de PM-10 e SO₂ só é assegurada para os anos de 1998 e 2000.

Tabela 1 - Desempenho operacional da Estação de Belo Horizonte no período de 1995 a 2000.

ESTAÇÃO BELO HORIZONTE						
Parâmetros monitorados	% de Dados Omissos					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PM-10	55,9	52,6	38,9	11,8	39,2	7,7
SO ₂	44,5	30,4	38,6	11,8	44,1	16,2
CO					24,0	49,0
OZONIO					6,9	29,3
NO ₂					66,2	100,0
VV	11,8	27,7	35,1	18,9	32,6	73,7
DV	11,8	27,6	20,3	18,6	27,1	7,1
T	11,8	27,7	34,8	18,6	27,1	7,1
UR	11,8	27,7	34,8	18,6	27,1	7,1

Em 1996, a estação de Contagem registrou um número insuficiente de dados válidos para todos os parâmetros e somente nos anos de 1995 e 1999, as concentrações de PM-10 são consideradas representativas.

Tabela 2 - Desempenho operacional da Estação de Contagem no período de 1995 a 2000.

ESTAÇÃO CONTAGEM						
Parâmetros monitorados	% de Dados Omissos					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PM-10	10,2	32,6	31,0	32,3	13,2	60,3
SO ₂	12,7	45,8	12,3	10,4	7,4	5,2
VV	10,2	31,5	12,9	25,8	31,8	19,7
DV	10,2	31,4	9,9	14,0	18,6	8,7
T	10,2	31,5	9,9	14,0	23,8	19,7
UR	10,2	31,5	9,9	17,8	30,7	19,7

Devido à requisição do espaço que ocupava no bairro Petrovale, a estação de Betim foi transferida para o bairro Jardim das Alterosas, ficando desativada durante todo o ano de 1997. Em relação a todos os parâmetros monitorados, a estação de Betim foi a de pior desempenho da rede: somente nos anos de 1995 e de 2000, funcionou regularmente, possibilitando a geração de dados válidos e representativos para todos os parâmetros.

Tabela 3 - Desempenho operacional da Estação de Betim no período de 1995 a 2000.

ESTAÇÃO BETIM						
Parâmetros monitorados	% de Dados Omissos					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PM-10	22,5	77,5	*	26,3	23,6	3,6
SO ₂	15,1	77,5	*	56,4	100,0	15,6
VV	13,5	0,0	*	94,2	37,3	0,0
DV	13,5	77,3	*	65,2	53,4	12,9
T	13,5	77,5	*	65,2	53,4	12,9
UR	13,5	77,5	*	65,2	53,4	12,9

(*) Estação desativada

Nos três gráficos da Figura 5, dispostos em seqüência para efeito comparativo, encontra-se a série histórica de dados das concentrações médias mensais de partículas inaláveis registradas nas estações de Belo Horizonte, Contagem e Betim. Conforme observa-se, é também nesta seqüência que são verificados níveis crescentes das concentrações de PM-10 em praticamente todo período considerado. Embora admitindo variações e de acordo com as expectativas, as concentrações médias mensais atingiram valores máximos anuais nos meses de maio, junho ou julho, em todas as estações.



Figura 5 - Concentrações médias mensais de Partículas Inaláveis - PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), no período de 1995 a 2000, em Belo Horizonte, Contagem e Betim.

Utilizando como base os dados das concentrações médias diárias do conjunto de poluentes monitorados em cada estação, foram calculadas as principais estatísticas para cada série anual de dados, mostradas nas Tabelas 4, 5 e 6. De acordo com as estatísticas descritivas referentes à estação de Belo Horizonte (Tabela 4), embora a série de dados não tenha atendido o critério de representatividade, o ano de 1995 foi aquele em que registraram-se as concentrações máximas de partículas inaláveis, quando foi verificada a única ultrapassagem do padrão diário de PM-10 na capital: a concentração média anual atingiu o maior valor da série histórica ($43,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) enquanto 50% das concentrações diárias situaram-se entre os valores de $39,5$ e $173,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas anuais dos poluentes para a Praça da Estação, Belo Horizonte, 1995-2000

Parâmetros	Ano	Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio-Padrão	Omissos
PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1995	3,6	39,5	173,9	43,3	23,94	257
	1996	0,8	18,4	71,0	21,6	13,19	192
	1997	0,0	15,4	121,1	21,9	19,39	142
	1998	0,2	22,6	95,8	25,0	15,10	43
	1999	2,2	24,6	96,1	29,6	18,20	143
	2000	1,3	11,1	53,5	13,2	8,39	28
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1995	0,0	0,0	14,9	0,9	2,68	229
	1996	0,0	8,1	128,0	17,4	23,93	111
	1997	0,0	0,0	39,4	1,4	4,40	141
	1998	0,0	2,1	37,9	4,7	6,61	43
	1999	0,0	3,4	37,6	7,0	8,53	161
	2000	0,0	0,3	44,7	3,0	5,57	59
CO (ppm)	1999	0,3	1,0	7,3	1,5	1,35	182
	2000	0,3	0,8	5,0	1,2	0,95	179
Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1999	19,6	56,6	151,8	62,2	23,64	135
	2000	10,8	49,6	141,7	52,1	20,97	107
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1999	3,8	16,9	109,5	27,6	24,34	298
	2000	*	*	*	*	*	366

Tabela 5 - Estatísticas descritivas anuais dos poluentes para a Praça da CEMIG, Contagem, 1995-2000.

Parâmetros	Ano	Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio-Padrão	Omissos
PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1995	21,3	56,4	229,0	64,9	34,83	145
	1996	20,3	54,7	276,2	65,9	37,01	119
	1997	13,6	59,1	186,1	66,6	32,86	113
	1998	10,6	44,8	171,1	51,7	24,19	118
	1999	9,3	38,5	149,9	44,3	22,55	48
	2000	8,8	28,1	99,8	32,0	17,26	220
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1995	5,5	26,1	72,6	27,1	14,08	151
	1996	0,0	2,1	31,9	4,4	5,61	167
	1997	0,0	0,0	37,1	1,1	3,88	45
	1998	0,0	6,3	69,8	8,6	8,95	38
	1999	0,0	5,0	57,7	7,4	8,00	27
	2000	0,0	1,3	28,0	2,9	4,24	19

Tabela 6 - Estatísticas descritivas anuais dos poluentes para o Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 1995-2000.

Parâmetros	Ano	Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio-Padrão	Omissos
PM-10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1995	0,0	42,8	118,8	48,2	26,59	175
	1996	0,0	72,2	460,9	92,2	75,27	283
	1997	*	*	*	*	*	*
	1998	8,0	67,9	211,0	73,3	32,55	96
	1999	7,7	61,4	252,4	69,5	39,50	86
	2000	7,3	49,7	194,7	57,5	31,70	13
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1995	0,0	2,4	34,5	3,8	4,74	157
	1996	0,0	1,0	16,7	2,0	2,82	283
	1997	*	*	*	*	*	*
	1998	0,0	2,9	22,5	4,5	4,84	206
	1999	*	*	*	*	*	365
	2000	0,0	0,0	12,0	1,4	2,87	57

Já, em relação à estação de Contagem, embora as porcentagens de dados omissos tenham superado o valor adotado do critério de validação, os anos de 1995, 1996 e 1997 foram os mais críticos em relação à poluição por partículas inaláveis. De acordo com os dados da Tabela 7, nestes três anos ocorreu um total de 26 ultrapassagens do padrão diário e, conforme mostrado na Tabela 5, foram anos onde observaram-se as maiores concentrações médias anuais, cujos valores ultrapassaram o padrão anual para este poluente. Ratificando estas considerações, as estatísticas descritivas (Tabela 5) demonstram ainda que em 1995, 50% dos valores das concentrações médias diárias de PM-10 situaram-se entre 56,4 e 229 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto em 1996, entre 54,7 e 276,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e em 1997, entre 59,1 e 186,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Tabela 7 - Número de vezes de ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar para os poluentes monitorados nas Estações de Belo Horizonte, Contagem e Betim, 1995 a 2000.

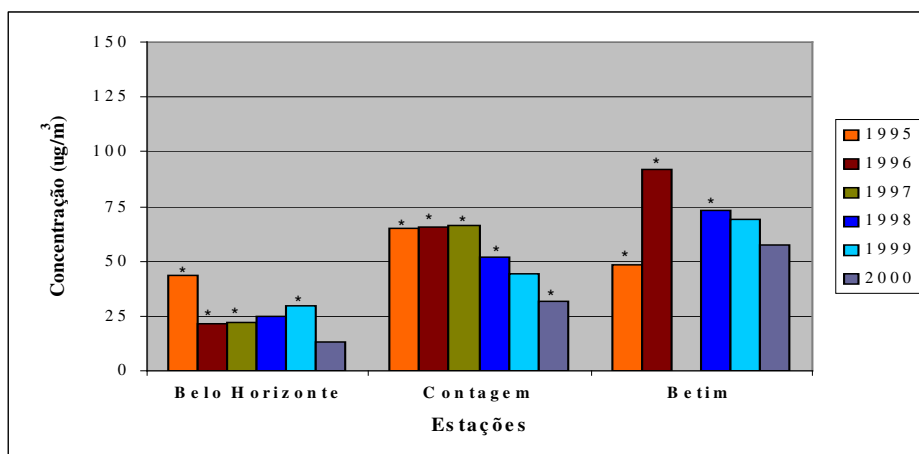
Poluentes	Número de ultrapassagens do padrão diário																	
	Belo Horizonte						Contagem						Betim					
	95	96	97	98	99	00	95	96	97	98	99	00	95	96	97	98	99	00
PM-10	1	0	0	0	0	0	6	9	11	3	0	0	0	7	*	4	10	4
SO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0
CO	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
Ozônio	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-

(*) Estação desativada; (-) Não monitorado na estação ou no período

O fato da estação de Betim ter sido transferida de local, compromete a interpretação da série completa dos dados de poluição por PM-10 no período. Assim sendo, considerando apenas os resultados obtidos em sua atual localização, verifica-se, para o período de 1998 até 2000, concentrações médias mensais de PM-10 bem mais elevadas em relação aos outros dois municípios (Figura 5), quando foram registradas um total de 18 ultrapassagens do padrão diário de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabela 7). Nestes três anos, as estatísticas descritivas (Tabela 6) mostram as concentrações médias anuais superiores ao padrão anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e uma distribuição dos valores máximos das concentrações médias diárias em relação à mediana, da seguinte forma: em 1998, 50% dos dados

variaram entre 67,9 e 211 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; em 1999, entre 61,4 e 252,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e em 2000, entre 49,7 e 194,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

No Gráfico 1, os resultados das concentrações médias anuais de PM-10 das três estações são apresentados em um diagrama de barras que resume a série histórica de dados 1995 – 2000: apesar das restrições quanto às suas representatividades, os dados revelam, particularmente em relação à Contagem e Betim, tendências à diminuição dos níveis de poluição atmosférica por partículas inaláveis a partir do ano de 1998 e uma melhor condição da qualidade do ar da capital em relação aos dois municípios no período considerado.



Nota: * indica que a média anual não é representativa

Gráfico 1 - Médias Anuais das Concentrações de Partículas Inaláveis (PM-10) no período de 1995 a 2000.

As medidas adotadas pelo Governo Federal com o objetivo de reduzir o teor de enxofre dos combustíveis tiveram repercussão positiva para o controle das emissões de SO_2 em nível nacional: a introdução do “diesel metropolitano” vem possibilitando uma sensível diminuição da concentração desse poluente na atmosfera dos grandes centros urbanos, onde predomina a poluição por veículos automotores. Por outro lado, a redução dos teores de enxofre dos óleos combustíveis, intensamente utilizados em fornos e caldeiras nos diversos segmentos industriais, tem contribuído para o controle das emissões de SO_2 dessas fontes fixas.

Embora estas medidas estejam produzindo efeitos perceptíveis apenas nos anos mais recentes, é importante assinalar que, desde o início de operação da rede de monitoramento (1995), as concentrações de dióxido de enxofre medidas nas estações de Belo Horizonte, Contagem e Betim sempre apresentaram valores muito baixos, com grande frequência de registros de concentração nula em numerosas séries de dados de concentração média diária.

As estatísticas descritivas dos dados das três estações demonstram este fato: em Belo Horizonte (Tabela 4) a máxima concentração média diária obtida no período (128,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ficou muito abaixo do padrão diário de SO_2 (365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ressalta-se também que este foi o maior valor registrado na série histórica de dados de SO_2 da rede de monitoramento dos

municípios conurbados. Ainda em relação à estação de Belo Horizonte, verifica-se a máxima concentração média anual ocorrendo no ano de 1996 ($17,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ratificando o comentário sobre as concentrações nulas de SO_2 , a Tabela 4 mostra, para os anos de 1995 e 1997, que 50% dos valores das concentrações médias diárias registradas nestes anos foram de $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mais recentemente, no ano 2000, quando a série de dados atendeu o critério de representatividade, 50% dos dados de concentração de SO_2 variaram entre 0,0 e $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto os restantes 50% variaram entre 0,3 e o máximo de $44,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, resultando uma concentração média anual de $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na estação de Contagem foi registrado o maior valor da concentração média anual da série histórica de dados de SO_2 da rede de monitoramento: $27,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em 1995 (Tabela 5). Entretanto, a exemplo de Belo Horizonte, as concentrações situaram-se em níveis muito baixos: a série de dados representativos de 1997, cuja média anual atingiu $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mostra que 50% das concentrações médias diárias de SO_2 apresentaram valor de $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto as restantes 50%, variaram entre 0,0 e $37,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabela 5).

Em 1995, a série de dados de concentração média diária de SO_2 da estação de Betim apresentou um comportamento cíclico – aumento progressivo seguido de queda brusca – ao longo dos meses do ano, denotando um possível “vício” do equipamento de medição. Em razão disso, os dados da série anual, considerados não confiáveis, foram desprezados. Somando a isto o fato da desativação da estação em 1997, a análise da série histórica de dados de concentração de SO_2 em Betim é dificultada. Entretanto, conforme observado na Tabela 6, tanto as concentrações máximas diárias quanto as médias anuais, apresentaram valores muito baixos. No ano de 2000, os dados foram representativos e mesmo assim, observa-se também para Betim, a ocorrência de valores nulos das concentrações médias diárias de SO_2 : 50% dos valores de concentração foram de $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e os outros 50% variaram entre 0,0 e $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Finalmente, no Gráfico 2 são apresentados os dados da série histórica cotejados com o padrão anual de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$: para as três estações, os valores das concentrações médias anuais de SO_2 situaram-se muito abaixo do padrão, sendo que em 2000, estas concentrações convergiram para valores abaixo de $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

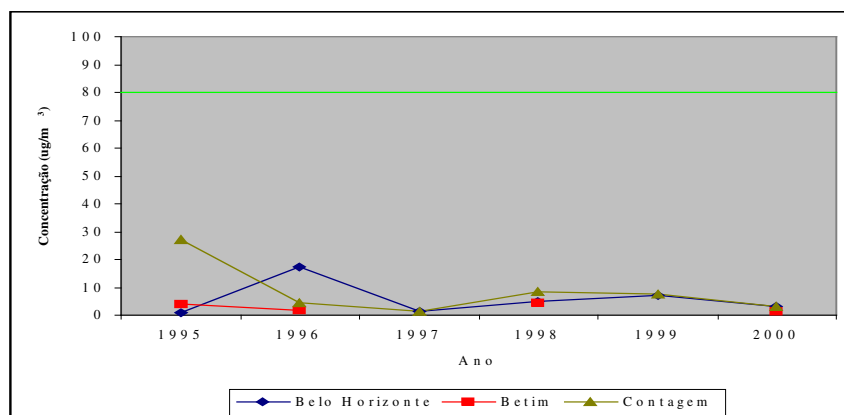


Gráfico 2 - Médias Anuais das Concentrações de Dióxido de Enxofre (SO_2), no período de 1995 a 2000.

Em abril de 1999, a estação de Belo Horizonte recebeu monitores de monóxido de carbono, ozônio e de óxidos de nitrogênio. No breve período de funcionamento, a maioria dos dados gerados para cada um dos poluentes, não atingiu o mínimo de 75% de registros válidos (Tabela 1). Para efeito de comparação com os padrões de qualidade do ar, a concentração diária de CO considerada é aquela correspondente à maior média de 8 horas enquanto, para o ozônio, considera-se como concentração diária aquela representada pela maior média horária registrada no dia. As estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 4 mostram, para as concentrações de CO, valores máximos inferiores ao padrão diário de 9 ppm. Para o ozônio, as máximas concentrações médias horárias também não ultrapassaram o limite de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90 para este poluente. Com relação ao NO_2 , o fato do monitor ter apresentado problemas operacionais logo após sua instalação, impediu a formação das séries anuais de dados em 1999 e 2000.

4.1.7 Série Histórica de Dados Meteorológicos

Nas Tabelas de 8 a 10 são apresentadas as estatísticas descritivas dos parâmetros velocidade dos ventos, temperatura e umidade relativa do ar registrados no período de 1995 a 2000 nas estações de Belo Horizonte, Contagem e Betim.

Tabela 8 - Estatísticas descritivas anuais dos parâmetros meteorológicos para a Praça da Estação, Belo Horizonte, 1995-2000.

Parâmetros	Ano	Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio-Padrão	Omissos
V V (m/s)	1995	0,7	1,4	2,7	1,5	0,37	149
	1996	0,7	1,5	2,5	1,5	0,41	101
	1997	0,7	1,3	2,8	1,3	0,35	128
	1998	0,7	1,3	2,7	1,4	0,35	69
	1999	0,4	1,3	2,7	1,3	0,42	119
	2000	0,3	1,3	2,3	1,3	0,37	269
T (°C)	1995	17,7	22,9	29,3	22,8	2,17	149
	1996	15,8	22,5	29,3	22,8	2,99	101
	1997	15,4	22,5	29,6	22,5	2,81	127
	1998	16,7	24,0	30,2	23,6	2,97	68
	1999	13,2	22,6	28,8	22,8	2,65	99
	2000	15,1	23,4	28,9	23,2	2,89	26
U.R do ar (%)	1995	33,8	60,3	90,0	60,5	10,96	149
	1996	31,7	62,0	93,6	64,5	11,22	101
	1997	38,1	65,1	96,9	66,4	10,86	127
	1998	43,2	65,2	94,5	66,2	9,93	68
	1999	32,8	61,3	95,1	61,3	11,97	99
	2000	36,7	63,7	94,6	65,1	11,59	26

V V = Velocidade dos Ventos; T = Temperatura; U.R = Umidade Relativa do Ar

Tabela 9 - Estatísticas descritivas anuais dos parâmetros meteorológicos para a Praça da CEMIG, Contagem, 1995-2000.

Parâmetros	Ano	Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio-Padrão	Omissos
V V (m/s)	1995	0,7	1,8	3,9	1,9	0,63	145
	1996	0,6	1,8	3,4	1,9	0,59	115
	1997	0,6	1,7	3,2	1,7	0,56	47
	1998	0,6	1,6	3,2	1,7	0,51	94
	1999	0,7	1,8	3,5	1,8	0,51	116
	2000	0,7	1,8	3,3	1,8	0,47	72
T (°C)	1995	16,2	21,7	27,8	21,7	2,13	145
	1996	14,4	21,7	27,6	21,9	2,76	115
	1997	14,8	22,7	30,0	22,8	2,74	36
	1998	15,8	22,9	29,2	22,7	2,73	51
	1999	12,6	21,7	27,4	21,7	2,45	87
	2000	14,4	23,6	30,2	23,7	2,89	72
U.R do ar (%)	1995	32,9	60,5	92,4	60,8	11,50	145
	1996	28,6	62,5	94,8	64,8	12,32	115
	1997	34,5	66,3	98,7	67,2	12,36	36
	1998	50,5	70,8	97,0	70,9	9,31	65
	1999	37,5	68,4	93,5	67,2	10,86	112
	2000	38,1	67,0	97,7	67,1	11,92	72

V V = Velocidade dos Ventos; T = Temperatura ; U.R = Umidade Relativa do Ar

Tabela 10 - Estatísticas descritivas anuais dos parâmetros meteorológicos para o Bairro Jardim das Alterosas, Betim, 1995-2000.

Parâmetros	Ano	Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio-Padrão	Omissos
V V (m/s)	1995	0,4	1,5	3,5	1,6	0,81	153
	1996	0,5	1,1	3,2	1,3	0,63	283
	1997	*	*	*	*	*	*
	1998	*	*	*	*	*	365
	1999	1,1	1,4	2,9	1,6	0,50	344
	2000	0,5	1,6	3,2	1,7	0,57	136
T (°C)	1995	14,6	21,6	25,9	21,2	2,27	153
	1996	13,9	18,7	27,5	19,6	3,41	283
	1997	*	*	*	*	*	*
	1998	16,4	24,0	27,6	23,5	2,49	238
	1999	14,4	22,0	30,5	22,0	2,49	195
	2000	11,8	22,0	29,9	21,9	3,06	47
U.R do ar (%)	1995	41,6	65,4	92,7	65,1	11,26	153
	1996	49,4	66,5	85,1	65,9	6,65	283
	1997	*	*	*	*	*	*
	1998	47,9	70,1	93,9	70,6	8,95	238
	1999	34,5	65,7	94,7	66,0	12,47	195
	2000	34,0	65,0	96,1	66,0	11,71	47

V V = Velocidade dos Ventos; T = Temperatura ; U.R = Umidade Relativa do Ar

De maneira geral, para os três parâmetros considerados nos valores médios anuais obtidos, não são verificadas grandes variações.

Também em relação aos dados meteorológicos, as séries anuais tiveram sua representatividade comprometida em todas as estações, em anos específicos para cada uma delas (Tabelas 1, 2 e 3).

Os resultados das velocidades médias diárias dos ventos mostram que o valor mínimo no período foi verificado no ano 2000 (Tabela 8), em Belo Horizonte (0,3 m/s), e o máximo em Contagem (Tabela 9), no ano de 1995 (3,9 m/s). Em termos de média anual, os resultados revelam ventos mais calmos em Belo Horizonte, fato que pode ser justificado pela própria localização da estação, no vale do Ribeirão Arrudas, centro da capital e região parcialmente circundada por edificações.

Com relação às temperaturas médias diárias, os valores máximos verificados foram de 30,2°C (1998) em Belo Horizonte (Tabela 8), 30,2°C (2000) em Contagem (Tabela 9) e 30,5°C (1999) em Betim (Tabela 10), enquanto os mínimos foram de 13,2°C (1999); 12,6°C (1999) e 11,8°C (2000) em Belo Horizonte, Contagem e Betim, respectivamente. Já, as temperaturas médias anuais variaram entre 22,5°C (1997) e 23,6°C (1998), em Belo Horizonte; 21,7°C (em 1995 e 1999) e 23,7°C (2000), em Contagem e 19,6°C (1996) e 23,5°C (1998), em Betim.

No ano de 1996 foi registrado em Contagem o valor mais baixo da média diária da umidade relativa do ar da região: 28,6% (Tabela 9). Já, em Belo Horizonte (Tabela 8), o valor mínimo ocorreu em 1996 (31,7%) e, em Betim (Tabela 10), em 2000 (34,0%).

Com os dados horários fornecidos em cada estação é determinada a direção predominante diária de vento: aquela que, em relação às outras, apresenta o maior número de registros no dia. Ao completar um ano de observações, os dados diários, agrupados em correspondência com as sete direções principais (Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste) levam à obtenção da distribuição percentual das direções de vento relativas à cada uma dessas direções, permitindo assim a determinação da direção predominante de vento – a de maior percentual de ocorrência - verificada no ano.

Com os resultados da distribuição percentual das direções de vento, obtidas para cada estação de monitoramento, foram construídos os Gráficos de 3 a 5, onde constam as duas direções que apresentaram os maiores valores percentuais de ocorrência em cada ano. Para avaliar a representatividade desses resultados, incluiu-se nesses gráficos a porcentagem de dados omissos correspondentes a cada série anual.

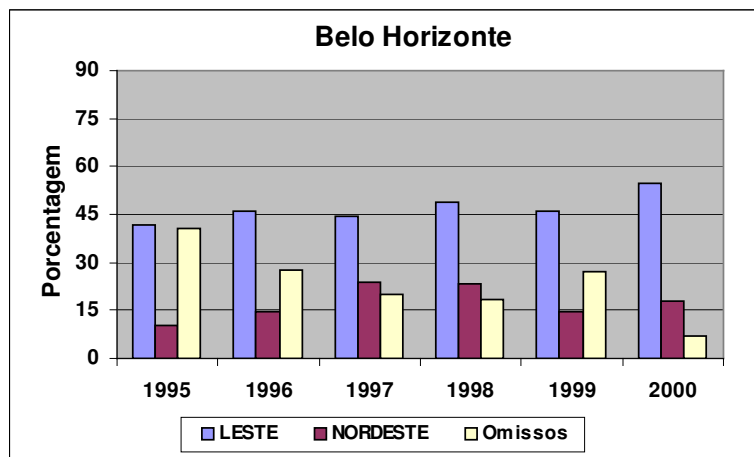


Gráfico 3 - Porcentagens de ocorrência das duas direções predominantes de vento em Belo Horizonte.

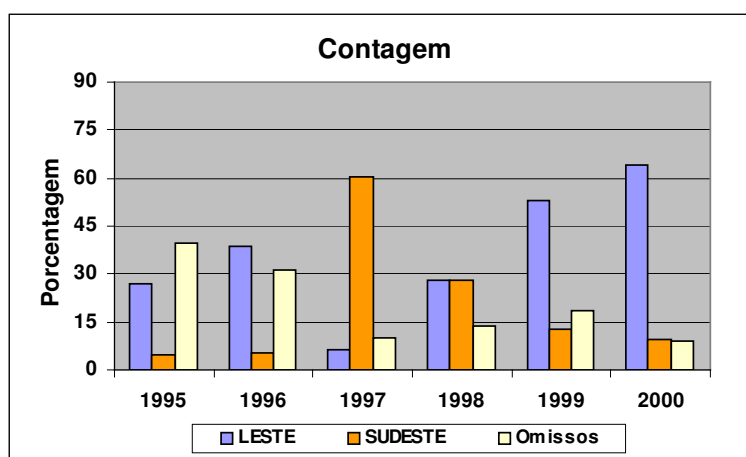


Gráfico 4 - Porcentagens de ocorrência das duas direções predominantes de vento em Contagem.

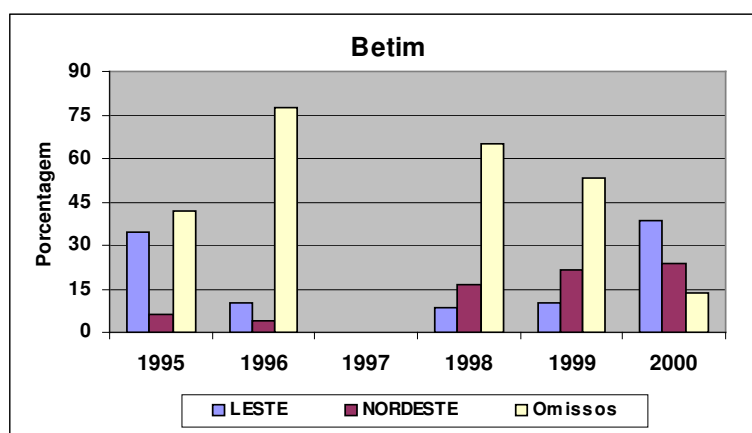


Gráfico 5 - Porcentagens de ocorrência das duas direções predominantes de vento em Betim.

Nos seis anos de observação, os dados mostram para Belo Horizonte, a direção leste como sendo a de maior predominância, seguida pelos ventos originados em nordeste - segunda direção predominante (Gráfico 3). Esta constatação é mais evidente nos dados da série anual de 2000, quando a porcentagem de omissos foi a menor no período. Esses resultados indicam, no contexto regional, que na maior parte do tempo, o vento sopra no sentido Belo Horizonte – Contagem.

À exceção do ano de 1997, quando os dados atenderam o critério de representatividade e a porcentagem de ocorrência do vento sudeste atingiu 60%, o Gráfico 4 mostra para Contagem, uma forte tendência para predominância da direção leste que prevaleceu nos anos de 1995, 1996, 1999 e 2000. Dessa forma, considerando o vento de origem leste como primeiro predominante em Contagem resulta que, na maior parte do tempo, o vento sopra no sentido Contagem – Betim.

Conforme observa-se no Gráfico 5, a série histórica de dados de Betim, além de incompleta (em 1997 a estação estava desativada), apresenta para os anos de 1996, 1998 e 1999 uma porcentagem de dados omissos muito elevada, impossibilitando a definição da primeira direção predominante de vento: leste ou nordeste. Em 1995, apesar da porcentagem de omissos, a tendência prevalece para a direção leste, o mesmo acontecendo em relação ao ano 2000. Assim sendo, uma definição mais precisa da direção predominante de vento em Betim, dependerá de novas séries de observações.

5. POLUIÇÃO SONORA

Os sons propagam-se na forma de ondas através de diversos meios, como pelo ar, água, metais e até mesmo pelo solo, onde pode ocorrer vibração. Variam de intensidade conforme a fonte e o meio onde são propagados, dissipados, refletidos ou absorvidos.

São delicados os mecanismos do ouvido e complexos os meios do sistema nervoso captar e identificar as ondas sonoras, sobretudo no ser humano. A audição, como quase todos os sentidos, contribui também para excitar um núcleo no cérebro, chamado “Formação Reticular” que por sua vez controla a contração muscular ou os movimentos voluntários e a atividade geral do cérebro, determinando nosso estado acordado ou dormindo.

A audição tem relação com o nosso corpo inteiro e com o ambiente onde vivemos. As pessoas escutam e reagem diferentemente em relação aos sons dependendo de sua constituição física, idade, sexo, condição sócio-cultural, estado psicológico e muitos outros aspectos.

Há momentos em que os sons podem não ser bem recebidos pelas pessoas que os ouvem e, nesse contexto, eles são chamados de ruídos. O conjunto de todos os ruídos provenientes de uma ou mais fontes sonoras, manifestados ao mesmo tempo num ambiente qualquer é chamado de Poluição Sonora.

Os centros urbanos têm sido, cada vez mais, alvo de relevante desconforto ambiental no que se concerne à poluição sonora, fato que contribui significativamente para a deterioração da qualidade de vida humana. Segundo pesquisas realizadas a partir de 1970 pela Organização Mundial de Saúde – OMS, as principais capitais brasileiras já vem figurando entre as cidades mais ruidosas no contexto mundial.

Como os ouvidos não estão preparados para resistir a ruídos de alta intensidade por muito tempo, todos sofrem com a poluição sonora. Os principais efeitos negativos são:

- distúrbio do sono;
- estresse;
- perda da capacidade auditiva;
- surdez;
- dores de cabeça;
- alergias;
- distúrbios digestivos;
- falta de concentração;
- aumento do batimento cardíaco.

A ação maléfica do ruído está diretamente relacionada às variáveis: tempo de exposição, intensidade das ocorrências sonoras, sensibilidade auditiva e principalmente ao estado psico-ecológico de cada pessoa.

Para avaliação da intensidade de ocorrências sonoras adotou-se o decibel (dB). De maneira bem generalizada a OMS e outras entidades internacionais estabelecem como

valores máximos permitidos 60 e 70 dB em horários noturno e diurno respectivamente, mas cada autoridade governamental, imbuída das necessidades e sobretudo levando-se em consideração as características regionais, deverá adotar seus próprios limites .

As fontes de ruído que tanto interferem na qualidade de vida nos centros urbanos, são:

- trânsito de veículos, com o ruído dos motores, escapamentos, buzinas, sirenes e atrito com a pavimentação;
- obras, como a construção civil e a abertura e recuperação de vias e outros espaços públicos, onde são empregados betoneiras, bate-estacas, martelotes e serras;
- indústrias, com ruídos produzidos por sirenes, compressores e demais maquinários que utilizam;
- comércio e serviços, que funcionam em espaço sem proteção acústica;
- máquinas e equipamentos de maneira geral, inclusive os eletrodomésticos e brinquedos;
- aparelhos de som nas academias de ginástica e dança, e nos templos religiosos.

Para minimizar os efeitos negativos relacionados à emissão de ruídos foi instituído, pelas Resoluções CONAMA 01 e 02 de 1990, o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO com os seguintes objetivos:

- capacitação técnica e logística de pessoal nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país;
- divulgação, junto à população, de matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais;
- introdução do tema “ Poluição Sonora” nos currículos escolares de segundo grau;
- incentivo à fabricação e uso de máquinas e equipamentos com níveis mais baixos de ruído operacional;
- incentivo á capacitação dentro da Polícia militar para combater a poluição sonora urbana;
- estabelecimento de convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, possam contribuir para o desenvolvimento do Programa.

Nos centros urbanos os veículos automotores são as principais fontes de ruído e, muitos deles devido a sua idade e uso intenso, apresentam problemas de deterioração e adulteração do sistema de escapamento resultando em níveis de emissão sonora superiores aos padrões aceitáveis.

O ruído de tráfego ocasionado pela circulação de carros, caminhões e coletivos, buzinas, pneus e alarmes sonoros é intenso nas áreas urbanas, inclusive naquelas de baixa densidade populacional.

O ruído gerado por veículos tem duas origens principais: o ruído gerado pelo motor e o ruído provocado pela rolagem do veículo. O primeiro é preponderante em velocidades mais baixas, até cerca de cinquenta ou sessenta quilômetros por hora, essencialmente as velocidades existentes dentro do perímetro urbano. O ruído de rolagem torna-se apenas

mais apreciável, portanto, nas auto-estradas, onde o nível de exposição pode ser reduzido consideravelmente pelo distanciamento até possíveis receptores (ouvintes). Como fonte adicional, o ruído aerodinâmico também só ocorre em altas velocidades, e além de ser de nível mais baixo, só afeta os ocupantes do veículo.

A inspeção veicular na forma como prevista atualmente, visa verificar exatamente a condição de ruído veicular preponderante para a faixa de velocidade existente nas áreas urbanas, ou seja, a componente originada do motor.

Através de várias resoluções elaboradas pelo CONAMA, desde 1990, vem-se estabelecendo critérios, padrões, diretrizes e normas reguladoras da poluição sonora visando controlar os ruídos excessivos que possam interferir na saúde e bem estar da população. A Resolução CONAMA nº 7 de 1993 define as diretrizes básicas e padrões de emissão para o estabelecimento de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M incluindo a verificação obrigatória de itens relacionados com a emissão de ruídos.

Os limites máximos de emissão de ruído para veículos novos, estabelecidos nas Resoluções do CONAMA nº 1, 2 e 8 de 1993, são apresentados nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Limites máximos de emissão de ruído para veículos novos

CATEGORIA DESCRIÇÃO		Nível de Ruído dB (A)		
		Otto	Diesel	
			Injeção Direta	Injeção Indireta
Veículo de passageiro até nove lugares e veículos de uso misto derivado de automóvel		77	78	77
Veículo de passageiros, com mais de nove lugares, veículo de carga ou de tração, veículo de uso misto não derivado de automóvel	PBT até 2.000 kg	78	79	78
	PBT acima de 2.000 kg e até 3.500 kg	79	80	79
Veículo de passageiros com mais de nove lugares e PBT acima de 3.500 kg	Potência máxima abaixo de 150 kW (204 CV)	80	80	80
	Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204 CV)	83	83	83
Veículo de carga com PE acima de 3.500 kg	Potência máxima abaixo de 75 kW (102 CV)	81	81	81
	Potência máxima entre 75 e 150 kW (102 a 204 CV)	83	83	83
	Potência máxima igual ou superior 150 kW (204 CV)	84	84	84

Fonte: Resolução CONAMA 08/93. Designação de veículos conforme NBR-6067; PBT: Peso Bruto Total; Potência: Potência efetiva líquida máxima (NBR 5484); Limites máximos de ruídos conforme NBR-8433 – veículo em aceleração;

Tabela 12 - Limite máximos de emissão de ruído para veículos novos de duas rodas e semelhantes.

CATEGORIA	NÍVEL DE RUÍDO 1ª FASE dB(A)	NÍVEL DE RUÍDO 2ª FASE dB(A)
Até 80 cm ³	77	75
81cm ³ a 125 cm ³	80	77
126 cm ³ a 175 cm ³	81	77
176 cm ³ a 350 cm ³	82	80
Acima de 350 cm ³	83	80

Fonte: Resolução CONAMA 2/1993.

Os veículos em circulação produzidos anteriormente a estas resoluções e os já em conformidade, mas que devido ao uso apresentam problemas de deterioração e adulteração, não sofrem atualmente nenhum tipo de fiscalização que garanta a minimização de emissão de ruídos.

Devido a isto foi elaborada em 1999 a Resolução CONAMA n^o 252 que estabelece procedimentos e limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento de veículos automotores para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso, além de procedimentos de inspeção visual para a identificação de problemas mecânicos dos dispositivos de controle de ruído, especialmente no sistema de escapamento (Tabela 13).

Tabela 13 - Limite máximo de ruídos emitidos por veículos em circulação.

CATEGORIA	Posição do Motor	Nível de Ruído dB(A)	
Veículo de passageiro até nove lugares e Veículo de uso misto derivado de automóvel	Dianteiro	95	
	Traseiro	103	
Veículo de passageiro com mais de nove lugares Veículo de carga ou de tração Veículo de uso misto não derivado de automóvel	PBT até 2.000 kg	Dianteiro	95
		Traseiro	103
PBT acima de 2.000 kg e até 3.500 kg	Dianteiro	95	
	Traseiro	103	
Veículo de passageiros ou de uso misto com mais de 9 lugares e PBT acima de 3.500 kg	Potência máxima abaixo de 150 kW (204 CV)	Dianteiro	92
		Traseiro entre eixos	98
	Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204 CV)	Dianteiro	92
		Traseiros entre eixos	98
Potência de carga ou de tração com PBT acima de 3.500 kg	Potência máxima abaixo de 75 kW (102 CV)	Todas	101
	Potência máxima entre 75 e 150 kW (102 e 204 CV)		
	Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204 CV)		
Motocicleta, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor Auxiliar e veículos semelhantes	Todas	99	

Fonte: Resolução CONAMA 252/99.

Os ensaios para medição dos níveis de ruídos deverão ser feitos de acordo com a norma brasileira NBR 9714 – Ruídos Emitidos por Veículos Automotores na Condição de Parado – nas proximidades do escapamento, utilizando-se equipamentos previamente calibrados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial- INMETRO.

Independente do nível de ruído medido, o motor, o sistema de escapamento, o sistema de admissão de ar, encapsulamento, barreiras acústicas e outros componentes do veículo que influenciam diretamente na emissão de ruído, não deverão apresentar avarias ou estado avançado de deterioração

5.1 CONTROLE DE RUÍDOS EM BELO HORIZONTE

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento – SMMAS de Belo Horizonte, preocupada com a qualidade ambiental do município desenvolve programas de controle de ruídos: “Operação Sossego” e “Monitoramento da Poluição Sonora”.

5.1.1 Operação Sossego

Embora as ocorrências sonoras provenientes do tráfego sejam bastante intensas, estas de um modo geral, não constituem o principal objeto de denúncias por parte da população urbana. Isto se deve ao ruído de tráfego ser do tipo alternado, não proporcionando, em curto prazo, os incômodos inerentes ao ruído contínuo, tal como o das fontes fixas e interiores.

A Operação Sossego inicia-se através de uma reclamação, ocasião em que o agente público vai ao local para fazer as medições de níveis de pressão sonora. As medições poderão deverão ser realizadas seguindo as instruções contidas na NBR- 7731 da ABNT, ou nas que lhe sucederem. As medições são realizadas onde se encontra o reclamante e/ou em locais preferenciais segundo recomendações técnicas da legislação vigente. Deverão também ser observados os zoneamentos e vias estabelecidas pela Lei Municipal nº 7 166/96 de Uso e Ocupação do Solo, bem como os horários e índices máximos permitidos regulamentados pelo Decreto Municipal nº 9139/97 (Quadro 3).

Quadro 3 - Níveis máximos de som em dB(A)

Local da Propriedade onde se dá o suposto incômodo		HORÁRIOS		
Zona de uso e ocupação do solo	Classificação das vias	Diurno (07:00 as 19:00)	Vespertino (19:00 as 22:00)	Noturno (22:00 as 07:00)
ZPAM; ZP1; ZP2	Todas as vias	55 dB (A)	50 dB (A)	45 dB (A)
Demais zonas de uso	Local	60 dB (A)	55 dB (A)	50 dB (A)
	Coletora	65 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)
	Ligação Regional e Arterial	70 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)

Fonte: Decreto nº 9139/97 que regulamenta a Lei Municipal 4253/85

O município de Belo Horizonte é dividido em zonas, de acordo com as diretrizes estabelecidas no Plano Diretor. As zonas são diferenciadas segundo os potenciais ambiental, histórica, cultural, arqueológica ou paisagística.

As zonas de ocupação do solo mais restritas em níveis máximos de som são as Zonas de Preservação Ambiental – ZPAM, regiões que, por suas características e pela tipicidade da vegetação, destinam-se à preservação e à recuperação de ecossistemas, visando a garantir espaço para a manutenção da diversidade das espécies e propiciar refúgio à fauna, proteger as nascentes e as cabeceiras de cursos d' água e evitar riscos geológicos. Nas ZPAMs é vedada a ocupação do solo, exceto por edificações destinadas exclusivamente ao seu serviço de apoio e manutenção.

As zonas de proteção - ZP são as regiões sujeitas a critérios urbanísticos especiais, que determinam a ocupação com baixa densidade e maior taxa de permeabilização, tendo em vista o interesse público na proteção ambiental e na preservação do patrimônio histórico, cultural, arqueológico ou paisagístico. Nas demais zonas de uso, os níveis máximos sonoro são definidos considerando a classificação das vias e horários.

Quando a propriedade onde se dá o suposto incômodo tratar-se de escola, creche, biblioteca pública, cemitério, hospital, ambulatório, casa de saúde ou similar, deverão ser atendidos os menores limites estabelecidos no Quadro 3, independentemente da efetiva zona de uso e classificação viária.

O nível médio (média aritmética ou Nível de Som Equivalente - Leq) obtido não poderá ultrapassar os limites estabelecidos pelo Quadro 3. Caso o valor obtido se encontre acima dos limites estabelecidos, estará caracterizada a infração à legislação ambiental do município. O responsável será informado sobre a existência de reclamação, execução de medições na vizinhança e, se for o caso, sobre a constatação de irregularidade, ressaltando-se as possíveis implicações legais desta constatação, ou seja, lavratura de Auto de Infração e aplicação de penalidade por órgão competente.

O capítulo III da Lei estadual nº 7.302 de 21 de julho de 1978 que trata das penalidades e da sua aplicação diz que salvo quando se tratar de infração a ser punida por lei federal, o descumprimento de qualquer dos dispositivos dessa lei sujeita o infrator às penalidades que forem fixadas em regulamento. Na ocorrência de repetidas reincidências, poderá a autoridade competente determinar a apreensão ou a interdição da fonte produtora do ruído e tratando-se de estabelecimento comercial ou industrial, a respectiva licença para localização ou funcionamento poderá ser cassada. As sanções indicadas acima não exoneram o infrator das responsabilidades civis e criminais a que fique sujeito.

A solução de um problema de poluição sonora não se resume apenas em eliminar a fonte sob análise ou minimizar a intensidade do ruído a que permanecem expostas as pessoas, pois se receberem altas doses de ruído por intervalos sistemáticos de tempo, as pessoas poderão adquirir problemas de saúde que as acompanharão para o resto da vida. Este é o caso típico de certas seqüelas provocadas por ruído, sobretudo no tocante ao sistema nervoso.

Sendo assim, a política de prevenção e controle da poluição sonora, subsidiada por um bom trabalho sobre educação ambiental, embora possa ser um trajeto longo e árduo, indubitavelmente será o mais seguro e gratificante no que concerne ao cotidiano de um grande centro urbano.

5.1.2 Monitoramento da Poluição Sonora

O crescente aumento da população nos grandes centros urbanos, acarretando um aumento significativo da frota veicular circulante, torna imprescindível a elaboração de programas com a finalidade de realizar medições periódicas dos níveis de sons e ruídos. Com esse objetivo foi sancionada, em 25 de julho de 2001a Lei Municipal n^o 8204 que dispõe da implantação de uma rede de monitoramento da poluição sonora em Belo Horizonte.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento de Belo Horizonte através do Departamento de Controle Ambiental elaborou, em 1997, um levantamento de todas as regiões de Belo Horizonte e definiu para cada região pontos fixos de medição dos níveis de sons e ruídos provenientes, basicamente, pelo tráfego de veículos.

Foram monitorados, em 1997, quatro regionais dentre as nove existentes em Belo Horizonte: Centro-Sul, Leste, Nordeste e Noroeste.

As medições foram realizadas em 67 locais na regional Centro-Sul, 40 locais na regional Leste, 43 locais na regional Nordeste e 89 locais na regional Noroeste. A distribuição percentual dos níveis de ruído obtidos para cada regional é apresentada na Tabela 14.

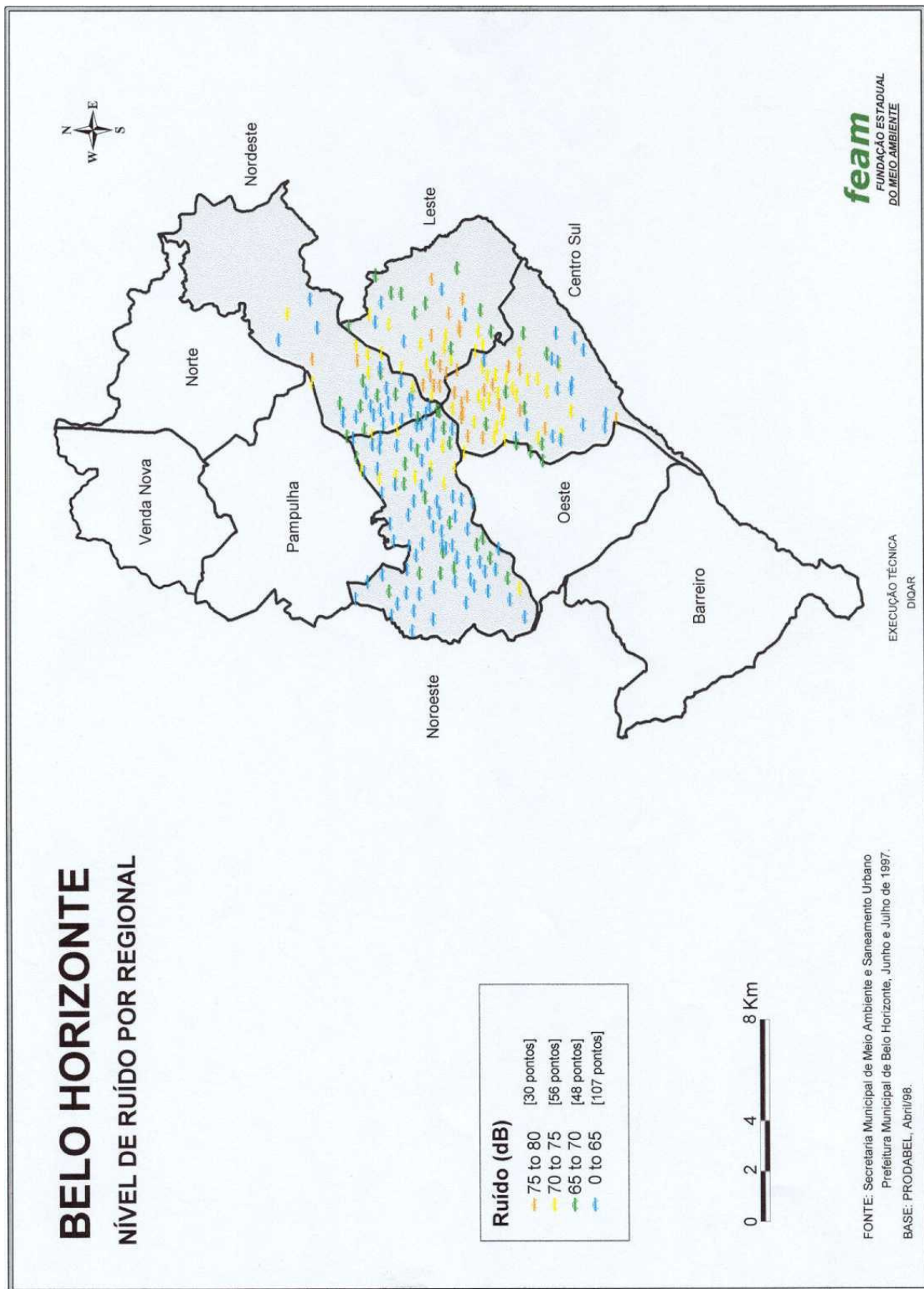
Tabela 14 - Distribuição percentual dos níveis de ruído nas regionais de Belo Horizonte

Níveis de ruído (dB)	Centro-Sul	Leste	Nordete	Noroeste
<65	23,9%	12,5%	51,2%	70,8%
65 a 70	13,4%	27,5%	23,3%	19,1%
70 a75	40,3%	27,5%	20,9%	10,1%
75 a 80	22,4%	32,5%	4,7%	0,0%

Enquanto as regionais Centro-Sul e Leste apresentam maiores porcentagens de locais com níveis de ruído entre 75 e 80 dB as regionais Nordeste e Noroeste apresentam maiores porcentagens abaixo de 65 dB.

O Mapa “BELO HORIZONTE – NÍVEL DE RUÍDO POR REGIONAL” apresenta a localização geográfica dos locais de medição e a classificação dos ruídos em função dos níveis de decibéis obtidos.

Observa-se na regional Centro-Sul, os maiores níveis concentram-se na confluência das Avenidas Afonso Pena e Amazonas e na divisão das regionais Nordeste e Noroeste onde situa-se a Avenida Presidente Antônio Carlos, constituindo-se em um prolongamento da Avenida Afonso Pena, que dá acesso às regiões Pampulha e Norte.



6. MEDIDAS DE CONTROLE

6.1 MELHORIA DO TRÂNSITO E TRANSPORTE

Criada em 1991, a Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS, é responsável pelo gerenciamento do sistema de transporte coletivo por ônibus, do serviço de táxi, do transporte escolar e do trânsito e sistema viário da cidade.

A reestruturação do transporte e trânsito em Belo Horizonte está sendo implementada através do Programa de Circulação da Área Central - PACE e do Plano de Reestruturação do Transporte Coletivo de Belo Horizonte - BHBUS, desenvolvidos em conformidade com as diretrizes de descentralização da cidade.

Além desses projetos, a atuação da BHTRANS tem-se voltado prioritariamente para intervenções que visam à melhoria das condições de circulação e segurança dos pedestres; à preservação do meio ambiente e requalificação urbana da região central da cidade; às ações fiscalizadoras da frota de veículos diesel dos transportes coletivo e escolar e, finalmente, à implantação de um moderno sistema centralizado de controle de semáforos.

6.1.1 Programa de Circulação da Área Central - PACE

Tendo como objetivos a redistribuição dos fluxos de tráfego de forma mais equilibrada e a criação de melhores condições para a operacionalização de um novo sistema de transporte coletivo, o PACE tem como proposta reformular o trânsito e o sistema viário da área central da cidade.

A concepção deste Programa foi baseada nos resultados de um amplo diagnóstico das condições do transporte e trânsito verificadas em 1995 na área central da cidade, que apontaram como principais problemas, dentre outros:

- alta densidade de pontos de parada no hipercentro;
- baixas velocidades médias dos ônibus nos principais corredores de transporte;
- elevada movimentação de usuários de ônibus no hipercentro;
- configuração da malha urbana privilegiando os automóveis;
- grande volume de pedestres nas travessias do hipercentro;
- má distribuição do espaço das calçadas, disputadas entre pedestres, vendedores ambulantes e mobiliário urbano;
- falta de priorização do transporte coletivo na circulação.

A definição das intervenções do PACE foram ajustadas às diretrizes do Plano Diretor de Belo Horizonte, principalmente àquelas referentes à área central da cidade, no tocante a diversos aspectos tais como:

- proibição de investimentos públicos em programas geradores de grandes pólos de tráfego;
- recuperação de áreas públicas e verdes;
- preservação de obras de valor histórico e cultural;
- construção de abrigos nos pontos de ônibus;
- priorização da circulação de pedestres;
- redução do tráfego de passagem do transporte individual;
- racionalização do transporte coletivo;
- recuperação de calçadas;
- revitalização do hipercentro, priorizando sua condição de moradia, lugar de permanência e encontro.

Assim sendo, o PACE compreende no seu elenco de proposições três sistemas básicos:

- sistema de circulação: definido pelas vias arteriais e seu respectivo regime de operação, destinado a acolher, com fluidez e segurança, o tráfego de passagem, bem como pelo conjunto de vias dotado de medidas de priorização da circulação do transporte coletivo;
- sistema de áreas ambientais: formado pelas vias locais e coletoras, de uso restrito ao tráfego de destino ou de origem na própria área, privilegiando a qualidade ambiental, a requalificação dos espaços públicos e a circulação dos pedestres, servindo também como espaços destinados a estacionamento e às operações de carga e descarga;
- sistema de controle de tráfego: formado pelos equipamentos de sinalização, pelo gerenciamento e monitoração e pelas medidas moderadoras que podem atuar em nível de sistemas de circulação e de áreas ambientais.

As alterações de circulação propostas são divididas em dois cenários, sendo um de medidas a serem implantadas em curto prazo, tendo como horizonte o ano de 2000 e, outro, de medidas a serem implantadas em médio e longo prazo, tendo como horizonte o ano 2005.

As medidas de curto prazo compreendem intervenções operacionais em pontos críticos do sistema viário, de baixo custo, visando aproveitar a infra-estrutura existente. Através de adequações viárias, como alterações na circulação, na sinalização e correções geométricas, objetiva-se melhorar a distribuição dos espaços viários disponíveis, aumentar as condições de segurança para o pedestre e reduzir os atrasos ocorridos por congestionamentos em semáforos e conflitos na circulação.

As medidas de médio e longo prazo propõem intervenções na área central compreendendo medidas estruturais de circulação e no sistema viário.

O tratamento dispensado à área central pelo PACE, provocou alterações significativas, mudando principalmente, o esquema de circulação definido a partir da hierarquização do sistema viário, segundo uma nova concepção de utilização mais racional das vias, tendo

como impacto maior, a necessidade de mudanças dos hábitos dos motoristas usuários do sistema.

Utilizando o ano de 1995 como referência, os resultados parciais do PACE, compreendendo as mudanças propostas e efetivadas na região central da cidade, foram avaliados empregando indicadores de tráfego econômicos e ambientais. Para avaliação das situações futuras, foram utilizados diferentes cenários considerando e simulando as principais intervenções na área central e os volumes de tráfego existentes e previstos nas projeções. Assim sendo, para o ano 2000 foram consideradas as intervenções de curto prazo já implementadas e na projeção para 2005, aquelas de médio e longo prazo a serem efetivadas, avaliando-se as situações sempre associadas com o volume da frota circulante no ano 2000 (real) e 2005 (previsto).

Na Tabela 15 são apresentados os resultados obtidos e esperados, enfocando-se apenas os indicadores de poluição atmosférica (material particulado, dióxidos de enxofre e nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos) e consumo de combustível que refletem o impacto da implantação progressiva do PACE na frota de transporte coletivo à diesel em circulação na capital. Os percentuais negativos indicam os ganhos obtidos com as quedas previstas para um determinado indicador, enquanto os positivos apontam um horizonte de perdas, tomando-se como referência a situação inicial representada pelo sistema viário e volume de tráfego de 1995.

Tabela 15 - Previsão dos benefícios ambientais decorrentes da implementação do Programa de Circulação da Área Central - PACE.

INDICADORES	CENÁRIOS CONSIDERADOS				
	Sistema Viário 1995 Vol. Tráfegc 2000	Sistema Viário 1995 Vol. Tráfegc 2005	Sistema Viário 2000 Vol. Tráfegc 2000	Sistema Viário 2000 Vol. Tráfegc 2005	Sistema Viário 2005 Vol. Tráfegc 2005
Extensão da Rede	200 km	200 km	232 km	232 km	240 km
Gastos Combustível	6,07%	21,86%	- 28,56%	- 23,98%	-27,65%
NO ₂	1,51%	3,02%	2,48%	3,90%	3,41%
CO	4,74%	16,65%	- 22,36%	- 19,45%	- 21,25%
HC	4,75%	16,69%	- 22,27%	- 19,36%	- 21,22%
SO ₂	1,81%	2,68%	2,45%	4,04%	3,17%
MP	3,56%	8,70%	- 0,38%	2,55%	- 1,45%

Fonte: BHTRANS, 1999

6.1.2 Plano de Reestruturação do Transporte Coletivo de Belo Horizonte - BHBUS

O sistema de transporte coletivo da RMBH foi estruturado em 1982 e, desde então, não foi objeto de qualquer revisão mais profunda na rede e nos serviços existentes.

Em março de 1997, o sistema metropolitano era operado por ônibus convencionais, contando com uma frota de 4.661 veículos, distribuídos em 437 linhas e transportando cerca de 2.700.000 passageiros em um dia útil.

As profundas alterações experimentadas pela macro estrutura urbana, tais como o crescimento e adensamento de áreas periféricas e o aparecimento de novos núcleos de concentração de atividades terciárias na malha urbana, não foram incorporados à lógica do sistema de transporte, resultando em uma queda na qualidade do serviço e na produtividade do sistema.

Assim, a rede de transporte atual manteve a mesma estrutura radiocêntrica do sistema viário, dificultando as viagens entre as diversas regiões e impondo a necessidade de praticamente todas as viagens por ônibus atravessarem a área central.

Além disso, muitos dos investimentos públicos direcionados à ampliação do sistema viário ou mesmo voltados exclusivamente para o transporte coletivo não foram devidamente aproveitadas.

Em estreita articulação com o PACE, o Plano de Reestruturação do Sistema de Transporte Coletivo de Belo Horizonte - BHBUS, contempla a reestruturação dos serviços de transporte coletivo dentro de uma visão de desenvolvimento urbano. Propõe ainda, diretriz para o sistema de transporte coletivo metropolitano, no tocante às linhas que fazem ligação entre Belo Horizonte e os demais municípios da RMBH, que deverão ser operadas de forma integrada com o sistema municipal.

O BHBUS tem como objetivos gerais:

- aumento do grau de acessibilidade às diversas áreas da cidade;
- flexibilidade para o usuário, permitindo diferentes alternativas de itinerários entre as diversas regiões da cidade, evitando a concentração de viagens no hipercentro;
- implantação de um sistema eficaz de controle da operação e de medidas de priorização da circulação do transporte coletivo;
- redução dos tempos de viagens e dos custos operacionais, através do aumento da velocidade comercial, da redução dos tempos de espera e da racionalização dos itinerários;
- implantação do pagamento de uma só tarifa por deslocamento, através da integração tarifária;
- facilidade de acesso ao sistema para o portador de deficiência;
- melhoria dos níveis de conforto e segurança para os usuários;
- melhoria das condições ambientais ao longo dos corredores e na área central, com ênfase para a melhoria da qualidade do ar e diminuição da poluição sonora.

A proposta do novo sistema de transporte coletivo está baseada no atendimento da demanda por meio de serviços de alta capacidade, com a criação de sistemas troncais integrados em estações estrategicamente implantadas em regiões populosas, em pontos de convergência de linhas ou nas proximidades das estações do trem metropolitano.

Com a implantação progressiva do BHBUS é esperado – através da racionalização dos itinerários, do controle eficaz da operação e das medidas de priorização da circulação do transporte coletivo – um aumento da velocidade comercial dos ônibus. Conseqüentemente, as emissões dos veículos à diesel que servem este segmento

deverão ser reduzidas, conforme estimativas apresentadas na Tabela 16 onde são apresentados os benefícios à qualidade do ar de Belo Horizonte decorrentes da implantação do programa.

Tabela 16 - Simulação das condições esperadas de circulação e da emissão de poluentes atmosféricos com a implementação do BHBUS.

Alternativas (2005)	Frota	Quilometragem (dia)	Velocidade* Média (km/h)	Emissões estimadas (t/dia)**			
				CO	HC	NO _x	MP
Sem BHBUS	5.678	1.176.960	19,3	19,72	3,85	21,28	0,93
Com BHBUS	3.753	873.060	25,1	12,57	2,02	14,31	0,62
Variação (%)	- 33,9	- 25,8	30,0	- 36,3	- 47,6	- 32,8	- 33,7

Fonte: BHTRANS, 1999; (*) Considerando um aumento de 30% na velocidade média comercial ;

(**) Dados estimados utilizando as curvas de emissão de poluentes da CETESB (1994)

6.1.3 Fiscalização da Frota de Uso Intenso

O monitoramento das condições de circulação dos transportes coletivo e escolar e dos táxis em Belo Horizonte inclui, além da verificação dos itens de segurança, as vistorias da emissão de fumaça preta dos veículos diesel que compõem estas frotas.

Os testes de opacidade empregados na inspeção têm demonstrado um decréscimo gradativo no número de reprovações desses veículos, refletindo o resultado do processo de renovação e conseqüente incorporação à frota de veículos menos poluentes, com emissões ajustadas às metas do PROCONVE.

A expansão da rede de postos de abastecimento de Gás Natural Veicular (GNV) e as vantagens econômicas em relação à gasolina, têm possibilitado o crescente aumento da frota de veículos movidos a GNV na capital.

Atualmente, cerca de 30% dos táxis de Belo Horizonte optaram por esta alternativa, fato que assegura benefícios à qualidade do ar municipal. Combustível limpo, isento de impurezas e enxofre, em sua queima o GNV não produz material particulado, dióxido de enxofre, nem os indesejáveis orgânicos potencialmente cancerígenos: benzeno e aldeídos (formaldeídos e acetaldeídos).

Assim sendo, em vista dos benefícios ambientais, é importante que se planeje e priorize a extensão do uso do GNV aos ônibus urbanos, promovendo a introdução desses veículos na matriz de transporte da capital.

6.2 PROGRAMA OPERAÇÃO OXIGÊNIO

Os inconvenientes associados à fuligem (fumaça preta) emitida pelos veículos à diesel são vários: além do desagradável aspecto visual, provoca sujeira nas superfícies em geral, prejudica a visibilidade afetando as condições de tráfego e, confirmadamente, compromete a saúde das pessoas, incrementando as taxas de morbidade e mortalidade por doenças respiratórias da população.

Dado às suas características geográficas de altitude e localização, Belo Horizonte oferece condições para o agravamento do problema: situada à 850m acima do nível do mar, sua topografia montanhosa, com muitas rampas, impõe maior exigência aos motores, propiciando um aumento das emissões de fuligem.

Diante deste quadro, a Prefeitura de Belo Horizonte, por meio de seu Órgão de Meio Ambiente, criou e implantou, em 1988, o Programa Operação Oxigênio com o objetivo de coibir a emissão de fumaça preta pelos veículos diesel em circulação na capital.

O Programa é amparado legalmente por um conjunto de instrumentos jurídicos regulamentadores da matéria, em nível federal, estadual e municipal, dentre as quais: Lei Federal nº 6938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente; Lei Federal nº 9503, de 23/09/97 (Código de Trânsito Brasileiro); Lei Federal nº 8723, de 28/10/93; Lei Estadual nº 7772 de 08/09/80, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais; Deliberação Normativa nº 11 de 16/12/86, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, que estabelece normas e padrões para lançamento de poluentes na atmosfera; Lei Municipal nº 4253, de 04/12/85, que dispõe sobre a política de proteção, controle e conservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no Município de Belo Horizonte, regulamentada pelo Decreto Municipal nº 5893, de 16/03/98.

Desde 1998, o Programa Operação Oxigênio vem sendo desenvolvido em base cooperativa, por meio de convênio celebrado entre Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e o Governo do Estado de Minas Gerais.

Integram o convênio os seguintes órgãos municipais e estaduais: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Urbano - SMMAS; Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTRANS; Departamento de Trânsito de Minas Gerais - DETRAN/MG; Polícia Militar de Minas Gerais - PMMG; Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM; Departamento de Estradas de Rodagem - DER e a Secretaria Municipal da Saúde.

A Operação Oxigênio é coordenada e executada pela SMMAS. À exceção da BHTRANS e PMMG, que participam diretamente das vistorias, compondo as equipes de trabalho de campo, as demais instituições prestam apoio e assessoria técnica ao Programa.

As vistorias da Operação Oxigênio são realizadas em pontos estratégicos da cidade, onde atuam duas equipes de campo: uma delas, voltada para a fiscalização dos veículos do transporte coletivo, é constituída por dois fiscais, sendo um da SMMAS e o outro da BHTRANS. Já, os veículos de carga, tanto os da frota municipal, quanto aqueles originários de qualquer parte do país em trânsito na capital, são fiscalizados por uma equipe composta por um fiscal da SMMAS e dois policiais da PMMG.

As vistorias são realizadas nos dias úteis da semana e nos testes de verificação da conformidade das emissões é utilizada a Escala de Ringelmann Reduzida, no padrão 2: os veículos cujas emissões atendem ao padrão, recebem um Auto de Fiscalização, contendo os dados do veículo e o resultado do teste. Aqueles com emissão acima do padrão dois são autuados e recebem o Auto de Infração.

Os veículos autuados são identificados por meio de selos alusivos ao Programa e à infração, afixados em suas partes visíveis e penalizados com multas cujo valor, para os veículos de carga, é determinado com base em critérios específicos, incluindo: ano de fabricação, capacidade de carga e natureza do proprietário (pessoa física ou jurídica). O sistema de penalização prevê estágios conforme o número de autuações: entretanto, quando constatada a eliminação da irregularidade em qualquer nova vistoria, o veículo é liberado e o adesivo recolhido pela fiscalização. A Tabela 17 resume os procedimentos adotados na penalização dos veículos.

Tabela 17 - Procedimentos da fiscalização e penalizações do Programa Operação Oxigênio

Estágios		Valor da Multa/Medida Adotada	
Autuação	Adesivo	Coletivo	Carga
Primeira	Amarelo	R\$ 1.277,08	R\$ 127,71 a R\$ 1.227,08
Segunda	Vermelho	Dobro da anterior	Dobro da anterior
Terceira	Preto	Dobro da anterior	Dobro da anterior
Quarta	Recolhimento do Veículo	Substituição da fonte poluidora	Substituição da fonte poluidora

Fonte: BHTRANS, 2001

Nas vistorias também é empregado o aparelho dosador de fumaça “Bosh” e, em breve, serão utilizados opacímetros nos testes de aferição das emissões.

Freqüentemente, a SMMAS desenvolve campanhas educativas e de divulgação do Programa e, como atividade de rotina, recebe denúncias sobre emissões descontroladas de fumaça preta em sua Central de Atendimento. Assim sendo, de posse do número da placa do veículo fornecido pelo denunciante a Secretaria identifica o proprietário e encaminha-lhe correspondência educativa.

Conforme mostrado na Tabela 18, em seus treze anos de existência, a Operação Oxigênio efetuou cerca de 60.000 vistorias e autuou quase 13.000 veículos a diesel: no período de 1989 a 1993, a fiscalização foi direcionada exclusivamente aos ônibus do transporte coletivo e, nos demais, incluiu os veículos de carga.

Tabela 18 - Resultados da Operação Oxigênio, no período de 1988 a 2000

Ano	Nº de Vistorias	Nº de Veículos Autuados	Nº de Veículos Regulares	% Vistoriada em relação ao total	% Autuada em relação ao total
1988	9.132	3.853	5.279	15,3	30,0
1989	2.618	534	2.618	4,4	4,2
1990	4.778	1.216	4.778	8,0	9,5
1991	4.860	886	4.860	8,2	6,9
1992	4.065	627	4.065	6,8	4,9
1993	4.725	546	4.725	7,9	4,3
1994	5.368	789	5.368	10,3	6,2
1995	6.126	1.670	6.126	9,0	13,0
1996	4.436	1.042	4.436	7,5	8,1
1997	4.536	794	4.536	7,6	6,2
1998	2.453	332	2.453	4,1	2,6
1999	3.289	313	3.289	5,5	2,4
2000	3.108	224	3.108	5,2	1,8
TOTAL	59.494	12.826	59.494	100,0	100,0

No Gráfico 6 são apresentados os dados do Programa Operação Oxigênio no período 1988 à 2000, relacionando a quantidade de veículos vistoriada no ano, com as respectivas porcentagens de autuações. A grande variação observada no número de veículos vistoriados anualmente, dificulta a identificação da relação entre esta variável e a porcentagem de autuações: no entanto, nos períodos compreendidos entre 1990 - 1993; 1996 - 1997 e 1999 - 2000, verifica-se como tendência, uma diminuição nas porcentagens de autuação, sendo que esta redução pode ser atribuída à fatores relacionados com a melhoria das condições de emissão dos veículos.

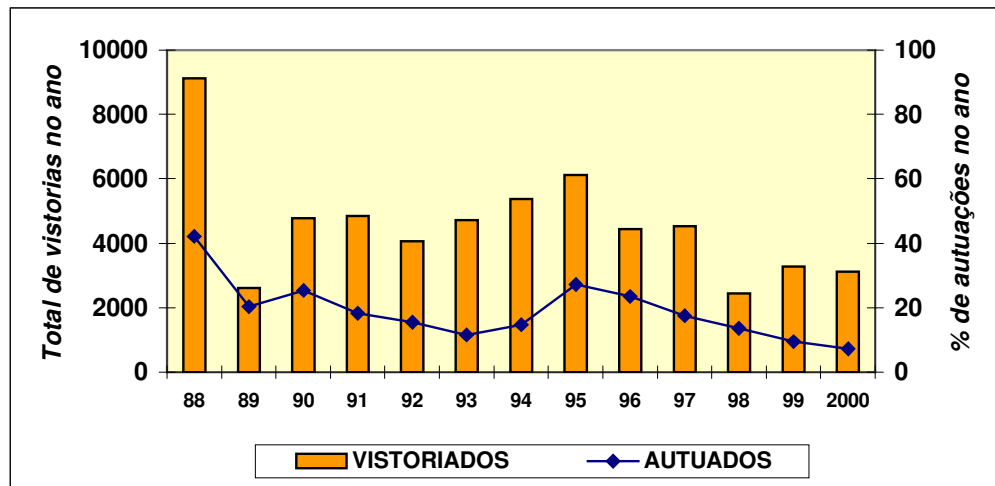


Gráfico 6 - Número de veículos vistoriados no ano e respectivas porcentagens de autuação, no período de 1988 à 2000.

7. CARACTERIZAÇÃO DA FROTA

Ocupando no País o segundo lugar em número de veículos, Minas Gerais apresenta a distribuição geográfica de sua frota conforme mostrado no Mapa “ESTADO DE MINAS GERAIS – DISTRIBUIÇÃO DA FROTA VEICULAR POR MUNICÍPIO”. A partir da altura do Triângulo Mineiro, na direção sul, verifica-se uma elevada ocorrência de faixas de maior concentração numérica dos veículos, coincidindo com suas áreas de maior desenvolvimento sócio econômico. Ao norte, observa-se a predominância de áreas correspondentes às faixas de menor concentração numérica de veículos destacando-se, nesta região, somente o município de Montes Claros com frota superior à 50.000 veículos. Apenas 21 municípios (aproximadamente 2,5% do total) apresentam frota com mais de 20.000 veículos, enquanto 754 (cerca de 88% do total) possuem menos de 5.000 veículos.

A constituição da frota mineira, por idade e tipo de veículo, é apresentada no Gráfico 7. Os dados da frota registrados no DETRAN/MG e fornecidos pela PRODEMGE, compreendendo o período anterior à 1985 até o ano 2000, foram agrupados em quatro faixas de idade de cinco anos, relacionadas às respectivas porcentagens de participação no total por tipo de veículo.

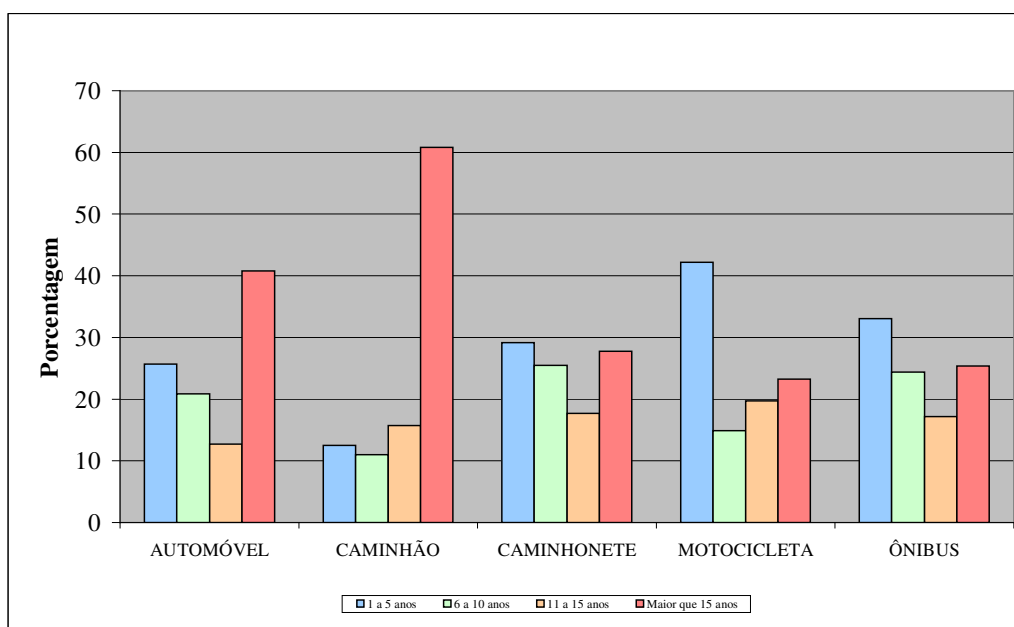
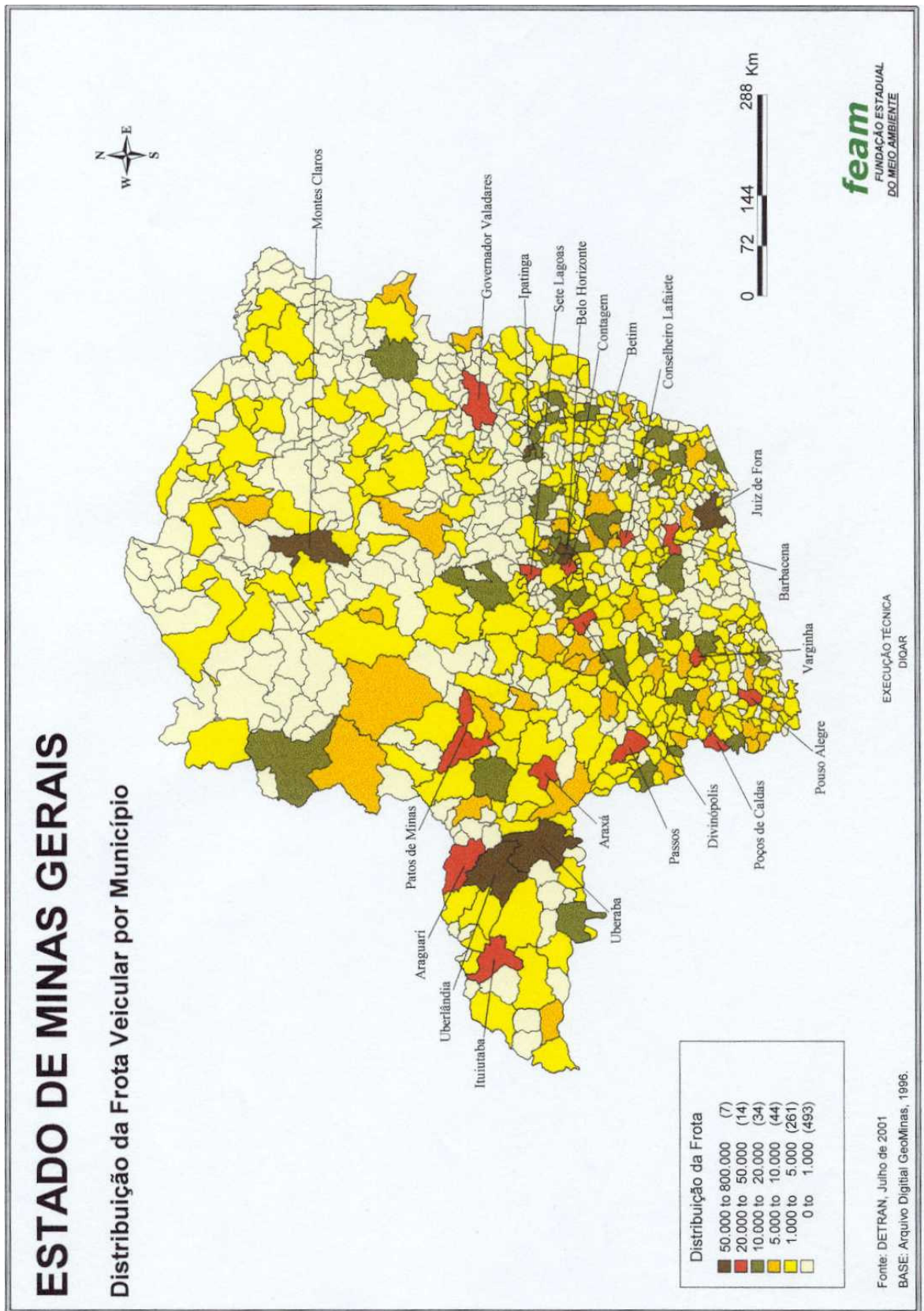


Gráfico 7 - Distribuição da frota de veículos do Estado de Minas Gerais por faixa de idade e tipo de veículo.

A distribuição obtida mostra que as maiores parcelas de veículos com mais de quinze anos são constituídas por caminhões e automóveis, sendo mais expressiva a renovação da frota da última categoria. Impulsionada pela crescente e intensiva utilização no segmento de entregas rápidas, as motocicletas vêm expandindo sua participação no mercado de veículos. É a categoria onde se observa a maior participação de exemplares mais novos – cerca de 42% – com até cinco anos de uso. Com relação aos ônibus, base do transporte coletivo no Estado, também se observa uma tendência à renovação da



frota, cuja porcentagem de veículos novos, com até cinco anos de uso – cerca de 33% – é superada apenas pela categoria das motocicletas. A grande participação de veículos mais antigos, com mais de dez anos de uso – cerca de 45% do total –, de maior potencial poluidor, aponta para a necessidade de intensificar a renovação da frota de ônibus urbanos como medida de controle da poluição do ar nos diversos municípios do Estado.

O Gráfico 8 apresenta a distribuição da frota estadual, por faixas de idade de cinco anos, relacionadas às respectivas porcentagens de participação de veículos por combustível utilizado.

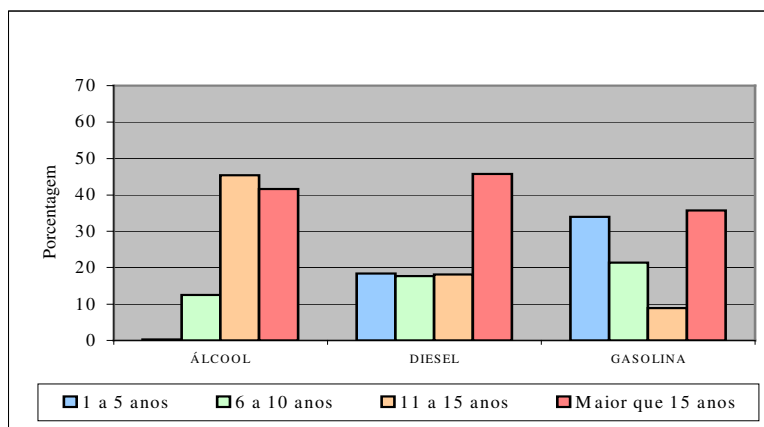


Gráfico 8 - Distribuição da frota do Estado de Minas Gerais por faixa de idade e tipo de combustível.

A frota a álcool, com quase 90% de veículos com mais dez anos de uso, é a mais antiga do Estado, seguida pela de veículos diesel, onde essa porcentagem é reduzida para cerca de 65%. A frota de veículos à gasolina, majoritária em Minas Gerais, apresenta uma elevada participação de veículos com mais de quinze anos de uso – cerca de 35%.

7.1 FROTA DA RMBH

Constituída atualmente por 33 municípios, na RMBH encontra-se registrada cerca de 30% da frota do Estado sendo determinante, para esse total, a contribuição da Região Conurbada de Belo Horizonte, Contagem e Betim.

A evolução anual das frotas de veículos da Região Conurbana e do Restante da RMBH, de 1985 a 2000, é mostrada no Gráfico 9. Verifica-se para a primeira um crescimento bem mais acentuado, aumentando quase quatro vezes no período, enquanto o da região do Restante da RMBH apenas duplicou. Conseqüentemente, a diferença entre as duas frotas também aumentou: enquanto em 1985, o número de veículos de Belo Horizonte/Contagem/Betim era pouco mais de 3 vezes que a do Restante da RMBH, em 2000 esta diferença cresceu para quase 6 vezes.

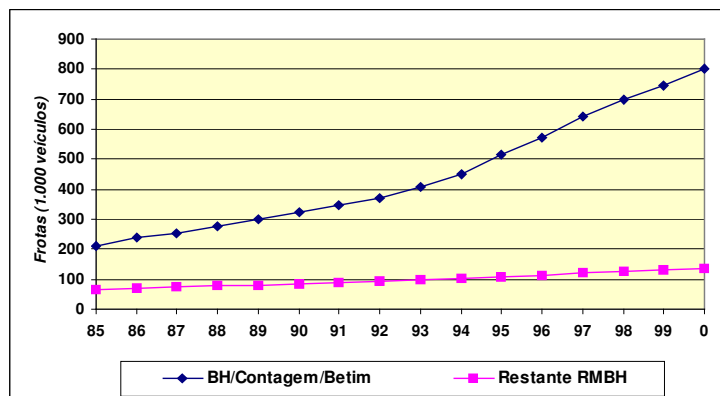


Gráfico 9 - Evolução das frotas da Região Conurbada e do Restante da RMBH.

Outra característica que diferencia as frotas dessas duas regiões pode ser observada no Gráfico 10 onde estão representadas as respectivas porcentagens acumuladas de crescimento desde o período anterior a 1985 até 2000. A disposição relativa das duas curvas mostra a frota da Região Conurbada bem mais nova em relação àquela correspondente a do restante da RMBH: no primeiro caso, tem-se, por exemplo, que aproximadamente 27% dos veículos em circulação em Belo Horizonte/Contagem/Betim são anteriores a 1985 e cerca de 50% anteriores a 1993. No segundo caso, estas porcentagens atingem 48% e 72%, respectivamente.

Este fato é justificado pelas taxas de crescimento das duas frotas, também observadas no mesmo gráfico: embora do período anterior a 1985 até 1992, ambas tenham registrado praticamente o mesmo crescimento, em torno de 17%, a partir de 1992 até 2000, a frota de Belo Horizonte/Contagem/Betim cresceu 54%, enquanto a do Restante da RMBH cresceu 31% no período.

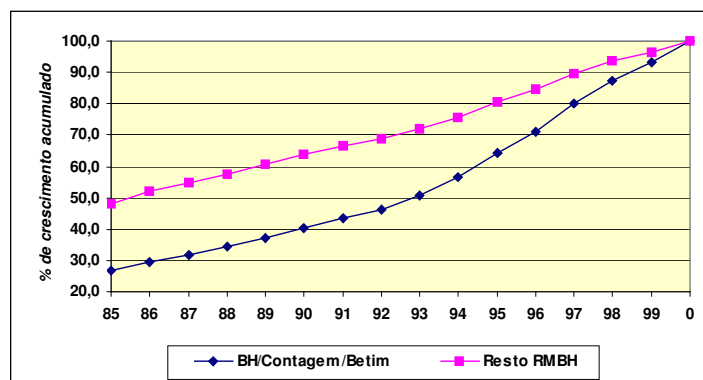


Gráfico 10 - Crescimento das frotas da Região Conurbada e do Restante da RMBH.

7.2 FROTA DE BELO HORIZONTE/CONTAGEM/BETIM

Mais importante centro da economia mineira, onde está concentrada a maior população do Estado, a região constituída pelos municípios Belo Horizonte, Contagem e Betim, interligados por importantes eixos viários, forma uma mancha urbana de cerca de 870 km² onde vivem mais de três milhões de habitantes.

Conforme mostrado na Tabela 19, esta região reúne uma quantidade de veículos correspondente a mais de um quarto da frota total do Estado, o que lhe confere um índice de motorização de 268 veículos por mil habitantes, muito superior à média do restante de Minas Gerais.

Para tanto, a contribuição da capital é determinante: Belo Horizonte, com cerca de 21% da frota estadual, apresenta um índice de 305 veículos por mil habitantes, equivalente àqueles observados nos grandes centros urbanos do País, à exceção de São Paulo e Rio de Janeiro.

Tabela 19 - População e frota de Belo Horizonte/Contagem/Betim em relação à RMBH e ao Estado.

	POPULAÇÃO			FROTA DE VEÍCULOS			veículos/ 1000 hab.
	Nº hab.	%RMBH	%MG	Nº veículos	%RMBH	MG	
Belo Horizonte	2.232.747	51,4	12,5	681.612	70,8	21,0	305
Contagem	537.806	12,4	3,0	104.087	10,8	3,2	194
Betim	306.538	7,1	1,7	39.531	4,1	1,2	129
BH/Contagem/Betim	3.077.091	71,0	17,2	825.230	85,8	25,4	268
RMBH	4.342.367	100,0	24,3	962.227	100,0	29,7	222
ESTADO	17.866.402			3.241.948			181

Fonte: dados do DETRAN/MG fornecidos pela PRODEMGE em julho de 2001

A composição das frotas dos três municípios, por tipo de veículo e combustível utilizado, é mostrada na Tabela 20. Observa-se a distribuição da frota de Belo Horizonte se distinguindo das demais pela maior participação dos automóveis a álcool, que atingem 20,1% do total de veículos em circulação na Capital. Em compensação, a participação dos veículos a diesel, diminui em relação à Contagem e Betim.

Tabela 20 - Caracterização das frotas de Belo Horizonte, Contagem e Betim.

Combustível	Tipo Veículo	Belo Horizonte (%)	Contagem (%)	Betim (%)
Gasolina	Automóveis	65,7	64,5	66,2
	Motocicletas	7,7	8,5	9,8
	Total Gasolina	73,4	73,0	76,0
Álcool	Automóveis	20,1	15,9	15,4
	Total Álcool	20,1	15,9	15,4
Diesel	Caminhão	3,5	7,5	4,8
	Caminhonetas	1,7	1,9	1,9
	Ônibus	1,3	1,8	2,0
	Total Diesel	6,5	11,2	8,6
TOTAL		100,0	100,0	100,0

Conforme observa-se na Tabela 20, Belo Horizonte apresenta também a menor porcentagem de participação de ônibus, que formam a base do transporte público da região. Apesar disso, quando se analisa esta situação por meio da relação número de ônibus por mil habitantes, verifica-se um índice mais favorável para a Capital: cerca de 3,8 veículos da categoria por mil habitantes, contra 3,4 e 2,5 para Contagem e Betim, respectivamente.

No Gráfico 11 é mostrada a evolução das frotas de Belo Horizonte, Contagem e Betim, desde o período anterior a 1985 até o ano 2000. A curva correspondente ao total de veículos dos três municípios mostra que, comandada pelo crescimento da frota da capital que praticamente quadruplicou, a frota da região também foi ampliada na mesma proporção no período, enquanto as de Contagem e Betim aumentaram 3 e 2,6 vezes, respectivamente.

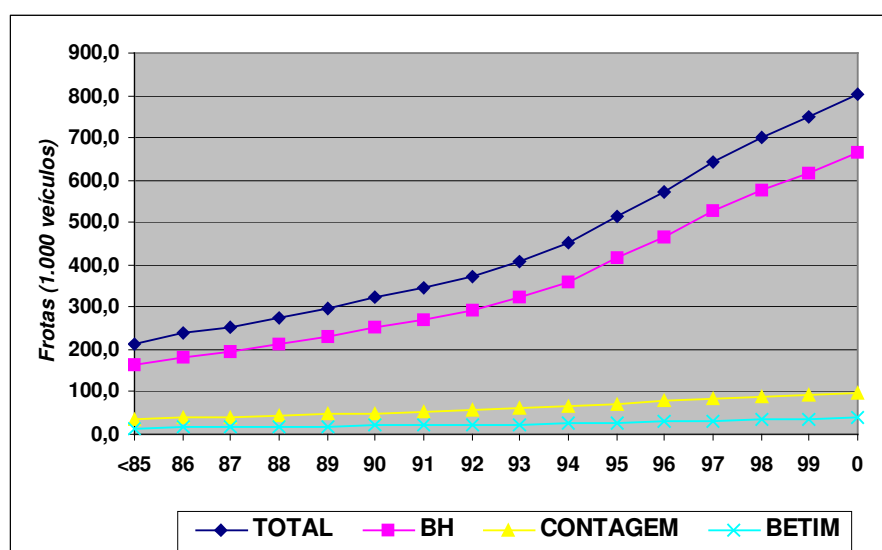


Gráfico 11 - Evolução das frotas de Belo Horizonte, Contagem e Betim.

No Gráfico 12 são apresentados dados do crescimento percentual das frotas, no ano em relação ao ano anterior, no período compreendido entre 1986 até 2000, onde se observam tendências muito semelhantes de comportamento entre as curvas representativas dos três municípios, alternando períodos de maiores e menores crescimentos percentuais.

Após uma fase decrescente, registrada entre 1988 e 1992, verifica-se outra de ascensão à partir do último ano devida, provavelmente, ao surgimento e oferta de veículos leves, de mil cilindradas – “carro popular” – que, em decorrência da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados, apresentou como atrativo ao consumidor, no início de sua comercialização, um preço bem menor em relação aos outros tipos, aquecendo consideravelmente o mercado de veículos novos.

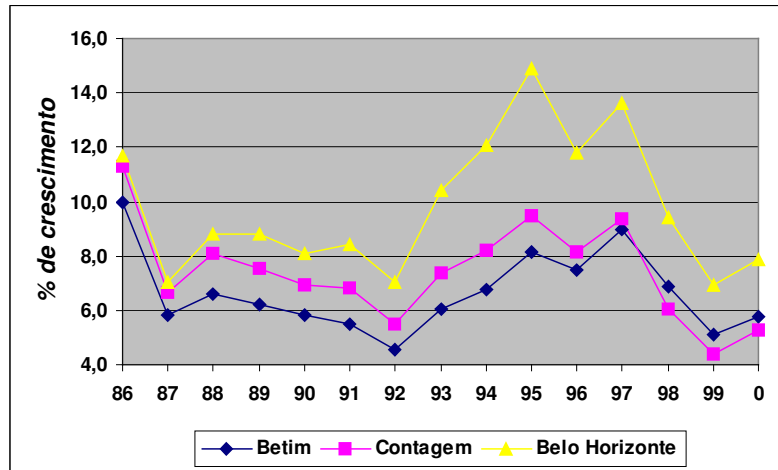


Gráfico 12 - Crescimento percentual das frotas de Belo Horizonte, Contagem e Betim.

Após 1995 até 2000, as curvas representativas da evolução das frotas dos três municípios voltaram a alternar anos de maiores e menores porcentagens de crescimento que, muito provavelmente, refletiram a situação sócio econômica do País, registrando 1997 como ano onde observaram-se os valores máximos no período: Belo Horizonte (cerca de 15%), seguida por Contagem (9,5%) e Betim (8%).

Com os mesmos dados de registro anual de veículos, foi construído o Gráfico 13 onde estão representadas as porcentagens acumuladas de crescimento das frotas dos três municípios no período anterior à 1985 até 2000.

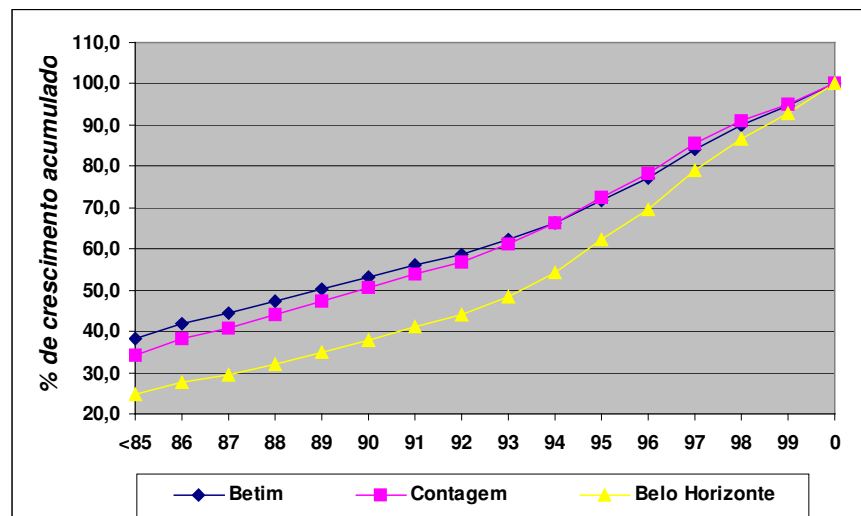


Gráfico 13 - Crescimento das frotas de Belo Horizonte, Contagem e Betim

Neste gráfico, a posição relativa das três curvas mostra, por ordem decrescente de idade, que a frota de Betim é a mais velha seguida, respectivamente, pelas de Contagem e Belo Horizonte: em Betim, cerca de 38% dos veículos circulantes é de fabricação anterior à 1985, enquanto em Contagem esta porcentagem cai para 34% e, em Belo Horizonte, para 25%.

Por outro lado e tomando-se como referência o ano de 1993, são constatadas diferentes taxas de crescimento das três frotas que explicam a razão destas diferenças em função de uma renovação mais expressiva da frota da capital: enquanto do período anterior a 1985 até 1992, as frotas dos três municípios cresceram uniformemente em torno de 22%, à partir de 1993 até 2000, a frota de Belo Horizonte aumentou em 52%, enquanto as de Contagem e Betim cresceram em torno de 34%.

A crise de abastecimento do álcool combustível, ocorrida no final da década de 80, praticamente inviabilizou o programa PRÓ-ÁLCOOL, lançado e desenvolvido no País para superar a crise mundial do Petróleo da década de 70. Com incentivos ao consumidor que incluíam a redução de impostos (IPVA) e preços de venda compatibilizados com o menor poder energético do álcool em relação ao da gasolina, a comercialização dos carros à álcool superou durante anos a dos carros à gasolina.

O Gráfico 14 mostra a evolução da frota dos três municípios, por combustível. Do período anterior à 1985 até 1989, um crescimento de cerca de 10% possibilitou que a frota à álcool atingisse, no último ano, o máximo de participação na frota total da região (30%). Após 1989, o descrédito dos consumidores em relação ao álcool é responsável pelo declínio definitivo da participação desses veículos na composição das frotas que, em 2000, caiu para apenas 13%.

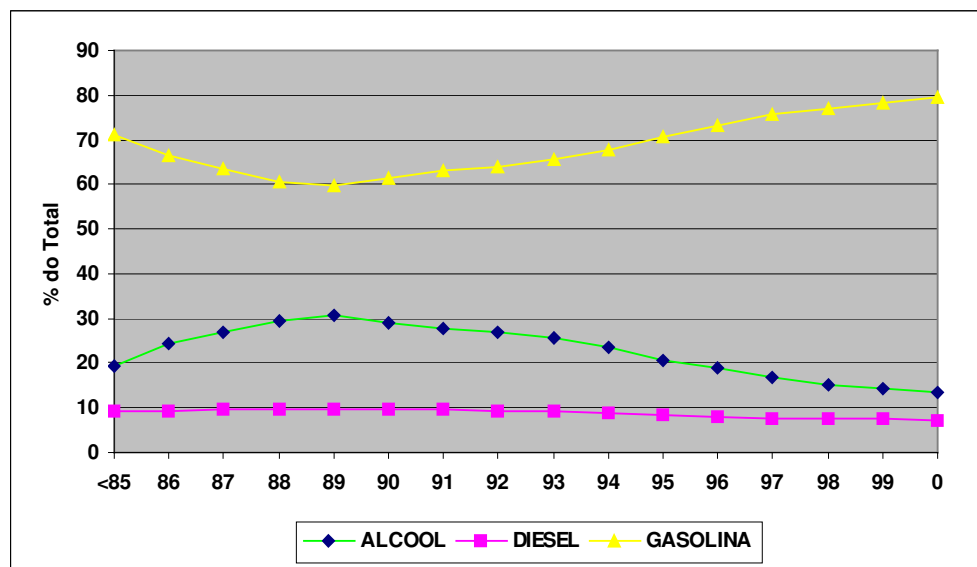


Gráfico 14 - Evolução da frota da região conurbada de Belo Horizonte, Contagem e Betim por combustível.

7.3 PREVISÃO DA FROTA DO ESTADO NOS PRÓXIMOS TRÊS ANOS

Como visto, as frotas de veículos de Minas Gerais, da RMBH e da Região Conurbada apresentaram, em termos percentuais, um crescimento irregular, alternando anos de maiores e menores crescimentos, às vezes intercalando períodos de estabilidade. Este comportamento, refletindo as situações de instabilidade do mercado de veículos, dificulta a projeção, mesmo em médio prazo, das tendências que irão definir a frota futura do Estado.

Em vista das características do universo de dados disponíveis da frota – série composta por apenas quinze observações, não sendo possível observar variações sazonais e de um padrão passado – a técnica de Alisamento Exponencial Duplo de Holt com dois parâmetros, foi utilizada para calcular as previsões das frotas de veículos do Estado, da RMBH e da Região Conurbada em 2001, 2002 e 2003.

Sumariamente, esta técnica assume que o passado da série apresenta flutuações sobre um nível que está mudando com alguma constante ou está acumulando lentamente uma tendência linear com o passar dos anos; portanto são necessárias duas equações (nível e tendência) para a obtenção das previsões. Nessas equações, se a constante de Alisamento é grande, então o último valor da série tem grande contribuição no processo de previsão: se a constante é pequena, então a memória de valores mais recentes se estende longe no passado.

Utilizando este método, foram obtidas as previsões para as frotas de veículos de Minas Gerais, da RMBH e da Região Conurbada apresentadas na Tabela 21, onde constam também os limites inferiores e superiores destas previsões, para os anos de 2001, 2002 e 2003, considerando um intervalo de confiança de 95%.

Tabela 21 - Previsão das frotas do Estado, da RMBH e da região conurbada de Belo Horizonte, Contagem e Betim com base em 2000.

Região	Ano	Previsão Total	Intervalo de 95% de Confiança	
			Limite Inferior	Limite Superior
Estado de Minas Gerais	2001	3.347.897	3.281.407	3.414.386
	2002	3.529.248	3.432.397	3.626.098
	2003	3.715.732	3.586.735	3.844.730
RMBH	2001	999.779	976.418	1.023.141
	2002	1.066.124	1.034.325	1.097.923
	2003	1.134.745	1.093.903	1.175.587
Região Conurbada Belo Horizonte, Contagem, Betim	2001	894.086	873.102	915.070
	2002	957.651	929.040	986.262
	2003	1.023.496	986.714	1.060.279

8. INVENTÁRIO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

A qualidade do ar de uma região é determinada por um conjunto de fatores cujas contribuições relativas devem ser criteriosamente consideradas. Se por um lado as fontes de emissão representam condições necessárias para a existência da poluição atmosférica, a meteorologia desempenha um papel essencial para definir, em função de aspectos físicos (diluição) e químicos (reações químicas), os níveis de concentrações desses poluentes na atmosfera de uma dada região.

Assim, mantidos os mesmos níveis de emissão, as concentrações dos poluentes de uma dada localidade estarão sujeitas às condições atmosféricas reinantes durante a observação. Quando desfavoráveis à dispersão, haverá um acúmulo dos poluentes e, conseqüentemente, as concentrações se apresentarão mais elevadas. Ao contrário, em presença de instabilidade, os ventos e a precipitação pluviométrica, por exemplo, formarão meios para a diluição e limpeza dos poluentes, resultando uma baixa concentração dessas substâncias na atmosfera.

Em vista dessas manifestações naturais obedecerem a um comportamento sazonal, é necessário utilizar informações e dados sobre as emissões das diversas fontes para, dentre outros objetivos, adotar ações de planejamento preventivas à elevação considerável dos níveis de poluição observadas durante o período desfavorável à dissipação dos poluentes que, no sudeste brasileiro, coincide com o período de inverno (maio a setembro).

A efetividade das ações preventivas dependerá, em grande proporção, da disponibilidade de dados e informações que possibilitem diagnosticar as condições potenciais de poluição atmosférica de uma região.

Assim sendo, um dos instrumentos indispensáveis para se atingir este objetivo é o Inventário de Fontes de Emissão: a partir do conhecimento das origens da poluição, obtido por meio da listagem das principais fontes de emissão, tanto fixas quanto móveis, são calculadas e quantificadas as respectivas emissões teóricas dessas fontes obtendo-se, ao final, um quadro das contribuições relativas destas fontes para a poluição atmosférica total da região.

Apesar da importância do Inventário de Fontes de Emissão para o diagnóstico e controle da poluição atmosférica e embasamento de ações de planejamento ambiental/regional, Minas Gerais acumulou atrasos nesta área. Detentor, atualmente, da segunda maior frota de veículos do País, desconhecia a contribuição desses agentes para deterioração da qualidade do ar e, somente em 1986, avaliou a contribuição das fontes fixas para a poluição atmosférica de sua região mais industrializada: a Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH.

8.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE FONTES FIXAS

Com o objetivo de coletar dados sobre todas as indústrias localizadas na RMBH para identificar aquelas de maior potencial poluidor do ar e das águas, a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC apresentou, em 1986, um relatório técnico sintetizando os resultados finais do projeto “Cadastramento de Indústrias de Transformação da RMBH”, contratado para ser desenvolvido por aquela Fundação pela então Comissão de Política Ambiental do Estado - COPAM.

Único trabalho sistematizado realizado em Minas Gerais até o momento, as informações contidas nesse cadastro foram levantadas com referência aos seguintes poluentes, cujos fatores de emissão encontravam-se disponíveis na literatura: Material Particulado, Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO^x) e Óxidos de Enxofre (SO_x) – poluentes atmosféricos – e Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio e Sólidos em Suspensão – poluentes hídricos.

Os dados foram levantados no período de fevereiro de 1980 à fevereiro de 1983, quando a RMBH era constituída por um total de quatorze municípios: Belo Horizonte, Betim, Caeté, Contagem, Ibirité, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano e apresentava uma população total de 2.541.788 habitantes.

Parte dos resultados do trabalho resumido na Tabela 22 mostrou, dentre o universo de gêneros industriais inventariados, aqueles de maior contribuição para a poluição atmosférica da RMBH na época: as indústrias metalúrgica e de minerais não metálicos respondiam por mais de 90% das emissões de material particulado, CO e NO_x e cerca de 65% das emissões de SO_x, enquanto as indústrias química e têxtil complementavam as emissões de NO_x e SO_x.

Embora se tratando de dados estimativos e potenciais, as emissões de CO pelas indústrias metalúrgicas surpreendem pois, na realidade, se estas se referem às emissões presentes nos gases do alto forno, por exemplo, deve-se considerar que, devido ao seu relativamente elevado poder calorífico (850 Kcal/m³), este gás é empregado como suprimento energético nas diversas unidades das indústrias integradas ou mesmo queimado em tochas, nas siderúrgicas não integradas, não sendo lançado diretamente na atmosfera.

Tabela 22 - Distribuição das participações relativas dos gêneros industriais nas emissões estimadas de poluentes atmosféricos.

GÊNERO INDUSTRIAL	POLUENTES (%)			
	MP	CO	NO _x	SO _x
Ind. Metalúrgica	19,5	96,3	2,2	5,8
Ind. Minerais Não Metálicos	80,0	0,1	89,6	58,9
Ind. Química	0,1	3,6	5,0	29,0
Ind. Alimentícia	0,4	0,0	1,9	2,8
Ind. Têxtil	-	-	0,5	1,4
Outras	-	-	0,8	2,1
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
TOTAL (t/dia)	2.100	3.600	74	330

Fonte: CETEC, 1986

Na Tabela 23 são apresentados os dados da contribuição relativa dos municípios para a poluição do ar na RMBH onde se nota, desde aquela época, o peso da contribuição da região conurbada Belo Horizonte, Contagem e Betim, juntamente com Pedro Leopoldo e Vespasiano, pólos do setor da produção de cimento no Estado.

As indústrias de cimento, localizadas em Pedro Leopoldo e Vespasiano, eram as principais fontes de impacto da poluição por material particulado (cerca de 65%), óxidos de enxofre (cerca de 40%) e óxido de nitrogênio (mais de 80%) da RMBH onde, as emissões das fontes localizadas em Belo Horizonte, Contagem, Betim, Vespasiano e Pedro Leopoldo respondiam por 97,6; 87,7; 98,5 e 98% de cargas diárias de 2.100; 3.600; 74 e 330 toneladas de MP, CO, NO_x e SO_x, respectivamente, lançadas na atmosfera da região.

Tabela 23 - Distribuição das participações relativas dos municípios nas emissões estimadas de poluentes atmosféricos.

MUNICÍPIO	POLUENTES (%)			
	MP	CO	NO _x	SO _x
Belo Horizonte	6,6	33,5	1,4	3,2
Betim	3,5	12,3	5,8	32,0
Contagem	22,4	41,9	9,8	23,0
Pedro Leopoldo	32,7	-	10,1	21,8
Vespasiano	32,4	-	71,4	18,0
Outros	2,4	12,3	1,5	2,0
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
TOTAL (t/dia)	2.100,0	3.600,0	74,0	330,0

Fonte: CETEC, 1986

Passados quinze anos da apresentação deste cadastramento não houve qualquer atualização de seus resultados impossibilitando, sobretudo, uma avaliação da atuação dos órgãos ambientais do estado e municípios no controle da poluição atmosférica de origem industrial na região.

No presente, as facilidades advindas da evolução tecnológica, novos recursos técnicos e instrumentais (existência de microcomputadores e softwares específicos), somado à necessidade de dados e informações atualizadas das condições cada vez mais

agravadas de poluição atmosférica, impõem o investimento de recursos para a elaboração de inventários dinâmicos das emissões de fontes fixas e móveis, atualizados anualmente.

8.2 INVENTÁRIO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS VEICULARES - IEV/2000.

Ao contrário das fontes fixas, cujas emissões são localizadas e seu transporte depende da ação dos ventos, os veículos, dado à sua mobilidade, transportam suas próprias emissões, disseminando-as pelo meio.

Indiscutivelmente, em nível mundial, a deterioração da qualidade do ar nos grandes centros urbanos deve-se, com significativa predominância, aos veículos automotores que lançam para atmosfera um conjunto complexo de compostos químicos resultantes da queima dos combustíveis dos quais o monóxido de carbono (CO), os óxidos de enxofre (SO_x) e nitrogênio (NO_x), os organovoláteis, identificados como hidrocarbonetos (HC) e o material particulado, constituem os majoritários e regulamentados mundialmente.

Embora representando a principal fonte, por onde são emitidos os gases de combustão, o escapamento não constitui o único meio pelo qual os veículos poluem o ambiente: no atrito com o solo, há o desgaste dos pneus e conseqüente geração de material particulado.

Dado às características de volatilidade, os combustíveis não queimados são emitidos para a atmosfera, quer nas operações de abastecimento (operações de transferências), quer nos sistemas de sua distribuição e alimentação pelos componentes mecânicos do veículo, através dos respiros, juntas e conexões (emissões evaporativas) e também à partir do motor, através dos anéis de vedação dos pistons durante os períodos de compressão e explosão (emissões do carter).

Assim sendo, as emissões dos veículos estão relacionadas com quatro fontes – escapamento; carter/evaporativas; pneus e operações de transferências – sendo que, à cada uma delas, está associado um conjunto de poluentes específicos.

O Gráfico 15, construído a partir dos dados do Inventário das Fontes Móveis da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP de 1999, ilustra este fato mostrando a distribuição das emissões dos veículos, por fonte, relacionadas aos respectivos poluentes gerados. Conforme se constata, a totalidade dos óxidos de enxofre e nitrogênio e do monóxido de carbono resultantes da combustão são emitidos pelo tubo de descarga (escapamento), enquanto apenas parte dos hidrocarbonetos, cerca de 50%, e do material particulado, cerca de 80%, são também emitidos por esta fonte.

Os restantes 20% dos particulados são gerados pelo desgaste dos pneus e a outra metade dos hidrocarbonetos são provenientes das operações de transferências (15%) e das emissões evaporativas e do carter (35%).

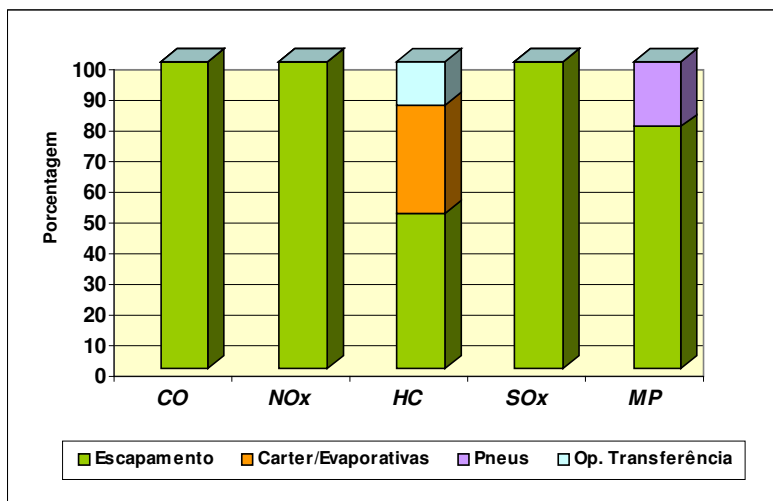


Gráfico 15 - Distribuição das emissões dos veículos por fonte.

A metodologia empregada para o cálculo das emissões das fontes móveis da RMBH foi baseada na adotada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB que, por sua vez, teve como base a metodologia desenvolvida pela United States Environmental Protection Agency - USEPA.

Resumidamente, esta metodologia fundamenta-se em cálculos e determinações, em função das características da frota – quilometragem média anual, número de veículos por ano de fabricação, tipo e combustível utilizado, dentre outras – dos fatores médios de emissão para cada poluente, referenciados às respectivas fontes.

Por exemplo, no caso do CO, HC e NO_x resultantes da queima de um determinado combustível e emitidos pelo escapamento, bem como dos HC provenientes das emissões do carter e evaporativas, este fator é obtido por meio do cálculo da média ponderada dos fatores de emissão referentes à cada ano-modelo dos veículos. Os resultados desses cálculos fornecem para essas emissões, um valor médio que passa a ser representativo e aplicável à frota como um todo, embora ela seja constituída por veículos de modelos e idades diferentes.

Dessa forma, o fator médio de emissão é elemento básico para a elaboração do inventário de emissões de fontes móveis, pois permite quantificar a emissão de um dado poluente, em g/km, tomando como referência um veículo hipotético representativo da frota em estudo.

Na Figura 6 é apresentado um diagrama ilustrativo e sumário, esquematizando a metodologia para o cálculo das emissões de CO, NO_x e HC resultantes da queima dos combustíveis, emitidos pelo escapamento dos veículos leves, movidos à álcool e gasolina, bem como das emissões de HC (carter e evaporativas) conforme descrito acima.

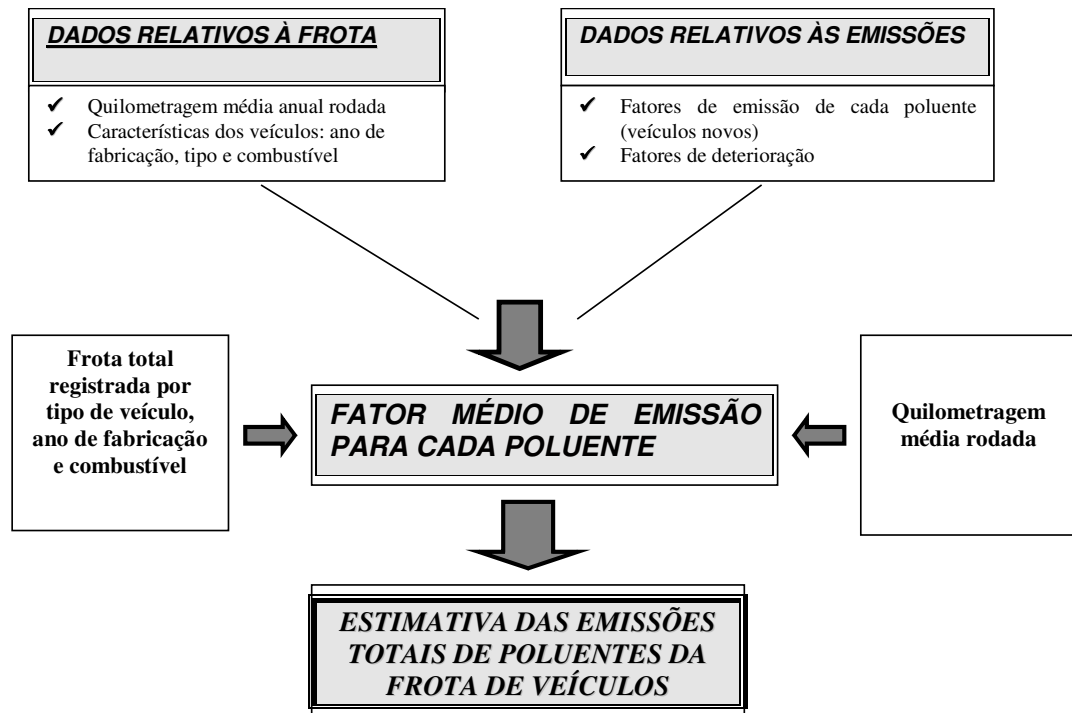


Figura 6 - Metodologia para estimativa das emissões atmosféricas por veículos automotores

Dado à falta de disponibilidade de dados específicos para a frota brasileira, os fatores de emissão utilizados no cálculo das emissões gasosas e de material particulado de outras categorias de veículos – motocicletas e os movidos à diesel – foram aqueles estabelecidos pela USEPA, o mesmo acontecendo em relação aos hidrocarbonetos provenientes das operações de transferências e do material particulado gerado pelo desgaste dos pneus.

Já, com relação aos óxidos de enxofre, seus fatores de emissão foram calculados à partir das características físico-químicas dos combustíveis (gasolina e diesel) e do consumo médio das frotas.

8.2.1 Análise dos Resultados do Inventário de Emissões Veiculares - IEV/2000

Para facilitar a análise dos resultados do inventário de fontes móveis, os municípios da RMBH foram reunidos em dois grupos: o primeiro constituído pela Região Conurbada de Belo Horizonte, Contagem e Betim e o segundo pelo conjunto dos demais 30 municípios integrantes da região restante da RMBH. Com este procedimento procurou-se uniformizar e privilegiar a análise dos dados da Região Conurbada que, em decorrência do crescimento vertiginoso e desordenado de seus municípios, assistiu a extinção de suas fronteiras físicas, transformando-se em um aglomerado urbano de características semelhantes, de grande interação intermunicipal que, atualmente, constitui a região mais crítica em poluição atmosférica do Estado.

Na Tabela 24 são apresentados os valores dos fatores médios de emissão de CO, HC e NO_x, resultantes da combustão da gasolina e álcool e emitidos pelo escapamento, juntamente com as emissões de HC do carter e evaporativas, para estes dois combustíveis. Os fatores médios foram calculados com os dados das frotas da Região Conurbada e do Restante da RMBH, empregando-se a metodologia apresentada na Figura 6.

Tabela 24 - Fatores Médios de Emissão de Poluentes Atmosféricos por veículos automotores

Fonte De Emissão	Tipo De Veículo	Fatores Médios de Emissão (g/km)											
		Belo Horizonte			Contagem			Betim			Resto RMBH		
		CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x
Escapamento	Gasol.	9,48	0,96	0,66	13,6	1,33	0,84	14,2	1,38	0,85	19,3	1,83	1,05
	Álcool	16,70	1,94	1,25	17,5	2,0	1,29	17,9	2,03	1,30	24,3	1,97	1,39
Carter/ Evap.	Gasol.		0,90			1,38			1,50			2,12	
	Álcool		1,46			1,54			1,58			1,64	

Para ilustrar a influência da idade das frotas nos valores dos fatores médios de emissão foram construídos os gráficos da Figura 7, para veículos à gasolina. Conforme demonstrado anteriormente, as frotas dos municípios obedecem as seguintes disposições por ordem crescente de idade: Belo Horizonte (25% da frota anterior à 1985), seguida por Contagem (34%), Betim (38%) e pela do restante da RMBH (48%). As curvas representativas dos fatores médios de emissão de CO, HC e NO_x mostram a elevação nos valores dos fatores médios de emissão acompanhando este mesmo ordenamento, aumentando com o envelhecimento das frotas. Teoricamente resultaria que, caso o número de veículos dessas quatro frotas fossem numericamente iguais, as quantidades de CO lançadas para a atmosfera pelos veículos à gasolina seriam menores em Belo Horizonte e maiores no restante da RMBH.

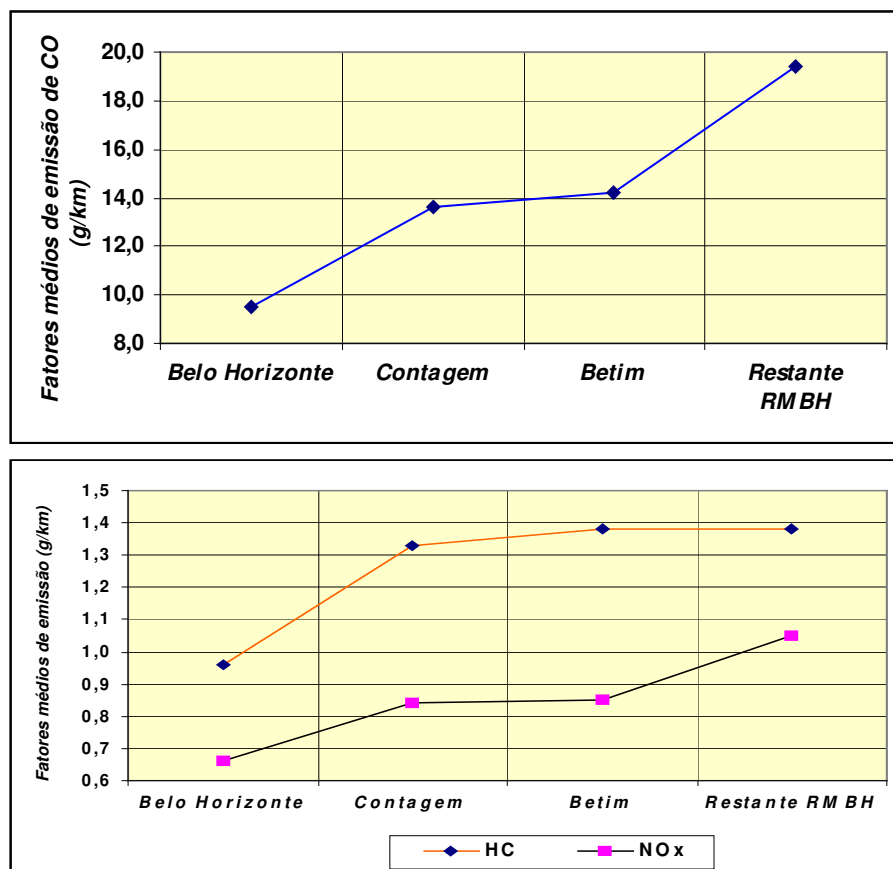


Figura 7 - Fatores médios de emissão de CO, HC e NO_x, para veículos à gasolina das frotas de Belo Horizonte, Contagem, Betim e Restante da RMBH.

Nas Tabelas 25 e 26, são apresentados os resultados do inventário das fontes móveis, com dados estimados das emissões totais de CO, NO_x, HC, SO_x e material particulado, em 1.000 toneladas/ano, referentes ao ano 2000.

Tabela 25 - Inventário das emissões atmosféricas veiculares da Região Conurbada

Fontes de Emissão	Tipos de veículos	Emissões (1.000 t/ano)				
		CO	HC	NO _x	SO _x	MP
Escapamento	Gasolina	80,7	8,1	5,5	1,8	0,6
	Álcool	18,2	2,1	1,4		
	Diesel	62,1	12,1	45,4	4,7	2,8
	Táxi	4,3	0,4	0,3	0,1	
	Motocicleta	1,3	0,7	0,1	0,1	
Carter e Evaporativas	Gasolina		6,5			
	Álcool		2,1			
	Motocicleta		0,4			
Pneus	Todos					2,0
Operações de Transferência	Gasolina		0,1			
	Álcool					
TOTAIS		166,6	32,5	52,7	6,7	5,4

Tabela 26 - Inventário das emissões atmosféricas veiculares da região "Restante da RMBH"

Fontes de Emissão	Tipos de veículos	Emissões (1.000 t/ano)				
		CO	HC	NO _x	SO _x	MP
Escapamento	Gasolina	19,6	1,9	1,1	0,2	0,1
	Álcool	1,8	0,2	0,2		
	Diesel	24,4	4,0	17,8	1,9	1,1
	Táxi	13,2	0,1			
	Motocicleta	1,8	0,2			
Carter e Evaporativas	Gasolina		2,2			
	Álcool		0,2			
	Motocicleta		0,1			
Pneus	Todos					0,4
Operações de Transferência	Gasolina					
	Álcool					
TOTAIS		60,8	8,9	19,1	2,1	1,6

Para facilitar a interpretação, esses resultados foram transpostos para os diagramas de barras da Figura 8, onde se observa que, de acordo com o esperado e por apresentar uma quantidade de veículos muito superior em relação ao Restante da RMBH, a frota da Região Conurbada emite, em relação a todos os poluentes estudados, uma carga de poluição muito maior.

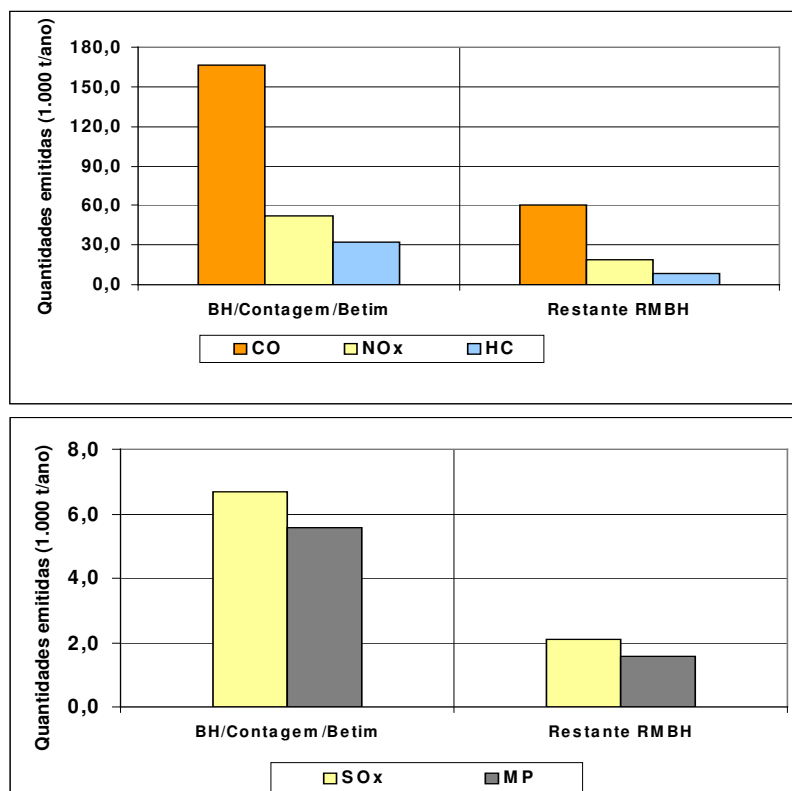


Figura 8 - Carga de poluentes atmosféricos emitidos em 1.000t/ano.

Para melhor avaliação das diferentes cargas de emissão, foram calculadas as porcentagens relativas de contribuição das regiões estudadas para a poluição total, cujos resultados são mostrados no Gráfico 16. Nota-se que, a menor participação da região Belo Horizonte/Contagem/Betim dá-se em relação aos hidrocarbonetos cujas emissões atingem cerca de 60% do total na RMBH. Com relação aos outros poluentes, a contribuição das emissões de Belo Horizonte/Contagem/Betim varia em torno de 75% a 85% para a poluição total da RMBH.

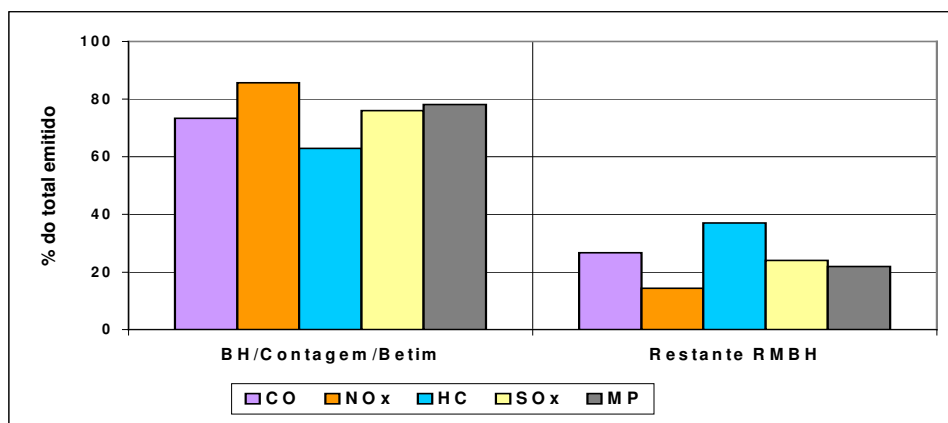


Gráfico 16 - Contribuição das emissões de Belo Horizonte/Contagem/Betim e Restante da RMBH em relação ao total da RMBH

Os resultados finais do inventário de fontes móveis mostraram que, no ano 2000, a frota de veículos de Belo Horizonte/Contagem/Betim emitiu uma quantidade aproximada de 264.000 toneladas de poluentes para a atmosfera. No Gráfico 17 são apresentadas, em porcentagem do total emitido, as contribuições relativas dos tipos de combustíveis para esta poluição. Conforme pode-se constatar, à exceção do CO cuja maior parcela é originária dos veículos à gasolina, a frota à diesel é responsável pela grande maioria das emissões de material particulado e de óxidos de nitrogênio e enxofre para a atmosfera da Região Conurbada.

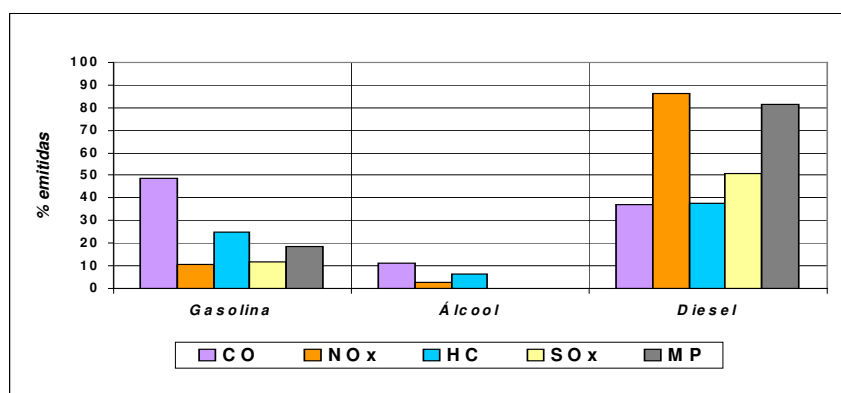


Gráfico 17 - Contribuição da frota de Belo Horizonte/Contagem/Betim, para a poluição atmosférica por tipo de combustível.

Este fato evidencia a importância e necessidade de maiores investimentos em programas de fiscalização das emissões de veículos a diesel na região, quer incentivando a disseminação, pelas empresas de transporte, da adoção de programas de auto fiscalização de suas frotas, quer pelo incremento e ampliação, para outros municípios da RMBH, da “Operação Oxigênio”, programa da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento de Belo Horizonte voltado para a fiscalização das emissões de fuligem da frota a diesel da capital.

Apesar de sua indiscutível utilidade no fornecimento de dados sobre a quantidade estimada de poluentes lançados anualmente para a atmosfera, o inventário não permite avaliar o comprometimento da qualidade do ar resultante do trânsito diário de veículos nos principais eixos viários dos grandes centros urbanos. Esses dados, mais pontuais e dinâmicos, têm sua importância direcionada, dentre outras finalidades, para o conhecimento do nível de exposição da população a condições mais extremas da poluição atmosférica bem como ao planejamento das intervenções viárias, buscando maior fluidez do tráfego e, conseqüentemente, ganhos na qualidade do ar local.

Para estimar as emissões em pontos de um determinado eixo viário, foi desenvolvida uma metodologia de cálculo cuja aplicação requer basicamente o conhecimento dos fatores médios de emissões, dados da contagem de veículos – por categoria – que trafegam no trecho e a adequada delimitação da área de estudo. Nessa metodologia são consideradas apenas as emissões do cano de descarga – CO, HC, NO, SO e MP resultantes da queima do álcool, gasolina ou diesel – e aquelas provenientes do desgaste dos pneus - material particulado, para todos os tipos de veículos.

Utilizando a metodologia citada e em vista da disponibilidade de dados de contagem de veículos, foram estimadas as quantidades diárias de poluentes emitidos em duas vias de intenso tráfego de veículos da capital mineira: Avenida Amazonas – principal via de acesso à Contagem, Betim e BR-381 – e Avenida Cristiano Machado, que corta uma região em processo de grande expansão urbana, ligando Belo Horizonte à região do carste de Lagoa Santa e Aeroporto de Confins.

Os resultados obtidos, baseados nos dados de contagem de veículos no período de 6 às 22:00 horas de um dia útil do ano de 1999, para a Av. Cristiano Machado e de 2000 para a Av. Amazonas, são mostrados no Gráfico 18 onde estão relacionadas, para cada poluente, as estimativas das quantidades totais emitidas.

Conforme pode-se observar, as quantidades totais emitidas de cada poluente foram praticamente as mesmas nos dois pontos considerados e, somadas, totalizaram 1,20 e 1,11 toneladas lançadas no dia para a atmosfera da região da Av. Amazonas (no trecho entre Av. do Contorno e R. Thompson Flores) e Av. Cristiano Machado (no trecho entre Av. Bernardo Vasconcelos e Av. José Cândido da Silveira), respectivamente.

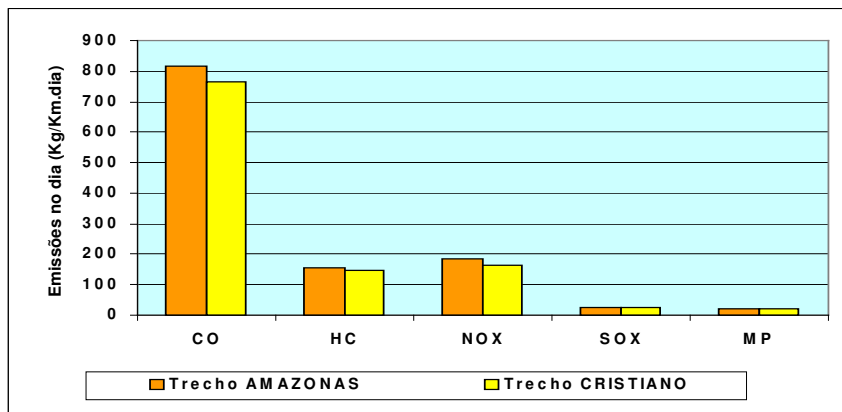


Gráfico 18 - Estimativa das quantidades diárias de poluentes emitidos na Av. Amazonas e na Av. Cristiano Machado.

As contribuições relativas, por tipo de veículo, para a poluição atmosférica nos dois trechos estudados são mostradas nos Gráficos 19 e 20, onde encontram-se relacionadas as participações percentuais dos automóveis, ônibus e caminhões para as emissões totais de cada poluente.

A semelhança de perfis entre os dois gráficos é justificada pelo número e composição do fluxo de veículos nos dois locais: dos 70.000 veículos computados no tráfego da Av. Amazonas, 85% eram automóveis; 14% ônibus e 1% caminhões enquanto, na Av. Cristiano Machado, dos 65.000 apurados, 86% eram automóveis; 11% ônibus e 3% caminhões. Em ambos os casos verifica-se a supremacia dos automóveis para as emissões de HC e CO e a predominância dos veículos diesel como emissores de MP (fuligem) e óxidos de enxofre e nitrogênio.

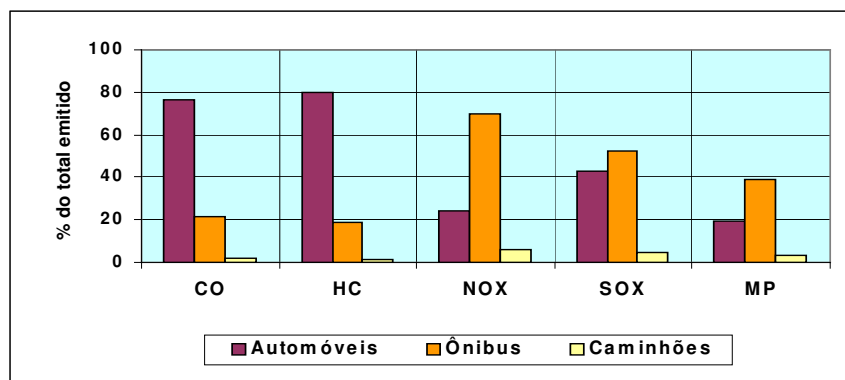


Figura 19 - Emissões percentuais no trecho da Av. Amazonas, entre Av. do Contorno e Rua Thompson Flores.

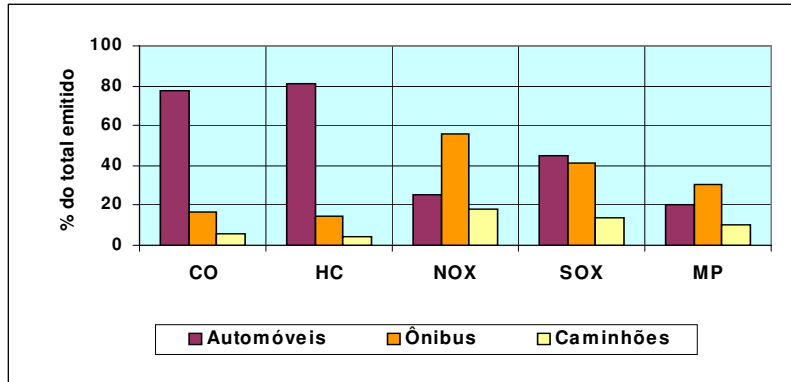


Gráfico 20 - Emissões percentuais no trecho da Av. Cristiano Machado, entre Av. Bernardo Vasconcelos e Av. José Cândido da Silveira.

Os Gráficos 21, 22 e 23 apresentam a relação entre o crescimento percentual da frota da Região Conurbada de Belo Horizonte, Contagem e Betim e as emissões percentuais de CO, HC e NO_x, respectivamente. As curvas correspondentes às emissões desses poluentes foram sobrepostas ao gráfico de barras representativo do crescimento percentual da frota de veículo da região nos períodos: anterior à 1985; de 1986 a 1990; de 1991 a 1995 e de 1996 até 2000.

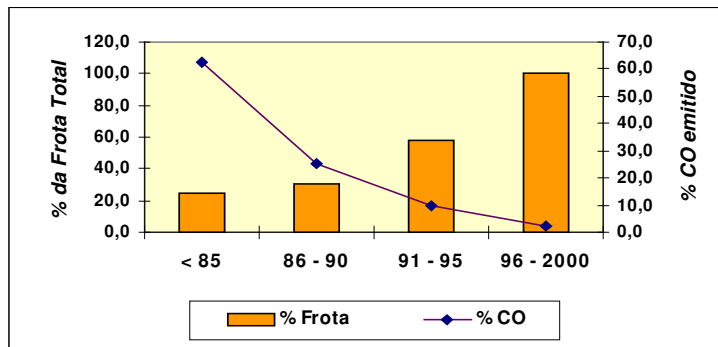


Gráfico 21 - Relação entre crescimento da frota e emissão de CO para Belo Horizonte/ Contagem/ Betim

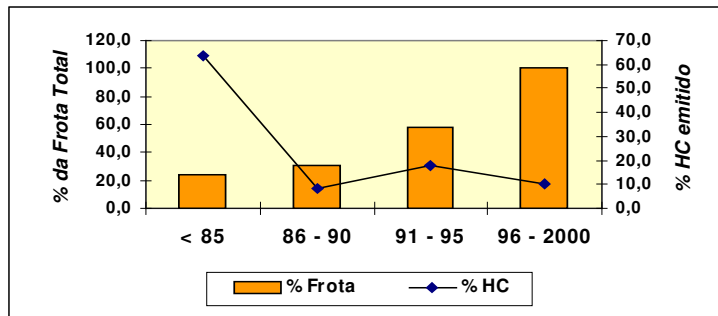


Gráfico 22 - Relação entre crescimento da frota e emissão de HC para Belo Horizonte/ Contagem/ Betim

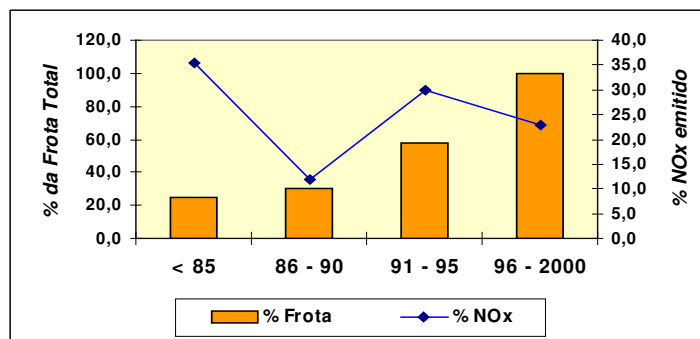


Gráfico 23 - Relação entre crescimento da frota e emissão de NO_x para Belo Horizonte/ Contagem/Betim

À exceção do NO_x cujas porcentagens de redução oscilaram no período verifica-se, no caso do CO e do HC, uma diminuição expressiva nas respectivas emissões ou seja, enquanto a frota de veículos da Região Conurbada praticamente quintuplicou desde 1985 até 2000, as emissões de CO e HC foram reduzidas de 60% – correspondente à porcentagem emitida pela frota anterior a 1985 – para aproximadamente 1% (para o CO) e cerca de 10% (para os HC) – emissões percentuais das frotas de 1996 à 2000.

Os resultados ilustram a atuação positiva do Programa de Controle de Poluição Veicular - PROCONVE que definiu metas progressivas de redução das emissões para veículos novos. Demonstram a existência de uma relação inversa entre crescimento do número de veículos e emissões de poluentes, que tende a consolidar-se progressivamente no ritmo da renovação das frotas, e deixam clara a necessidade da implementação de medidas de controle voltadas para os veículos mais antigos em circulação, responsáveis pela maior carga de emissão da frota.

Os dados resultantes do inventário de emissões da frota da RMBH não permitem, por si só, dimensionar a intensidade relativa da carga de poluição lançada anualmente para a atmosfera da região. Em razão disso e para efeito comparativo, são apresentados na Tabela 27 dados referentes à Região Metropolitana de São Paulo - RMSP e da RMBH.

As emissões estimadas dos principais poluentes lançados anualmente para a atmosfera, para as frotas veiculares da RMSP de 1999 e da RMBH de 2000, são mostradas no Gráfico 24.

Tabela 27 - Dados das Regiões Metropolitanas de São Paulo e Belo Horizonte

	RMSP	RMBH
Nº de municípios	31	33
Área (km ²)	8.051	9.164
População	16.300.000	4.300.000
Densidade demográfica (hab/km ²)	2.025	469
Frota de Veículos	6.400.000	962.000
Nº veículos/1.000 hab	393	224

Constituída por um total de 31 municípios e ocupando uma área territorial um pouco menor, a RMSP agrupa uma população cerca de quatro vezes superior, bem mais concentrada em seu território e uma frota de veículos quase sete vezes maior que a da RMBH. Com uma distribuição aproximada de 400 veículos por mil habitantes, a RMSP apresenta um índice bem superior ao dos países em desenvolvimento (140) e compatível com os registrados em alguns países desenvolvidos, onde a média atinge 560.

Como esperado, as emissões da frota de veículos da RMSP são muito maiores em relação a todos os poluentes. O Gráfico 24 permite avaliar estas diferenças mostrando, no caso do CO, que a proporcionalidade observada entre número de veículos das duas regiões – frota da RMSP cerca de sete vezes maior – é aproximadamente mantida com relação às quantidades emitidas deste poluente.

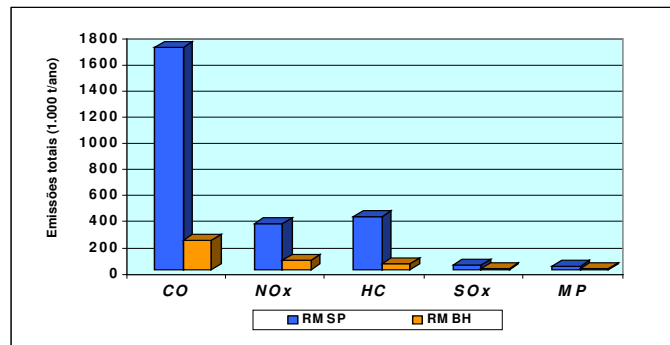


Gráfico 24 - Emissões atmosféricas na RMSP na RMBH.

9. DIRETRIZES ESTRATÉGICAS (SEMAD/FEAM)

Para alcançar os objetivos do PCPV e da implantação do Programa I/M em Minas Gerais foram definidas as diretrizes estratégicas apresentadas a seguir.

- Destinar os recursos provenientes da implantação do Programa I/M à ampliação, manutenção e operação da rede Estadual de monitoramento da qualidade do ar que, dentre outros benefícios, permitirá avaliar os resultados alcançados com a implantação do Programa I/M.
- Incentivar e participar das iniciativas dos municípios e de grupos da sociedade civil organizada que estejam dirigidos para o desenvolvimento de programas ou projetos para o controle da poluição atmosférica e sonora de origem veicular.
- Realizar o Inventário de Emissões Atmosféricas de Fontes Fixas para avaliação da contribuição relativa das emissões dessas fontes e da frota veicular na qualidade do ar.
- Propor aos municípios e coordenar os esforços para inserir a Região Metropolitana de Belo Horizonte na Iniciativa de Ar Limpo nas Cidades da América Latina, Programa do Banco Mundial lançado em dezembro de 1998.
- Solicitar oficialmente ao Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN e apoiar a implantação do Programa de Inspeção de Segurança Veicular – ISV de forma integrada às atividades de inspeção das emissões de poluentes atmosféricos e ruído.
- Coordenar a Implantação de um Programa Estadual de Educação Ambiental que, juntamente com iniciativas locais, objetive sensibilizar, conscientizar e engajar a população no controle da emissão de poluentes atmosféricos e ruídos gerados por veículos automotores.
- Em parceria com secretarias de saúde do Estado e municipais, desenvolver e aplicar metodologias de avaliação do grau de dano à saúde pública causado pela emissão de poluentes atmosféricos e ruído por veículos automotores, objetivando o levantamento de dados para a vigilância epidemiológica.
- Desenvolver procedimentos de avaliação das deseconomias causadas pelo impacto ambiental do trânsito de veículos das regiões metropolitanas.
- Intensificar a "Operação Oxigênio" em Belo Horizonte – responsável pela fiscalização das emissões veiculares – estendendo-a para todos os tipos de combustível, de maneira a garantir a manutenção periódica da frota.
- Implantar, em parceria com os municípios, a fiscalização em campo das emissões de poluentes atmosféricos e ruído por veículos automotores.
- Apoiar as empresas que possuam frota própria de transporte de carga ou de passageiros movida a Diesel, a adotarem Programa Interno de Auto Fiscalização da

correta manutenção quanto a emissão de fumaça preta, conforme diretrizes constantes na portaria IBAMA nº85/96.

- Pesquisar, desenvolver e regulamentar a exigência de sistemas de controle de emissão evaporativa para as operações de transferência de combustível, em locais e postos de distribuição e abastecimento.
- Avaliar as perdas econômicas totais provocadas pelo transporte individual nas cidades e utilizar esses resultados como instrumento de planejamento dos investimentos públicos do Estado no transporte coletivo, principalmente com a utilização de fontes limpas de energia.
- Propor e incentivar o desenvolvimento de programas locais para a ampliação da oferta e para a melhoria da qualidade do transporte coletivo, estimulando sua utilização crescente.
- Desenvolver, em parceria com os municípios, programas de incentivo ao transporte não motorizado e ao transporte coletivo.
- Incentivar a ampliação de cursos de aperfeiçoamento profissional relativos ao controle das emissões de poluentes atmosféricos veiculares.
- Incentivar a gestão integrada dos transportes coletivos para as regiões metropolitanas.

10. PROGRAMA DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS EM USO – I/M

Os Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M a serem implantados nos estados foram instituídos pelo Código de Trânsito Brasileiro - CTB e pelas Resoluções nºs 01, 02 e 07 de 1993, 16 e 18 de 1995, 227 de 1997 e 251, 252 e 256 de 1999 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. As providências necessárias para implementação do Programa de I/M em Minas Gerais ficaram a cargo da Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, órgão vinculado à Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD.

10.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROGRAMA I/M

Através do Programa I/M serão aferidas periodicamente as emissões de poluentes atmosféricos e de ruído dos veículos automotores em circulação em Minas Gerais. As inspeções serão realizadas em estações de inspeção, que deverão apresentar as características de implantação e operação constantes no Anexo II da Resolução CONAMA nº 07/93, ou em unidades móveis.

Nas estações de inspeção, equipadas exclusivamente para realizar essas atividades, é vedado o comércio ou serviços, tais como a realização de reparos, regulagens e venda de peças de reposição.

O Programa I/M deve ser obrigatoriamente vinculado ao sistema de registro e licenciamento anual, conforme determina o § 3º do artigo 131 do Código de Trânsito Brasileiro - CTB, de tal forma que os veículos reprovados nas inspeções de emissões de poluentes atmosféricos e ruído não possam ser licenciados sem o reparo das causas que originaram sua reprovação. Neste caso, os veículos deverão ser encaminhados para os reparos necessários e serão submetidos a reinspeção.

A primeira reinspeção ou inspeção de retorno será gratuita, desde que realizada dentro de 30 dias contados a partir do dia imediatamente seguinte ao da realização da inspeção.

O veículo aprovado receberá o Relatório de Inspeção e Manutenção de Veículos Automotores em Uso – RIM onde deverá constar a informação “APROVADO” que lhe dará o direito de realizar o licenciamento anual junto ao Órgão Estadual de Trânsito. Em caso de reprovação, o RIM também será fornecido e deverá ter a indicação dos itens responsáveis pela reprovação. Em ambos os casos, imediatamente após a inspeção, o RIM deverá ser repassado eletronicamente para a FEAM e para o DETRAN/MG.

- Forma de Implantação

A operação dos serviços de inspeção da emissão de poluentes atmosféricos e ruídos será de forma indireta por concessão. O direito de prestação dos serviços de inspeção será concedido pelo Poder Público à iniciativa privada que se responsabilizará pelo projeto, instalação, operação, manutenção, auditoria operacional e repasse das informações à FEAM e ao DETRAN/MG.

O procedimento licitatório será regido pela Lei nº 8.666/93 e observará a Lei nº 8.987/95, que dispõe sobre o regime de concessão de serviços públicos. A capacitação e a proposta técnica dos participantes serão consideradas no certame. O prazo contratual será de até dez anos, podendo ser renovado por igual período mediante apresentação de justificativa que descreva as condições para sua prorrogação.

- Sistema de Gestão

Caberá à FEAM juntamente com as secretarias municipais de meio ambiente ou órgão municipal correspondente o acompanhamento, supervisão e auditoria da rede de estações devendo, esses serviços, serem remunerados por parcela da tarifa de inspeção repassada pelas operadoras. O percentual será definido de acordo com a Resolução CONAMA 256/1999 e será destinado, em partes iguais, à FEAM e às secretarias de meio ambiente de cada município participante do Programa.

- Cronograma de Implantação e Frota Alvo

O Programa I/M do Estado será implantado a partir de julho de 2002, de acordo com o seguinte cronograma:

Etapa 1: municípios conurbados de Belo Horizonte, Contagem e Betim – 2002

Etapa 2: Região Metropolitana de Belo Horizonte – 2003

Etapa 3: demais regiões do Estado – 2004

A cada etapa de implantação a ser efetivada será contemplada a frota total da respectiva área de abrangência e a inspeção será direcionada aos veículos a partir do terceiro ano de fabricação.

No estágio inicial do Programa, pelo menos nos primeiros 02 anos a partir da implantação de cada etapa, a inspeção será obrigatória e o atendimento aos limites de emissão de poluentes atmosféricos e ruídos será voluntário, com o objetivo de divulgação de sua sistemática, conscientização do público e ajustes às exigências do Programa.

- Divisão do Estado em Lotes

O Estado de Minas Gerais será dividido em 6(seis) lotes definidos de forma harmônica com a proposta apresentada pela Secretaria de Segurança Pública – SESP, em Audiência Pública realizada em 1997, respeitando as Macrorregiões do Estado e considerando, aproximadamente, o mesmo número de veículos em cada um dos lotes. O Mapa “ESTADO DE MINAS GERAIS – FROTA VEICULAR POR MACRORREGIÃO” é apresentado a seguir.



A divisão do Estado em lotes ficou configurada, conforme apresentado no Mapa “ESTADO DE MINAS GERAIS – DISTRIBUIÇÃO DA FROTA POR LOTE”, como segue: Lote A – Macrorregiões Zona da Mata, Rio Doce e Jequitinhonha com 567.554 veículos; Lote B – Macrorregião Sul de Minas com 571.303 veículos; Lote C – Macrorregiões Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste com 568.004 veículos; Lote D – Macrorregiões Alto São Francisco e Metalúrgica/Campo das Vertentes exceto a RMBH com 575.546 veículos; Lotes E e F – RMBH, placas pares e ímpares (exceto município de Itaguara que foi mantido na Macrorregião Sul de Minas, ou seja, Lote B), totalizando 959.541 veículos.

- Abrangência Geográfica das Estações de Inspeção

As estações de inspeção deverão ser adequadamente distribuídas em todo o território do Estado, de modo que os usuários não sejam obrigados a percorrer longas distâncias. O critério de localização das estações será definido para todo Estado, considerando, distâncias máximas de deslocamento de 50 km para veículos leves e pesados. É obrigatório também que sejam construídas estações fixas em municípios com mais de 20 mil veículos licenciados.

Os veículos de frota de municípios com Programa I/M já implantado deverão ser inspecionados em estações de inspeção do lote ao qual pertence o município.

- Periodicidade das Inspeções

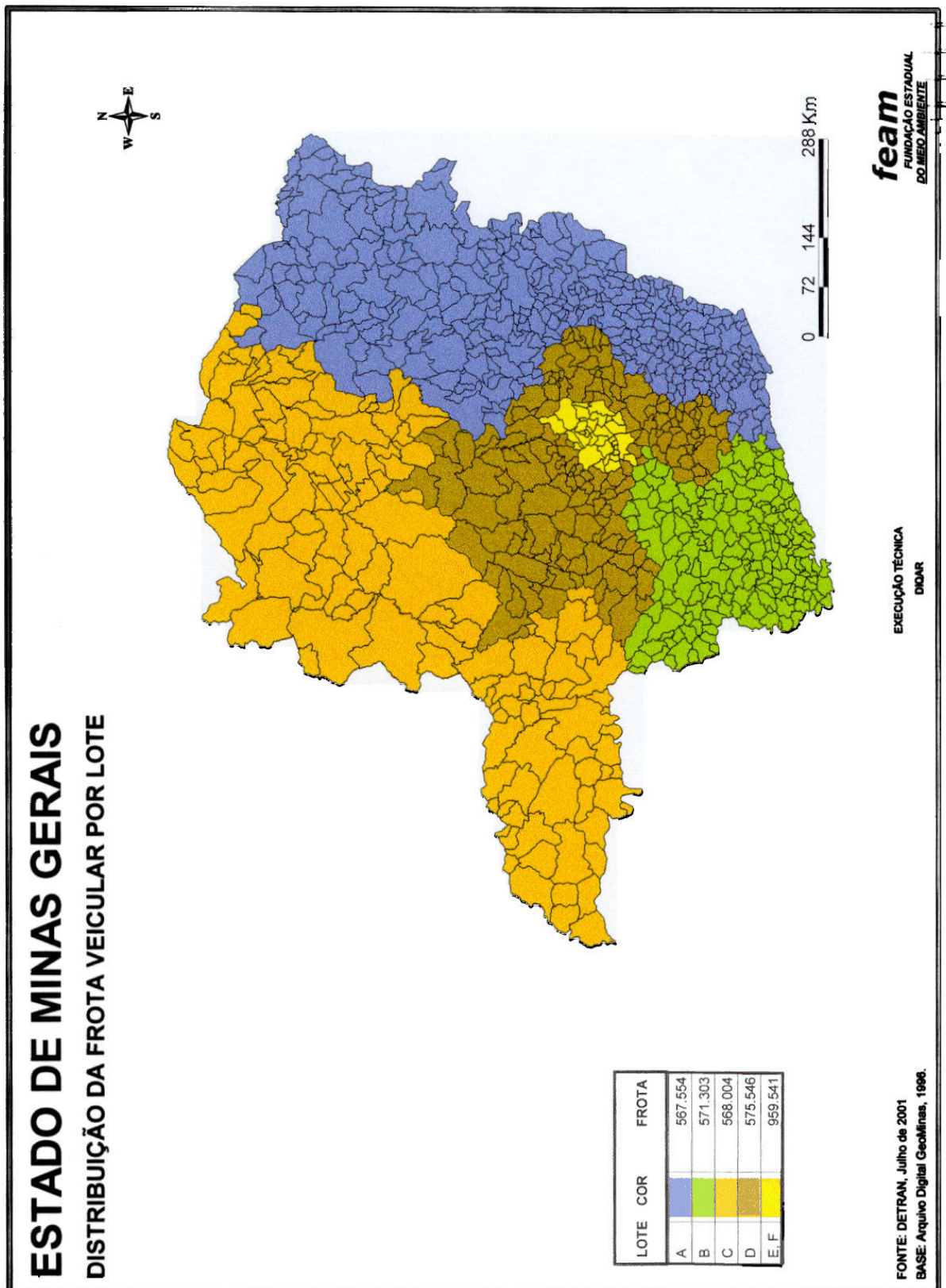
A periodicidade da inspeção será anual, podendo, a critério dos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, ser exigida uma frequência maior para frotas urbanas de uso intenso.

- Integração com a Inspeção de Segurança

As especificações técnicas das estações deverão incluir previsão de espaço físico adicional nas linhas de inspeção, de modo a possibilitar a integração futura com o Programa de Inspeção de Segurança Veicular, previsto no Artigo 104 do Código Brasileiro de Trânsito.

- Estudo Econômico

O estudo econômico deverá ser elaborado considerando: as premissas do Programa I/M definidas nesse documento; a frota veicular a ser atendida e sua distribuição no Estado; a infraestrutura e os equipamentos necessários à operação do Programa. O estudo deverá definir o valor a ser cobrado pelos serviços considerando o equilíbrio econômico-financeiro do contrato.



- Aperfeiçoamento Tecnológico de Programa I/M

O Programa I/M deverá incorporar aperfeiçoamentos tecnológicos, tanto no âmbito de procedimentos de inspeção, como no de equipamentos, de modo a torná-lo cada vez mais eficiente.

10.2 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Os instrumentos jurídicos identificados como sendo necessários para fundamentar a implantação do Programa I/M em Minas Gerais são citados a seguir.

LEI ESTADUAL, com o objetivo de:

- autorizar o Poder Executivo a delegar, por meio de concessão ou de permissão, o serviço público de inspeção das emissões de poluentes atmosféricos e ruído dos veículos licenciados ou registrados pelo DETRAN-MG, nos moldes da Lei Estadual 12.219/96 que não prevê este tipo específico de prestação de serviço público;
- assegurar que os recursos, repassados pelos concessionários ao Poder Público, serão destinados à FEAM e às Secretarias Municipais de Meio Ambiente ou órgão correspondente para aplicação na ampliação, operação e manutenção da rede de monitoramento da qualidade do ar do Estado;
- prever e estabelecer as bases legais, a serem posteriormente regulamentadas em Decreto Estadual, no tocante à organização e coordenação das atividades de planejamento, regulamentação e fiscalização das concessões e das permissões.

DECRETO ESTADUAL, para regulamentar a mencionada Lei, onde deverá constar:

- a definição de órgão técnico estadual responsável pela implantação e execução do Programa de I/M em Minas Gerais, considerando o princípio de equiparação de níveis de competência entre Estado e municípios, estabelecido nas Resoluções do CONAMA nº18/95 e 256/99;
- a definição do compartilhamento de responsabilidades entre parceiros (estado e município), no que se refere: à implantação e gerenciamento do programa em cada lote; ao processo licitatório e de fiscalização; à contratação de auditorias técnica, administrativa e financeira do Programa I/M;
- os mecanismos a serem utilizados para vinculação do Programas I/M com o sistema de licenciamento anual de veículos, no que se refere ao condicionamento do licenciamento à aprovação dos veículos nas inspeções das emissões de poluentes atmosféricos e ruído, bem como ao pagamento das multas ambientais de trânsito;
- o percentual da tarifa de cobrança a ser repassado pelos concessionários aos órgãos ambientais estadual e municipais parceiros do Programa de I/M, à título de remuneração pelo acompanhamento, supervisão e auditoria.
- a autorização para os órgãos ambientais estadual e municipais concederem o serviço público de inspeção das emissões de poluentes atmosféricos e ruídos, especificando a modalidade de licitação e mantendo suas respectivas competências para fiscalização

dos serviços, equipamentos, métodos e práticas bem como a indicação dos órgãos fiscalizadores competentes para exercê-la;

- estabelecer as bases das matérias que serão tratadas, com maior detalhamento, no Edital de Licitação, compreendendo: especificação das condições da concessão (máximo de lotes por concessionários, capacitação técnica e econômico-financeira, etc); divisão do Estado em lotes para definição de áreas de atuação exclusiva dos concessionários, estabelecendo que o programa será implantado prioritariamente na RMBH, municípios conurbados de Belo Horizonte, Betim e Contagem; definição do prazo de concessão; definição de tarifas, prazos de validade, critérios de reajuste e revisão; aplicação de penalidades contratuais; cumprimento das disposições regulamentares.

10.3 BENEFÍCIOS GERAIS DO PROGRAMA I/M

Com a implantação do Programa I/M são esperados os seguintes benefícios:

- redução imediata de até 80% nas emissões de poluentes (monóxido de carbono, hidrocarbonetos e fumaça preta) e de até 5% no consumo de combustível, após adequados ajustes e reparos nos veículos reprovados na inspeção;
- redução das emissões totais médias de monóxido de carbono e hidrocarbonetos na faixa de 10 a 20% e fumaça preta de até cerca de 50%;
- redução significativa das emissões de ruído da frota circulante;
- redução de custos sociais associados à saúde pública;
- geração de milhares de empregos diretos e indiretos, entre mecânicos de oficinas, inspetores de linha, instrutores, gerentes, engenheiros etc.;
- melhoria da capacitação de serviços das oficinas mecânicas da rede de concessionárias de marca e independentes;
- economia em troca precoce de peças e componentes de veículos e no aumento da durabilidade dos motores;
- criação de cursos de formação e reciclagem profissional no setor automobilístico, com ênfase em controle de emissão de poluentes;
- produção de veículos com tecnologias que reduzem ou eliminem a necessidade de certos tipos de ajustes e manutenção;
- redução dos congestionamentos, devido a falhas mecânicas;
- redução dos problemas e custos causados pela corrosão de materiais e sujeira, advindos do excesso de poluentes atmosféricos;
- redução do número de acidentes causados pela perda de visibilidade durante as ultrapassagens de veículos, decorrente de altas emissões de fumaça preta;
- capacitação tecnológica nacional no campo das inspeções veiculares.

11. BIBLIOGRAFIA

ABRAHAM, B.; LEDOLTER, J. Statistical methods for forecasting. New York: Ed. John Wiley, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2000.

BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Urbano. Operação sossego. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo: 1995. São Paulo, 1996. 78 p.

EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE. Estudo de impacto ambiental do BHBUS: plano de reestruturação do sistema de transporte coletivo de Belo Horizonte. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 1999. 126p.

EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE. Relatório das atividades de controle de emissão de poluentes no transporte público de Belo Horizonte: vistoria. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2001.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Cadastramento industrial da Região Metropolitana de Belo Horizonte: projeto cadastramento de fontes de poluição. Belo Horizonte, 1986. 231p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. Monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte: período de 1999 a 2000. Belo Horizonte, 2001. 47p.

INDI. Perfil de Minas Gerais desenvolvida pelo Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.indi.mg.gov.br>>. Acesso em: 06 fev. 2001.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Segurança Pública. Programa de concessão do serviço público de vistoria e inspeção de veículos automotores: audiência pública de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1997.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente. Por um transporte sustentável: diretrizes e proposta preliminar de anteprojeto de lei de política de controle da poluição veicular e transporte sustentável: documento de discussão pública. São Paulo, 1997. 227p.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Resolução nº 31, de 28 de dezembro de 2000. Aprova o Plano de controle da poluição por veículos em uso – PCPV para o Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, v. 110, nº250, 30 de dezembro de 2000.