

*“A qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: a saúde pública como elo central de articulação e suas implicações na gestão integrada saúde e ambiente”*

*por*

*Vinicius de Oliveira*

*Tese apresentada com vistas à obtenção do título de Doutor em Ciências na área de Saúde Pública.*

*Orientador: Prof. Dr. Aldo Pacheco Ferreira*

*Rio de Janeiro, novembro de 2008.*

*Esta tese, intitulada*

***“A qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: a saúde pública como elo central de articulação e suas implicações na gestão integrada saúde e ambiente”***

*apresentada por*

***Vinicius de Oliveira***

*foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:*

Prof. Dr. Luiz Francisco Pires Guimarães Maia

Prof. Dr. Júlio Domingos Nunes Fortes

Prof. Dr. Hermano Albuquerque de Castro

Prof. Dr. Bruno Milanez

Prof. Dr. Aldo Pacheco Ferreira – Orientador

Catálogo na fonte

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica  
Biblioteca de Saúde Pública

O48 Oliveira, Vinicius de  
A qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: a saúde pública como elo central de articulação e suas implicações na gestão integrada saúde e ambiente. / Vinicius de Oliveira. Rio de Janeiro: s.n., 2008.

xvi, 201 f., tab., graf., mapas

Orientador: Ferreira, Aldo Pacheco  
Tese (Doutorado) - Escola Nacional de Saúde Pública  
Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008

1. Poluição do Ar. 2. Material Particulado. 3. Administração Ambiental. 4. Saúde Ambiental. 5. Saúde Pública. I. Título.

363.7392

CDD - 22.ed. -

## Agradecimentos

À Deus.

Aos meus pais Ana Maria e Ari, à minha filha Beatriz, à minha irmã Cyntia e à minha sobrinha Ana Clara.

À Margarete.

Ao Professor e Orientador Aldo pela coerência e apoio nos momentos difíceis, não deixando que eu desistisse ao longo do percurso. Sem sua confiança e dedicação a este projeto não lograríamos êxito.

Aos membros da banca examinadora pela cessão do seu tempo e seus conhecimentos que contribuíram para uma maior clareza do texto.

Ao Professor Luiz Maia pelo apoio em seus anos de dedicação na busca da melhoria da qualidade do ar no Rio de Janeiro.

Aos professores Carlos Machado, Sandra Hacon e Marisa Moura que sempre me incentivaram no campo da pesquisa.

Aos colegas de turma do doutorado que me proporcionaram os momentos mais gratificantes desta aventura.

Aos professores, pesquisadores, gestores e funcionários da ENSP, em particular a Juliana, pela boa vontade, paciência e correção.

Aos profissionais Gilberto Costa Camarinha e Daniele Gullo de Oliveira pelo apoio técnico.

À Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, em particular a Coordenação de Controle Ambiental, a Coordenação de Monitoramento Ambiental e a Gerência de Licenciamento Ambiental pelo apoio técnico e pessoal, além da sessão dos dados.

A todas as instituições e pessoas que se dispuseram a participar deste estudo, em particular a FEEMA/DIAR, ao MS/CGVAM/VIGIAR e ao SINDIBRITA.

### **Artigo 225 da Constituição Federal do Brasil**

**Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.**

## **Resumo**

O tráfego motorizado e as indústrias são responsáveis pela degradação ambiental, particularmente no que diz respeito à qualidade do ar dos grandes centros urbanos mundiais, com efeitos na saúde dos setores mais carentes da população exposta, sobretudo em crianças e idosos. No Rio de Janeiro, a dimensão do problema de saúde relacionado à poluição atmosférica ainda é pouco conhecida. Este estudo avaliou o nível de degradação da qualidade do ar no município a partir do tratamento e da avaliação dos registros de concentrações de poluentes atmosféricos gerados continuamente pela rede de monitoramento da qualidade do ar da SMAC entre 2001 e 2004, e sua correlação com estudos transversais e longitudinais que relacionavam tais concentrações com seus efeitos à saúde da população local, no que tange a problemas respiratórios. Foi aplicado um questionário semi-estruturado para avaliar os indicadores apropriados de qualidade do ar, a eficiência das redes de monitoramento, os efeitos da poluição atmosférica na saúde da população local, o processo de construção de políticas públicas em ambiente e saúde e a adoção de instrumentos de gestão sócio-ambiental. Os resultados indicaram que a qualidade do ar na Cidade do Rio de Janeiro é regular e que o PM 10 é o poluente prioritário entre aqueles regularmente monitorados. A taxa de retorno de questionários respondidos foi de 35%. Com base na discussão das respostas e na literatura consultada, foi proposto um modelo de gestão sócio-ambiental para a qualidade do ar, e um plano de ação para a construção de políticas públicas para a melhoria da qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

**Palavras chave:** Poluição do Ar, Material Particulado, Gestão Sócio-ambiental, Saúde Ambiental, Saúde Pública.

**Abstract**

Street traffic and industries are mainly responsible for environmental degradation, particularly concerning quality of the air in the world's large urban centers. This situation exerts a negative impact on the health of underprivileged populational groups, particularly children and senior citizens. In Rio de Janeiro, the extent of the health problem resulting from air pollution is little known. This study evaluated the degradation of air quality in the Rio area through the analysis and evaluation of registers of the concentration of air pollutants continuously generated by the SMAC air quality monitoring network between 2001 and 2004. The resulting data was correlated to transversal and longitudinal studies investigating the relationship of air pollution concentration and its effects on the health of the local population, concerning respiratory problems. A semi-structured questionnaire was administered to evaluate appropriate indicators of air quality, the efficiency of monitoring networks, the effects of air pollution on the health of local populations, the process of developing environmental and health policies and the adoption of socio-environmental management tools. Results indicated that air quality in Rio de Janeiro is regular and that PM 10 is the main pollutant among those undergoing regular monitoring. There was a 35% return rate to the questionnaires. Based on the literature and on the analysis of these responses, a model was devised for socio-environmental management as well as an action plan to develop policies to improve air quality in the Metropolitan Area of Rio de Janeiro.

**Key words:** Air pollution, Particulate material, Socio-environmental management, Environmental Health, Public Health.

## Sumário

Resumo	v
<i>Abstract</i>	vi
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas	xiii
1. Introdução	1
1.1. Pergunta Condutora	3
1.2. Hipóteses	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo Geral	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificativa	4
2. Marco Referencial	6
2.1. Qualidade do Ar	6
2.1.1. Poluentes Critério e os Padrões de Qualidade do Ar	7
2.1.2. Classificação dos Poluentes Atmosféricos	14
2.1.3. Fenômenos Globais Associados a Poluentes Atmosféricos	15
2.1.4. A Qualidade do Ar e as Fontes de Emissão	16
2.1.4.1. As Fontes Móveis	18
2.1.4.2. As Fontes Fixas ou Estacionárias	20
2.1.5. Fatores de Emissão e Inventário de Fontes	21
2.1.6. A Qualidade do Ar e Aspectos Meteorológicos	22
2.1.7. O Monitoramento da Qualidade do Ar	24
2.1.8. A Gestão da Qualidade do Ar	26
2.1.8.1. A Gestão da Qualidade do Ar na América Latina	27
2.1.8.2. Algumas Características da Gestão Ambiental	28
Pública Brasileira	
2.1.8.3. A Gestão Ambiental no Brasil	30
2.1.8.4. Paradigmas da Gestão Sócio-ambiental	33
2.1.8.5. A Gestão da Qualidade do Ar no Brasil e o	34
PRONAR	
2.2. A Relação entre a Qualidade do Ar e a Saúde Pública	39
Artigo 1 – <i>Brazilian Environmental Legislation: Adverse Health Impacts by Air</i>	44
<i>Pollution – A Review</i>	
3. O Rio de Janeiro e a Qualidade do Ar	54
3.1. Caracterização Física e Sócio-demográfica da RMRJ	54
3.2. A Evolução da Qualidade do Ar na RMRJ	55
3.3. O inventário de emissões da RMRJ	57
3.3.1. Inventário de Fontes Fixas da RMRJ	58
3.3.2. O Inventário de Fontes Móveis da RMRJ	59
3.4. A Gestão da Qualidade do Ar no Rio de Janeiro	60

3.5. Poluição do ar e saúde ambiental na cidade do Rio de Janeiro	<b>62</b>
Artigo 2 – Poluição do Ar e Saúde Ambiental na Cidade do Rio de Janeiro:	<b>63</b>
contribuição para a definição de estratégias de monitoramento	
Artigo 3 – <i>Use of indicator as the basis to evaluate the exposure to PM 10 air</i>	<b>79</b>
<i>pollution and its significance in public health: case study – Rio de</i>	
<i>Janeiro, Brazil</i>	
4. Metodologia	<b>91</b>
4.1. Tipo de Estudos Considerados	<b>91</b>
4.2. Caracterização da Área em Estudo	<b>91</b>
4.3. Avaliação da Qualidade do Ar e Determinação dos Poluentes	<b>94</b>
Prioritários	
4.4. Avaliação dos Programas e das Estratégias dos Setores Ambiente	<b>97</b>
e Saúde no Combate à Poluição Atmosférica e na Construção das	
Políticas Públicas	
5. Resultados e Discussão	<b>98</b>
5.1. Avaliação dos Poluentes Prioritários	<b>99</b>
5.2. Aplicação de Instrumentos de Gestão da Qualidade do Ar na	<b>102</b>
Região Metropolitana do Rio de Janeiro	
5.3. Avaliação das Estratégias de Gestão da Qualidade do Ar	<b>104</b>
5.3.1. Distribuição dos Participantes na Pesquisa	
5.3.2. Envolvimento com o Tema	
5.4. O Papel dos Municípios na Gestão da Qualidade do Ar e as	<b>128</b>
Dificuldades do Planejamento Ambiental Multi-Inter-Trans-	
setorial	
5.5. As Bases para a Construção de um Modelo de Gestão Sócio-	<b>130</b>
ambiental da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de	
Janeiro	
5.6. As Bases para um Plano de Ação para a Melhoria da Qualidade	<b>138</b>
do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro	
6. Conclusão	<b>141</b>
7. Referências Bibliográficas	<b>146</b>
Anexo 1. Questionário referente a pesquisa sobre a identificação de ações para a	
melhoria da qualidade do ar e sua relação com os efeitos à saúde na Região	
Metropolitana do Rio de Janeiro visando a construção de gestão sócio-ambiental a	
partir do cenário atual	
Anexo 2. Concentrações de PM 10, SO <sub>2</sub> e CO entre 2001 e 2004	

## Lista de Figuras

Figura 1. Bacias Aéreas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro	92
Figura 2. Divisão da Cidade do Rio de Janeiro em Bacias Aéreas e localização das estações de monitoramento da qualidade do ar operadas pela municipalidade	93
Figura 3. Localização da Bacia Aérea III na Região Metropolitana do Rio de Janeiro	93
Figura 4. Níveis médios de PM 10 observados nas estações de monitoramento da Cidade do Rio de Janeiro, entre 2001-2004	100
Figura 5. Distribuição dos participantes por vínculo institucional	104
Figura 6. Nível de respostas relativas aos participantes por vínculo institucional	105
Figura 7. Distribuição dos participantes por categoria profissional	106
Figura 8. Distribuição dos participantes por função desempenhada	106
Figura 9. Distribuição dos participantes em função do tempo de trabalho com qualidade do ar	107
Figura 10. Principais indicadores da qualidade ar na região do participante	109
Figura 11. Avaliação da rede de monitoramento da qualidade do ar na região do participante	110
Figura 12. Avaliação dos resultados gerados pelas redes de monitoramento da qualidade do ar na região do participante	111
Figura 13. Avaliação quanto ao número de estações de monitoramento da qualidade do ar na região do participante	112
Figura 14. Relação entre as medições das estações de monitoramento da qualidade do ar e o grau de acometimentos/agrivos relacionados a problemas cardiorrespiratórios na população exposta	113
Figura 15. Avaliação das causas das constantes interrupções na geração de dados de qualidade do ar por problemas de manutenção das estações de qualidade do ar	114
Figura 16. Percepção dos entrevistados quanto à integração entre o planejamento e a implantação dos projetos vinculados à melhoria de qualidade do ar e os projetos ligados à área de saúde	115

Figura 17. Percepção dos entrevistados quanto à participação da população na concepção, planejamento, implantação e avaliação dos projetos visando a melhoria da qualidade do ar e da qualidade das condições de saúde	<b>116</b>
Figura 18. Visão dos entrevistados sobre a relação custo-benefício entre os investimentos e ações para a melhoria da qualidade do ar e a economia em saúde	<b>120</b>
Figura 19. Representação esquemática de um modelo gestor para a qualidade do ar na RMRJ	<b>135</b>

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Padrões de qualidade do ar	<b>8</b>
Tabela 2. Padrões para a caracterização de episódios críticos e agudos de poluição do ar	<b>8</b>
Tabela 3. Características físico-químicas dos principais “poluentes critério”	<b>11</b>
Tabela 4. Classificação de poluentes	<b>15</b>
Tabela 5. Classificação das fontes de poluição	<b>17</b>
Tabela 6. Classificação dos sistemas de monitoramento da qualidade do ar	<b>25</b>
Tabela 7. Distribuição da população do Estado do Rio de Janeiro na Região Metropolitana e na Cidade do Rio de Janeiro	<b>55</b>
Tabela 8. Taxas de emissão por tipo de fonte da RMRJ	<b>57</b>
Tabela 9. Estações de qualidade do ar localizadas na cidade do Rio de Janeiro	<b>94</b>
Tabela 10. Estrutura do Índice de Qualidade do Ar	<b>96</b>
Tabela 11. Índices de Qualidade do Ar e sua classificação	<b>96</b>
Tabela 12. Número de dias e o percentual por classe de qualidade do ar entre 2001- 2004 na Cidade do Rio de Janeiro	<b>99</b>
Tabela 13. População e taxa de motorização no Município do Rio de Janeiro entre 1994 e 2004	<b>102</b>

**Lista de Abreviaturas**

**AP-42** – *Compilation of Air Pollutant Emission Factor*

**Ar** – Argônio

**° C** – Graus *Celsius*

**CECA** – Conselho Estadual de Controle Ambiental

**CEPIS** – Centro Panamericano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente

**CETESB** – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo

**CFC** – Clorofluorcarbonos

**CH<sub>4</sub>** – Metano

**C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>** – Hexano

**CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente

**CO** – Monóxido de carbono

**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de carbono ou gás carbônico

**COV** – Compostos orgânicos voláteis

**DAR** – Doença do Aparelho Respiratório

**DPOC** – Doença pulmonar obstrutiva crônica

**EIA** – Estudo de Impacto Ambiental

**EIIP** – *Emission Inventory Improvement Program*

**FEEMA** – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro

**GEMS/AIR** – Programa Global de Monitoramento da Qualidade do Ar

**GNV** – Gás natural veicular

**HNO<sub>2</sub>** – Ácido nítrico

**HNO<sub>3</sub>** – Ácido nítrico

**H<sub>2</sub>O** – Água

**HPA** – Hidrocarboneto poli-aromático

**H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>** – Ácido sulfuroso

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** – Ácido sulfúrico

**IES** – Instituto de Engenharia Sanitária do Estado da Guanabara

**I/M** – Programa de Inspeção e Manutenção Periódica de Veículos Automotores

**IQA** – Índice de Qualidade do Ar

**N<sub>2</sub>** – Nitrogênio

**NAAQS** – *National Ambient Air Quality Standards*

- NO** – Monóxido de nitrogênio ou óxido nítrico
- NO<sub>x</sub>** – Óxidos de nitrogênio
- NO<sub>2</sub>** – Dióxido de nitrogênio
- N<sub>2</sub>O** – Óxido nitroso
- N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** – Trióxido de dinitrogênio
- N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** – Pentóxido de dinitrogênio
- O<sub>2</sub>** – Oxigênio
- O<sub>3</sub>** – Ozônio
- OMS** – Organização Mundial de Saúde
- OPS** – Organização Pan-americana de Saúde
- PAN** – Peroxacetil nitrato
- PCPV** – Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso
- pH** – Potencial hidrogênio iônico
- PM 2,5** – Partículas inaláveis até 2,5 µm
- PM 10** – Partículas inaláveis até 10 µm
- PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
- ppm** – partículas por milhão
- PQAR** – Padrão de Qualidade do Ar
- PROCON-AR** – Programa de Autocontrole das emissões
- PROCONVE** – Programa de Controle das Emissões Veiculares
- PRONAR** – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
- PTS** – Partículas totais em suspensão
- REDPANAIRE** – Rede Panamericana de Amostragem Normatizada da Contaminação do Ar
- RMRJ** – Região Metropolitana do Rio de Janeiro
- SIM** – Sistema de Informações Hospitalares
- SIM** – Sistema de Informações de Mortalidade
- SLAP** – Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras
- SMAC** – Secretaria de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro
- SO<sub>x</sub>** – Óxidos de enxofre
- SO<sub>2</sub>** – Dióxido de enxofre
- SO<sub>3</sub>** – Trióxido de enxofre
- SUS** – Sistema Único de Saúde
- US-EPA** – United States Environment Protection Agency
- µg/m<sup>3</sup>** – Micrograma por metro cúbico

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial tem sido acompanhado do aumento do número de habitantes das áreas urbanas, realidade esta que resulta muito frequentemente em pressões sobre os espaços, os ecossistemas, as infraestruturas, os equipamentos e os modos de vida nas cidades (GEOBRASIL, 2002; UNEP, 2002; STRUM *et al.*, 2006). A problemática da qualidade de vida assume relevância crescente, sobretudo no que se refere à sua dimensão ambiental. O tráfego motorizado e as indústrias, além das fontes domésticas, são especialmente responsáveis por emissões de contaminantes que comprometem decisivamente o quadro de qualidade ambiental nas cidades. A avaliação deste cenário envolve um conjunto amplo de dimensões e indicadores.

Atualmente, a questão da qualidade do ar vem sendo discutida em fóruns internacionais no domínio das alterações climáticas do planeta e dos efeitos globais, atribuídas a presença de determinados gases na atmosfera, como a intensificação do efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e a incidência de chuva ácida; temas intensamente veiculados no final do século XX e início do XXI, tanto em países industrializados quanto em países em industrialização (UNEP, 2002; TSAI & CHEN, 2006; XIAO *et al.*, 2006). A não resolução ou equacionamento de tais problemas globais no tempo apropriado vêm causando sérios impactos sobre a população do planeta. Novamente, os grandes centros urbanos têm sido particularmente afetados, sobretudo nos seus setores mais carentes, em função da grande população exposta e de suas altas condições de vulnerabilidade (STRUM *et al.*, 2006).

Junto aos temas globais, a contaminação atmosférica a nível local, constatada pelas frequentes ultrapassagens aos padrões de qualidade do ar por poluentes, reconhecidamente capazes de trazer danos à saúde do homem, também vem sendo enfocada (CASTRO *et al.*, 2003; LATHA & HIGHWOOD, 2006; OLIVEIRA, & FERREIRA, 2007a; OLIVEIRA & FERREIRA, 2007b; OLIVEIRA & FERREIRA, 2008).

Atualmente, na Europa, há uma priorização neste campo para as ações de redução da emissão de contaminantes atmosféricos por fontes móveis, a fim de manter os níveis de poluição em patamares aceitáveis, uma vez que o controle da poluição por fontes industriais já havia sido enfatizado nas décadas de 1950 e 1960 (WILLIAMS, 2004). Já na América Latina e Caribe, a Organização Mundial de Saúde – OMS estima que aproximadamente 100 milhões de pessoas estão expostas a níveis de concentração de poluentes do ar acima dos valores indicados como capazes de provocar danos à saúde (KORC, 2000).

Desde o final do século passado, estudos sobre a poluição atmosférica local têm adotado uma nova abordagem, avaliando os efeitos das exposições a concentrações relativamente mais baixas de contaminantes atmosféricos (normalmente abaixo dos padrões de qualidade do ar) à saúde de populações mais susceptíveis durante longos períodos de exposição (SEGALA *et al.*, 1998).

No Brasil, a discussão sobre a qualidade do ar avançou ao longo dos anos, desde uma abordagem relacionada às concentrações máximas permitidas nos diferentes setores da produção industrial, vinculadas à saúde do trabalhador, até a avaliação dos níveis de exposição a poluentes atmosféricos em ambientes “*out door*”, com ênfase nos efeitos à saúde de grandes contingentes populacionais.

Esta discussão, que nas décadas de 1980 e 1990 esteve centrada nas principais regiões metropolitanas do país, na década de 2000, tornou-se tema de estudos também em áreas rurais e de florestas, como o “Arco do Desmatamento”, área da Amazônia Legal onde se observa a maior degradação ambiental da região, em função do acelerado processo de ocupação nas últimas 3 décadas. As políticas de colonização e de crescimento econômico, vinculadas à exploração madeireira e a expansão da agropecuária, com destaque para a produção de oleaginosas e cana-de-açúcar, desencadearam uma forte migração para a região, onde os modelos de ocupação e uso do solo basearam-se em desmatamento de grandes áreas e queima da vegetação, com liberação de gases e material particulado que poderiam afetar a qualidade do ar de outras regiões do país (IGNOTTI *et al.*, 2007).

A poluição do ar, associada aos efeitos danosos à saúde, fortaleceu-se através do processo de reflexão sobre a utilização de combustíveis fósseis. Tais combustíveis têm assumido um papel de destaque na interpretação de eventos de poluição atmosférica em níveis global e local, e têm sido um importante instrumento de envolvimento da sociedade na discussão sobre as necessidades de crescimento econômico e os padrões de qualidade ambiental desejáveis para as sociedades. Entretanto, os problemas atuais são mais complexos que aqueles enfrentados na década de 1950. Na Europa, por exemplo, o desejo público de continuar usando carvão era consideravelmente mais fraco do que o atual desejo de continuar usando veículos automotores (WILIAMS, 2004).

No Rio de Janeiro, dados mais completos sobre a qualidade do ar não estão disponíveis ou seu acesso não é facilitado à população. Por consequência, a determinação da causa primária de adoecimento, possivelmente relacionado à poluição atmosférica, torna-se mais difícil. Atualmente, desconhecemos a dimensão do problema da poluição atmosférica no Rio de Janeiro. Este desconhecimento tem dificultado a

construção de políticas públicas eficientes para a melhoria da qualidade do ar, diante da crescente expectativa da sociedade por melhores índices de qualidade ambiental e de qualidade de vida.

Neste trabalho, foi analisado o nível de degradação da qualidade do ar no Município do Rio de Janeiro a partir dos dados de concentrações de poluentes atmosféricos regularmente monitorados na cidade. A partir desta análise, tornou-se possível identificar os poluentes prioritários e as possíveis relações entre a presença de contaminantes atmosféricos e os seus efeitos à saúde humana, além de estimar o estado da qualidade do ar da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – RMRJ. Estes indicadores são fundamentais para a construção de um modelo de gestão sócio-ambiental da qualidade do ar na região, através da implementação de ações governamentais articuladas e do envolvimento da iniciativa privada e da sociedade na minimização dos impactos dos contaminantes do ar sobre a saúde humana.

## **1.1. PERGUNTA CONDUTORA**

Por que os estudos epidemiológicos sobre qualidade do ar no Rio de Janeiro não têm orientado os gestores e os legisladores na formulação de políticas públicas para a redução da concentração de contaminantes atmosféricos e para a melhoria da qualidade de vida da população?

## **1.2. HIPÓTESES**

**1.2.1.** Há um distanciamento entre os pesquisadores, que desenham os estudos epidemiológicos sobre a qualidade do ar e seus efeitos à saúde, e os gestores, responsáveis pela tomada de decisão e formulação de políticas públicas, tornando os resultados destes estudos pouco compreensíveis.

**1.2.2.** A concentração de poluentes no ar não indica que a contaminação atmosférica não é risco à saúde da população, não sendo tratado como um problema prioritário a ser enfrentado no Rio de Janeiro pelos gestores ou pelos formuladores de políticas públicas.

**1.2.3.** Não há estudos epidemiológicos sobre a qualidade do ar e seus efeitos à saúde, disponíveis no Rio de Janeiro, que permitam a compreensão desta relação e a formulação de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade ambiental e da saúde da população.

**1.2.4.** O arranjo organizacional das instituições públicas responsáveis pela execução das políticas capazes de levar a uma melhoria da qualidade do ar não tem agido de forma integrada entre si e com a sociedade, identificando a saúde da população como elemento central da construção destas políticas.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo Geral**

Construção de uma estratégia de gestão sócio-ambiental da qualidade do ar na RMRJ capaz de identificar e incorporar os resultados de estudos sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Investigar os poluentes do ar de maior relevância no sítio de estudo a partir dos dados disponíveis;
- Identificar estudos epidemiológicos sobre a relação entre qualidade do ar e seus efeitos à saúde disponíveis na literatura para o sítio, sinalizando os níveis de impacto destes poluentes na saúde da população no período do estudo;
- Investigar a visão dos atores sobre os processos de avaliação da qualidade do ar, sua relação com a saúde e sobre os instrumentos de gestão regularmente adotados;
- Identificar elementos do processo de construção das políticas públicas e das estratégias dos setores de ambiente e saúde no enfrentamento da poluição do ar no período do estudo;
- Contribuir para a otimização das redes de vigilância da qualidade do ar e para a orientação de políticas locais e nacional de proteção ao ambiente e à saúde da população exposta, frente aos riscos decorrentes da poluição atmosférica e a partir da construção de indicadores sanitários de poluição atmosférica;
- Propor estratégias para a construção de um modelo de gestão sócio-ambiental da qualidade do ar da RMRJ.

### **1.4. JUSTIFICATIVA**

A complexidade social e econômica dos grandes centros urbanos e o crescimento dos impactos na saúde pública relacionados ao ambiente torna necessária a melhor compreensão da relação saúde e ambiente e a adoção de estratégias de gestão que busquem aproximar os atores responsáveis direta e indiretamente pela formulação e implantação de políticas públicas entre si e com os pesquisadores que desenvolvam estudos nestes campos de conhecimento.

Recentemente, a OMS reduziu, a um terço, o guia para a concentração máxima diária tolerável para partículas inaláveis, passando de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o que torna os resultados preocupantes, tanto no que diz respeito às exposições cumulativas, quanto aos efeitos agudos associados aos padrões diários.

O afastamento entre os resultados de pesquisas e a construção efetiva de subsídios para a tomada de decisão pelos gestores públicos pode estar associado a vários fatores, entre eles a não definição de uma forma integrada e participativa de atuação entre estes atores, e a falta de clareza dos objetivos e das metodologias a serem adotadas tanto na monitoração da qualidade do ar, quanto na seleção de indicadores a serem avaliados como poluentes, população-alvo, desfechos, acometimentos ou agravos. A construção de um modelo de gestão em saúde e ambiente que integre os diferentes atores públicos, privados e a sociedade, a partir do planejamento de respostas no plano das políticas públicas aos efeitos da poluição atmosférica na saúde da população, com participação mais efetiva da sociedade na formulação e no acompanhamento destas políticas, é o desafio que se apresenta.

## 2. MARCO REFERENCIAL

A atmosfera é uma camada de mistura de gases, contendo líquidos e partículas sólidas que recobrem a superfície da Terra, constituída basicamente de nitrogênio (N<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>), argônio (Ar) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), além de vapor d'água (H<sub>2</sub>O) em proporções variáveis, e outros gases em nível de traço. Ela é dividida nas camadas troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e ionosfera. Os fenômenos relacionados à poluição do ar ocorrem basicamente na troposfera (MOREIRA, 2004).

A presença de contaminantes na troposfera implica em danos tanto à saúde humana quanto ao bem-estar da população, além dos efeitos percebidos sobre a vegetação, a fauna e os materiais. Causa, sobretudo, redução da visibilidade, da alteração da acidez das águas da chuva, do aumento da temperatura no planeta e da modificação da intensidade da radiação solar, entre outros (BRASIL, 1989).

Nesta seção, serão vistos aspectos relacionados à qualidade do ar e seus efeitos à saúde pública, além de premissas importantes para a construção de modelos de gestão ambiental.

### 2.1. Qualidade do Ar

A qualidade do ar está diretamente relacionada à presença de poluentes gerados a partir das atividades humanas e/ou naturais na troposfera, que levam à deterioração da sua condição original, e à possibilidade destes causarem efeitos danosos à saúde humana e dos ecossistemas. Existe uma variedade de substâncias químicas inaláveis presentes no ar, entretanto, o potencial para causar ou exacerbar determinadas patologias está relacionado à concentração e a toxicidade destas substâncias, ao tempo de exposição, à resposta biológica do organismo e aos fatores sinérgicos ou aditivos de exposições múltiplas, uma vez que a ação de cada substância não provoca seu efeito isoladamente (ROMIEU *et al.*, 2002; TRASANDE & THURSTON, 2005; MOURA, 2006).

Além dos efeitos à saúde humana, caracterizados pelo aumento dos atendimentos médico-hospitalares e o consumo de medicamentos, a poluição atmosférica pode ainda provocar perdas econômicas associadas a dias não trabalhados, absentismo escolar, redução de visibilidade, diminuição da produção agrícola, aceleração das taxas de corrosão em estruturas metálicas, construções e monumentos, entre outros efeitos negativos (BRETSCHNEIDER & KURFÜRST, 1987).

Desde 1967, foram publicadas nos níveis federal, estadual e municipal portarias, resoluções, decretos e leis referentes à avaliação da qualidade do ar. Entretanto, no país, o marco legal sobre o tema são as Resoluções do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 18/1986, 05/1989, 03/1990 e 382/2006. A Resolução CONAMA nº 18/1986 diz respeito à definição de uma política de redução da emissão de poluentes atmosféricos por fontes móveis, conhecida como PROCONVE – Programa de Controle das Emissões Veiculares, uma vez que, na década de 1980, os estudos indicavam que a poluição de origem veicular era a principal responsável pela degradação da qualidade do ar nos centros urbanos e regiões metropolitanas do país (BRASIL, 1986). Com a publicação desta Resolução, o Brasil tornou-se o primeiro país da América do Sul a adotar uma legislação destinada a reduzir as emissões veiculares (LOUREIRO, 2005).

A Resolução CONAMA nº 05/1989 instituiu o PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (BRASIL, 1989) e a Resolução CONAMA Nº 03/1990 definiu os parâmetros e os padrões de qualidade do ar em vigor atualmente, além de definir como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia que, em função de determinados aspectos, possa tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde e provocar danos à flora ou à fauna, entre outros transtornos (BRASIL, 1990a). A Resolução CONAMA nº 382/2006 estabeleceu os limites máximos de emissão de poluentes para fontes fixas de diferentes tipologias (BRASIL, 2006).

### **2.1.1. Poluentes Critério e os Padrões de Qualidade do Ar**

Para a avaliação da qualidade do ar, foram internalizados no Brasil um conjunto de poluentes atmosféricos e suas concentrações máximas toleráveis na atmosfera, baseados na NAAQS – *National Ambient Air Quality Standards*, adotada na década de 1980 pela agência ambiental norte-americana US-EPA. Tais poluentes foram definidos como “poluentes critério” (*criteria air pollutants*). Entre estes poluentes, estão o material particulado dividido em partículas totais em suspensão (PTS) e as partículas inaláveis (PM 10), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e o ozônio (O<sub>3</sub>) (USEPA, 2002).

As **tabelas 1e 2** apresentam os padrões de qualidade do ar vigentes no Brasil e os critérios para a caracterização de episódios críticos e agudos de poluição do ar.

**TABELA 1.** Padrões de qualidade do ar

<b>Poluente</b>	<b>Tempo de Amostragem</b>	<b>Padrão Primário <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Padrão Secundário <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Método de Medição</b>
Partículas Totais em Suspensão	24 horas	240	150	Amostrador de grandes volumes
	Média Geométrica Anual	80	60	
Fumaça	24 horas	150	100	Refletância
	Média Aritmética Anual	60	40	
Partículas Inaláveis	24 horas	150	150	Separação inercial
	Média Aritmética Anual	50	50	Filtração
Dióxido de enxofre	24 horas	365	100	Pararosanilina
	Média Aritmética Anual	80	40	
Monóxido de carbono	1 hora	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)	Infravermelho não-dispersivo
	8 horas	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	
Ozônio	1 hora	160	160	Quimioluminescência
Dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	Quimioluminescência
	Média Aritmética Anual	100	100	

Fonte: Brasil, 1990a – Resolução CONAMA nº 03/1990

**TABELA 2.** Padrões para a caracterização de episódios críticos e agudos de poluição do ar

<b>Parâmetros</b>	<b>Níveis</b>		
	<b>Atenção</b>	<b>Alerta</b>	<b>Emergência</b>
Partículas totais em suspensão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	375	625	875
Fumaça ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	250	420	500
Partículas inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	250	420	500
Dióxido de enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	800	1.600	2.100
Monóxido de carbono (ppm) – 8 h	15	30	40
Ozônio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 1 h	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 1 h	1.130	2.260	3.000
Dióxido de enxofre X Partículas totais em Suspensão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) x ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	65.000	261.000	393.000

Fonte: Brasil, 1990a – Resolução CONAMA nº 03/1990

Os padrões são níveis de referência estabelecidos legalmente, visando a proteção da saúde dos grupos ou populações mais sensíveis, considerando um poluente individualmente ou o efeito sinérgico de um conjunto de poluentes. O padrão diário está associado às exposições agudas, sendo superiores aos padrões anuais, pois estes últimos são referências de exposições crônicas a determinados poluentes. Os padrões de qualidade do ar (PQAR) não são estabelecidos a partir de experimentos diretamente, mas sim através de extrapolação das relações de causa-efeito em animais e dados epidemiológicos de morbidade e mortalidade por poluição atmosférica. Considerando os níveis de concentração em que os contaminantes atmosféricos são geralmente encontrados, não se devem admitir doenças causadas exclusivamente pela poluição do ar, entretanto, ela pode exacerbar o estado de doenças preexistentes (STWART, 1984; PIRES, 2005).

O padrão primário de qualidade do ar é aquela concentração capaz de afetar a saúde da população, enquanto o padrão secundário está associado aos danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. A legislação considerou a possibilidade de efeitos combinados apenas entre o SO<sub>2</sub> e as PTS, uma vez que estes costumam estarem associados na atmosfera e podem ter efeitos sinérgicos (BRASIL, 1990a).

Ao compararmos os padrões de qualidade do ar adotados no Brasil e aqueles recomendados pela OMS, percebem-se diferenças tanto no tempo de exposição quanto nas concentrações máximas recomendadas. O principal exemplo está nas partículas inaláveis, cuja concentração máxima indicada é 50 µg/m<sup>3</sup>, e a legislação brasileira ainda tem como referência a concentração de 150 µg/m<sup>3</sup>. Já para o SO<sub>2</sub>, a OMS sugere o valor máximo de 350 µg/m<sup>3</sup> para o intervalo de 1 hora, enquanto a legislação brasileira indica o valor máximo de 365 µg/m<sup>3</sup>, entretanto, como média para o intervalo de 24 horas. Em relação ao NO<sub>2</sub>, a diferença está na concentração máxima, que, para a OMS, é de 150 µg/m<sup>3</sup> como média de 24 horas, enquanto para a legislação brasileira é 320 µg/m<sup>3</sup>, como média para 1 hora. Para o CO, a OMS indica a concentração de 30.000 µg/m<sup>3</sup> para 1 hora, enquanto a legislação brasileira indica 45.000 µg/m<sup>3</sup> para o mesmo período (OMS, 2000).

A legislação brasileira não define os padrões para as concentrações de hidrocarbonetos, de compostos orgânicos oxigenados derivados do álcool, e nem para a composição elementar do material particulado. A análise destes parâmetros é fundamental para o melhor entendimento da relação entre a qualidade do ar e os seus

efeitos à saúde nas cidades brasileiras, e para a formulação de políticas públicas que visem a diminuição dos níveis de concentração de poluentes atmosféricos.

Os poluentes atmosféricos possuem características físico-químicas que determinam os seus comportamentos e seus mecanismos de toxicidades específicos. Algumas destas características são apresentadas na **tabela 3**.

**TABELA 3.** Características físico-químicas dos principais “poluentes critério”

<b>Poluente</b>	<b>Características físico-químicas</b>	<b>Relação com à saúde</b>
Material Particulado	Mistura complexa de partículas heterogêneas, sólidas ou líquidas, sendo classificadas em função da sua granulometria como: em suspensão (PTS) – diâmetro aerodinâmico menor que 100 $\mu\text{m}$ ; grossas (PM 10) – diâmetro inferior a 10 $\mu\text{m}$ ; finas (PM 0,1 – 2,5) – diâmetro entre 0,1 e 2,5 $\mu\text{m}$ ; ultrafinas – diâmetros menores que 0,1 $\mu\text{m}$ .	Associados ao aumento de mortalidade, pois podem adsorver e carrear outros poluentes, aumentando a incidência e a severidade de doenças respiratórias. A toxicidade viria de acordo com seu tamanho, forma, área, composição química e propriedades físicas. As partículas grossas geralmente não chegam aos pulmões, ao contrário das partículas finas, agravando os quadros alérgicos, de asma e bronquite.
CO	É um gás incolor e inodoro. Trata-se de óxido neutro, pouco reativo na atmosfera.	A afinidade do CO pela hemoglobina é 250 vezes maior que o O <sub>2</sub> . Com isso, a intoxicação por CO pode gerar um quadro de interferência no transporte de O <sub>2</sub> , diminuição de reflexos, anóxia celular e arritmias cardíacas, levando a admissão hospitalar e mortalidade por doenças cardíacas.
O <sub>3</sub>	É um gás incolor e um agente oxidante altamente reativo e muito tóxico. Está associado a reações fotoquímicas ou a descargas elétricas; é o principal representante dos oxidantes fotoquímicos.	Potente irritante das mucosas do sistema respiratório, reduz a função pulmonar e sensibiliza os pulmões a outros irritantes, através da diminuição da resistência a doenças infecciosas e devido à destruição dos tecidos pulmonares, além de exacerbações de asma brônquica pela irritação e inflamação da mucosa respiratória, hiperreatividade brônquica, facilitação da ação de alérgenos, podendo agravar enfisemas e doenças do coração. A exposição crônica a altos níveis de O <sub>3</sub> pode provocar o envelhecimento prematuro dos tecidos pulmonares.

**TABELA 3.** Características físico-químicas dos principais “poluentes critério” (continuação)

SO <sub>2</sub>	É um gás estável com cor variando de incolor a amarelado. Não é inflamável ou explosivo. Em contato com superfícies úmidas, converte-se em ácido sulfuroso (H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ) e ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) em função da sua alta solubilidade em água, podendo provocar um aumento da acidez da chuva.	Potencial irritante das vias aéreas superiores e inferiores. Pode ocasionar a broncoconstrição em portadores de asma brônquica, mesmo em curtos períodos de exposição ou em concentrações ambientais menores. Pode aumentar a resposta respiratória a outros agentes ambientais que exacerbam o bronco espasmo. Em altas concentrações, pode causar graves inflamações nas mucosas das vias respiratórias, podendo ser fatal. Os sulfatos podem diminuir a resistência ao câncer de colo e de mama. Pode agravar doenças cardíacas.
NO <sub>x</sub> (óxidos de nitrogênio)	Trata-se da mistura de NO (óxido nítrico ou monóxido de nitrogênio), que é um gás incolor de NO <sub>2</sub> , gás avermelhado, e um agente oxidante. Outros óxidos podem estar presentes, como o N <sub>2</sub> O (óxido nitroso), o trióxido de dinitrogênio (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) e o pentóxido de dinitrogênio (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ). O NO <sub>2</sub> é um produto da reação entre o NO e o O <sub>2</sub> ou O <sub>3</sub> . Convertem-se em ácido nítrico (HNO <sub>3</sub> ) e ácido nitroso (HNO <sub>2</sub> ), podendo provocar um aumento da acidez da chuva.	Instalação de infecções respiratórias e o surgimento de sinais de obstrução brônquica. Intenso irritante dos bronquíolos e alvéolos. Intensas exposições aos ácidos derivados destes óxidos podem irritar a mucosa do sistema respiratório superior, provocando conjuntivite, tosse, dispneia e reação broncoscópica, podendo evoluir a edema pulmonar e morte.

As diferentes frações do material particulado podem possuir origens distintas em função da sua granulometria. As PTS e as partículas inaláveis PM 10 estão mais associadas a processos naturais, como erosão eólica, ressuspensão em vias ou áreas com solo exposto ou a operações de moagem e emissões industriais, depositando-se próximo a suas fontes. (FEEMA, 2004a). Já as partículas finas e ultrafinas estão associadas às emissões no escapamento de veículos automotores, nas plantas de geração de energia, nas usinas, na combustão da madeira e outros materiais orgânicos, nos fogões residenciais e nas queimadas na agricultura. Portanto, em áreas urbanas, as emissões de material particulado estão associadas prioritariamente à queima de combustíveis por veículos e indústrias, enquanto, nas áreas rurais, estariam relacionadas à queima de biomassa. Esta diferença entre as principais fontes de material particulado nas áreas urbanas ou rurais pode acarretar diferença na abordagem sobre os efeitos na saúde da população exposta. Nos centros urbanos, os efeitos estão associados a exposições crônicas durante longos períodos. Já nas áreas rurais, como a região do “Arco do Desmatamento” da Amazônia Legal, os efeitos à saúde serão aqueles associados a uma exposição aguda, durante um determinado período do ano, entre 3 e 5 meses, relativo a queimadas para a preparação do solo (IGNOTTI *et al.*, 2007).

Os níveis de emissão de óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ) nos centros urbanos estão associados diretamente ao teor de enxofre presente no combustível utilizado tanto por automóveis quanto por indústrias. O  $\text{SO}_2$  emitido por diferentes fontes converte-se lentamente na atmosfera em trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ). As concentrações ambientais de  $\text{SO}_2$  têm diminuído nas últimas décadas nos centros urbanos devido à utilização de combustíveis com menores teores de enxofre, ao uso de dispositivos de controle de emissões, além do deslocamento de grandes indústrias para regiões mais afastadas das metrópoles (TELLES FILHO, 2005).

A principal fonte para a emissão antropogênica de CO é a queima incompleta de combustíveis com carbono, particularmente pelos veículos automotores em áreas com alta densidade de tráfego veicular, além de instalações industriais, plantas termoelétricas e incineradores. A conversão de CO a  $\text{CO}_2$  na atmosfera é considerada muito lenta, (ONURSAL & GAUTAM, 1997). O  $\text{CO}_2$  é o principal produto da combustão completa de combustíveis, da matéria orgânica e de diversos processos naturais, como a respiração e outros processos metabólicos, não sendo considerado um poluente local (SHER, 1998), ainda que possa causar efeitos adversos, como processos de hiperventilação, transpiração e dor de cabeça, podendo evoluir até a perda de consciência e a morte. Além disso, o  $\text{CO}_2$  está associado aos fenômenos de mudanças

climáticas.

Entre as principais fontes antropogênicas de  $\text{NO}_x$  estão os processos de combustão realizados em presença do ar atmosférico, como motores veiculares a gasolina ou a diesel, refinarias, plantas termoelétricas, incineradores e unidades siderúrgicas. Além desta, as fontes naturais, como os relâmpagos e ações bacteriológicas, também merecem destaque. O  $\text{NO}_2$  participa da formação do *smog*, uma vez que ele reage com os hidrocarbonetos, gerando o  $\text{O}_3$  troposférico, que é o principal constituinte do *smog* fotoquímico nas áreas urbanas (LOUREIRO, 2005).

Os hidrocarbonetos são compostos formados por carbono e hidrogênio. Alguns autores estendem equivocadamente este conceito aos COV (Compostos Orgânicos Voláteis) como aldeídos e álcoois. Seus efeitos à saúde não foram indicados na Tabela 3 por não se tratarem de poluentes critério. Entretanto, apesar dos hidrocarbonetos mais leves não serem diretamente prejudiciais à saúde nas concentrações encontradas na atmosfera, em concentrações maiores, podem estar associadas às irritações nos olhos, nariz, pele e aparelho respiratório. Hidrocarbonetos mais pesados, como benzeno e os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA), estão classificados como tóxicos, carcinogênicos, mutagênicos ou teratogênicos, uma vez que podem provocar danos celulares. A principal fonte de emissões antropogênicas de hidrocarbonetos é a combustão incompleta por veículos automotores, lançando na atmosfera o combustível parcialmente queimado ou não queimado, associados a outros compostos orgânicos como álcoois, cetonas e ácidos. Outras fontes importantes de hidrocarbonetos são as emissões evaporativas em tanques de estocagem de combustíveis e solventes, refinarias e plantas petroquímicas. Este poluente participa do conjunto de reações fotoquímicas com o  $\text{NO}_2$  em presença de luz solar, originando poluentes secundários, como o  $\text{O}_3$ . Medidas de controle na emissão de poluentes, como a utilização de catalisadores em veículos automotores e lavadores de gases em chaminés industriais, foram adotadas em países desenvolvidos, com maior sucesso na redução e controle das concentrações atmosféricas desses poluentes do que em países em desenvolvimento (WILLIAMS, 2004).

### **2.1.2. Classificação dos Poluentes Atmosféricos**

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados segundo diferentes critérios, conforme apresentado na **tabela 4**.

**TABELA 4.** Classificação de poluentes

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>	<b>Definição</b>	<b>Exemplos</b>
Estado Físico/Agregação	Gasoso	Compostos gasosos na atmosfera.	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO e COV
	Partículas sólidas ou líquidas	PTS, PM 10, PM 0,1 – 2,5 e ultrafinas.	Poeiras, brumas e fumaças.
Origem	Primário	Emitidos diretamente pelas fontes na atmosfera.	SO <sub>2</sub> e CO
	Secundários	São formados na atmosfera a partir de reações químicas ou fotoquímicas.	O <sub>3</sub>
Local de exposição	<i>In door</i>	Ação em ambientes fechados/internos	CO, CO <sub>2</sub> , aldeídos, cetonas, microorganismos ou fungos
	<i>Out door</i>	Ação em ambientes externos	PM 10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO e COV
Composição química	Inorgânico	Ácidos, hidróxidos, sais, óxidos e metais	Metais, sulfatos, nitratos, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> e CO
	Orgânico	Compostos ricos em carbono	Hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos e cetonas

### 2.1.3. Fenômenos Globais Associados a Poluentes Atmosféricos

As ações de controle das emissões atmosféricas relacionadas à utilização do carvão em Londres, e em outros centros urbanos europeus, adotadas nas décadas de 1950 e 1960, apresentaram-se satisfatórias, apoiados pelos resultados de estudos na área de saúde com a utilização de instrumentos estatísticos sofisticados. Com isso, nas décadas de 1970 e 1980, há um deslocamento da abordagem dos problemas de qualidade do ar para as questões transfonteiriças e internacionais, como a chuva ácida, a destruição da camada de ozônio e a intensificação do efeito estufa (WILLIAMS, 2004).

A presença de CO<sub>2</sub> na atmosfera faz com que o potencial hidrogênio iônico (pH) da água da chuva seja em torno de 5,6. Quando se observa um pH inferior a este valor, a chuva é denominada como deposição ou precipitação ácida. Esta diminuição do pH em relação ao esperado, normalmente, está associada à presença de óxidos e outros compostos de caráter ácido, como os NO<sub>x</sub> e os SO<sub>x</sub>, emitidos para atmosfera pela queima de combustíveis fósseis. Estes óxidos, ao reagirem com o vapor d'água ou ao

serem incorporados ao material particulado, se depositam ou são arrastados e precipitam junto com a chuva (BAIRD, 2002).

O aumento da concentração atmosférica de gases, como o CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>), N<sub>2</sub>O e os clorofluorcarbonos (CFC), capazes de reter a radiação infravermelha, provoca o aumento na temperatura do planeta, conhecido como efeito estufa. Entretanto, o efeito estufa é um fenômeno natural, necessário à manutenção da vida na Terra, e a preocupação recente está associada a sua intensificação e as mudanças climáticas decorrentes deste aumento da temperatura. Entre os principais efeitos destas mudanças, estão a elevação do nível do mar e as alterações nos processos de desertificações no planeta (LOUREIRO, 2005).

O O<sub>3</sub>, apesar de ser um poluente atmosférico quando se encontra na troposfera, desempenha um papel fundamental na proteção da saúde da população quando é formado nas camadas mais altas. Na estratosfera, a camada de ozônio também é um fenômeno natural que funciona como um filtro para a proteção do planeta contra a radiação ultravioleta excessiva vinda do sol. Ela tem diminuído em função de reações químicas ocorridas na estratosfera entre o O<sub>3</sub> e os CFC, propiciando um aumento da incidência de câncer de pele e catarata, além de danos à flora e à fauna.

#### **2.1.4. A Qualidade do Ar e as Fontes de Emissão**

Uma definição para fonte de emissão é o local onde os poluentes atmosféricos são lançados no ambiente, considerando a sua origem. Diferentes classificações são adotadas de acordo com a origem e com o tipo de fonte de emissão. A **tabela 5** mostra a classificação e alguns exemplos.

TABELA 5. Classificação das fontes de poluição

Origem	Classificação		Definição	Exemplos
Natural	Biogênica		Relacionada à atividade biológica.	COV, NO <sub>x</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O e CO <sub>2</sub> associados à vegetação, às atividades microbianas do solo e aos ecossistemas marinhos.
	Não biogênica		Relacionada à atividade geológica e meteorológica.	Material particulado, SO <sub>2</sub> , sulfeto de hidrogênio, COV, NO e CH <sub>4</sub> , associados aos processos vulcânicos ou gêiseres e aos relâmpagos, além dos incêndios florestais naturais, dispersão de areia pelo vento e aerossóis oceânicos.
Antropogênica	Móvel	Fonte Pontual	Relacionada à atividade humana originada de uma fonte individual ( <i>on-road</i> ou <i>nonroad</i> ).	Material particulado, CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , hidrocarbonetos, aldeídos e ácidos orgânicos associados ao escapamento de veículos automotores que transitam em vias públicas e veículos automotores e equipamentos que não utilizam vias públicas (escavadeiras, tratores, aviões, helicópteros, embarcações marítimas, locomotivas e equipamentos de pavimentação).
		Fonte Linear	Relacionada à atividade humana originada do transporte, estimadas ao longo das trajetórias percorridas.	Material particulado, CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , hidrocarbonetos, aldeídos e ácidos orgânicos associados a rodovias, ferrovias, navegação e transporte aéreo.
	Estacionária ou Fixa	Fonte Pontual	Relacionada à atividade humana originada de uma fonte individual, normalmente associada à combustão, a partir de operações na indústria, agricultura, queima de biomassa ou atividades microbianas durante o tratamento de efluentes.	Material particulado, CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> e hidrocarbonetos, associados a processos industriais ou de geração de energia a partir da utilização de caldeiras, fornos, turbinas, compressores, <i>flares</i> e chaminés.
		Fonte Área	Fontes menores que as fontes pontuais, cujas emissões individuais são pequenas, entretanto, devido ao grande número de fontes, tem emissões significativas do ponto de vista coletivo.	Lavanderias, padarias, hotéis e hospitais.

Para subsidiar a avaliação dos impactos ambientais e auxiliar no processo de tomada de decisão causado pela poluição atmosférica, é necessária a caracterização das emissões atmosféricas tanto no que concerne aos níveis de contaminação atmosférica quanto às suas fontes. Quanto melhor for esta caracterização, mais apropriadas tendem a ser as ações, a fim de reduzir os níveis de emissão a valores aceitáveis. As fontes móveis e fixas serão descritas mais detalhadamente nos próximos itens.

#### **2.1.4.1. As Fontes Móveis**

O aumento da atividade de transportes nos últimos 50 anos transformou esta fonte na principal responsável pelas emissões de poluentes atmosféricos e na exposição das pessoas aos contaminantes na Europa. As principais causas para este aumento são a queima incompleta de combustíveis fósseis, o aumento das frotas veiculares e as difíceis condições de tráfego dos principais centros urbanos europeus (WILLIAMS, 2004).

Também no Brasil as emissões veiculares assumem um importante papel no diagnóstico e na elaboração de ações para a melhoria da qualidade do ar, uma vez que o transporte de bens e de pessoas está fortemente atrelado ao modal rodoviário (GEIPOT, 2001). Em algumas regiões brasileiras, são observadas elevadas taxas de motorização, priorização do transporte individual e extensos congestionamentos em determinados horários com a redução da velocidade média (MOREIRA, 2004). As taxas de emissão são função do combustível e de aspectos como a regulagem e a manutenção dos motores, além da forma de direção dos condutores. Entre os combustíveis mais utilizados, estão o diesel e a gasolina, que são derivados do petróleo, formados principalmente por misturas complexas de hidrocarbonetos. Além destes combustíveis, são importantes no cenário brasileiro o álcool e o gás natural veicular (GNV), identificados como combustíveis alternativos e menos poluentes.

Entre os principais poluentes primários emitidos pelos veículos automotores, estão o CO, os hidrocarbonetos, o SO<sub>2</sub>, os NO<sub>x</sub> e os materiais particulados, associados à reação de combustão incompleta, além das emissões evaporativas de combustível. Já entre os poluentes secundários associados às emissões veiculares, estão o NO<sub>2</sub>, formado a partir da oxidação do NO, o O<sub>3</sub>, o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, o HNO<sub>3</sub> e seus sais na forma de aerossóis de sulfatos e de nitratos. Os veículos a gasolina possuem taxas de emissão menores de materiais particulados quando comparados com os veículos a diesel, entretanto, com maiores concentrações de HPA (LOUREIRO, 2005).

Loureiro (2005) aponta ainda uma tendência mundial de aumento na utilização dos veículos ciclo diesel, em função da alta eficiência, durabilidade e flexibilidade dos seus motores, tanto nas frotas de veículos pesados, quanto na de veículos leves, em substituição a gasolina. A fim de minimizar as emissões associadas ao diesel, no Brasil, são disponibilizados comercialmente dois tipos de diesel, em função do nível de enxofre. A RMRJ utiliza o diesel denominado metropolitano, com menores concentrações deste contaminante, com 500 ppm (GARCIA, 2002).

Além da gasolina e do diesel, outro importante combustível veicular utilizado no Brasil é o etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar, utilizado diretamente ou combinado a gasolina, formando uma mistura conhecida como “*gassol*”. A proporção desta a mistura está associada a fatores políticos, econômicos, sociais e ambientais. A utilização do álcool contribuiu para a eliminação do chumbo tetraetila como antidetonante da gasolina. Estudos indicam que a utilização do etanol tem menor impacto na qualidade do ar das cidades, pois este combustível não possui enxofre, reduz a formação de material particulado, de  $\text{NO}_x$  e elimina a emissão de compostos de chumbo, além de reduzir as contribuições do setor de transporte para a intensificação do efeito estufa, pois não se trata de um combustível fóssil, mas de um combustível renovável. Entretanto, a utilização deste combustível aumenta as emissões de outro contaminante atmosférico como os aldeídos. O cenário atual tem apresentado uma perspectiva de crescimento da participação do álcool com a entrada no mercado de carros bicompostíveis ou “*flex-fuel*” (LA ROVERE *et al.*; 2002, LOUREIRO, 2005).

Outro importante combustível no cenário brasileiro é o gás natural, que assim como a gasolina e o diesel, também é uma mistura de hidrocarbonetos, entretanto, de cadeia carbônica mais simples, variando do  $\text{CH}_4$ , que é o principal componente da mistura, até aproximadamente o hexano ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ). A frota nacional movida a GNV é a segunda maior do mundo (LOUREIRO, 2005) e o crescimento da utilização deste combustível está associado principalmente ao seu preço atrativo, a sua disponibilidade, aos incentivos fiscais, à expansão da malha dutoviária e da rede de distribuição, tornando atraente aos veículos de uso intensivo, como táxis e veículos destinados à entrega de mercadorias (LA ROVERE *et al.*, 2002). A combustão do GNV é praticamente isenta de emissão de material particulado e de compostos de enxofre. Como não há fabricação em série de carros a GNV no Brasil, a resolução CONAMA nº 291/2002 determina que as emissões de veículos que utilizam kit’s de conversão de motores a álcool, gasolina e diesel a GNV devam ser iguais ou inferiores aos dos veículos originais, a serem aferidas no licenciamento anual (BRASIL, 2002).

No Brasil, o uso de catalisadores automotivos, a injeção eletrônica e a adoção de padrões de emissão de poluentes foram definidas na Resolução CONAMA nº 18/1986, controlando e reduzindo os níveis de emissão para veículos novos (a partir de 1992). Entretanto, o Rio de Janeiro é o único estado brasileiro onde a implantação gradativa do PROCONVE, com a realização do programa de inspeção e manutenção periódica (I/M), visando garantir os benefícios das tecnologias de controle, está em processo de implantação efetiva (FARAH, 2003; LA ROVERE *et al.*, 2002).

Além do PROCONVE, o programa EconomizAr têm contribuído para a melhoria da qualidade do ar através do apoio técnico que visa a racionalização do consumo de derivados de petróleo e gás natural e do uso eficiente das fontes de energia não-renováveis no transporte rodoviário de carga e de passageiros (CONPET, 2004).

#### **2.1.4.2. As Fontes Fixas ou Estacionárias**

Entre os mais importantes exemplos de fontes fixas de emissão de poluentes para a atmosfera, estão as plantas geradoras de energia, as termelétricas, as refinarias, os incineradores e as várias unidades industriais.

O crescimento desordenado das grandes metrópoles, particularmente na América Latina, nas últimas quatro décadas, associado à ausência de obrigatoriedade do licenciamento ambiental (BRASIL, 1997), possibilitou que instalações industriais responsáveis por altas taxas de emissão de poluentes para a atmosfera, como refinarias, polos petroquímicos e siderúrgicos, estejam localizadas próximas a áreas urbanas com grande densidade populacional, pondo em risco a saúde da população exposta.

As chaminés são um importante elemento de análise da poluição atmosférica emitida por fontes fixas, já que sua altura, associada às condições de transporte, dispersão e diluição de poluentes local, desempenha um papel fundamental na determinação do estado de qualidade do ar de uma região. Para minimizar as emissões por estas fontes, deve-se atuar a redução de geração dos contaminantes ou na adoção de técnicas de controle eficientes. As mudanças no processo, a otimização da operação e a substituição de combustíveis por alternativas mais limpas são ações importantes na redução das emissões nas fontes. Já entre as técnicas mais comuns de tratamento de poluentes gasosos, estão a adsorção, a absorção, a combustão e os sistemas de recuperação de vapor, a partir da utilização de equipamentos como incineradores, lavadores de gases, precipitadores eletrostáticos, ciclones e filtros-manga. (PIRES, 2005).

Apenas em 2006 foram estabelecidos os limites máximos de emissão de poluentes para fontes fixas de diferentes tipologias no Brasil, através da Resolução CONAMA nº 382/2006 (BRASIL, 2006), uma condição importante para a adoção de um modelo de gestão eficiente.

### **2.1.5. Fatores de Emissão e Inventário de Fontes**

O padrão de emissão representa o nível máximo de emissão de um poluente por uma fonte, considerando o processo, o equipamento e o combustível utilizado a partir de aspectos econômicos, sociais, tecnológicos e políticos, legalmente estabelecido (BOUBEL *et al.*, 1984). Os padrões podem ser definidos a partir de aspectos subjetivos, como a Escala Ringelmann, que utiliza aspectos visuais, ou ainda através de aspectos objetivos, como as medições diretas, em termos gravimétricos ou volumétricos no caso de gases (IBAMA, 1996).

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 05/1989, ao definir o PRONAR, institui os limites máximos de emissão, como um importante instrumento na gestão da qualidade do ar, possibilitando o condicionamento dos limites para a classificação de uso pretendido por área (BRASIL, 1989); entretanto, não define tais limites.

O inventário de emissões atmosféricas é uma ferramenta importante na estimativa das emissões de poluentes para uma região, considerando tipologia das fontes, o intervalo de tempo definido, os dados econômicos e sócio-demográficos, auxiliando no estabelecimento de prioridades no controle das emissões e no dimensionamento de redes de monitoramento (USEPA, 1999; EEA, 2003; FEEMA, 2004a; MOREIRA 2004).

Diante disso, o inventário de emissões é um instrumento essencial a um programa de gerenciamento da qualidade do ar, uma vez que ele permite a identificação das áreas impactadas e da determinação quali-quantitativa das fontes de emissão de poluentes atmosféricos. O inventário auxilia na interpretação dos resultados obtidos através das redes de monitoramento da qualidade do ar, na avaliação da efetividade dos programas de controle de poluição do ar e na reorientação das ações quando não atingirem os objetivos, auxiliando ainda na realização de estudos para a avaliação de riscos à saúde humana e na avaliação de impacto ambiental para novas fontes. O inventário assume uma função estratégica no processo de licenciamento ambiental e na priorização de locais para a instalação de monitores da qualidade do ar (EEA, 2002; PIRES, 2005).

Um inventário de fontes pode utilizar abordagens do tipo *top-down* ou *bottom-up* em função da disponibilidade de recurso, de tempo e de informações, bem como face aos objetivos do inventário. Uma abordagem *top-down* é uma estimativa das emissões baseada em medidas diretas e indiretas da atividade industrial, como quantidade de combustível, dados populacionais, nível de vendas, de empregos de fatores de emissão *per capita*, baseados em informações regionais ou nacionais. Normalmente, esta abordagem baseada em análises ou inferências é utilizada quando não há dados disponíveis, há severas limitações de recursos e quando os objetivos não justificam os custos. Já a abordagem *bottom-up* é mais detalhada, com cálculos de emissões individualmente por fonte, sendo utilizados em inventários de fontes pontuais. Esta abordagem requer um maior volume de recursos, entretanto, tende a ser mais exata, pois possui menos incertezas e é mais representativa da realidade local, necessitando de mais tempo e altos custos (PIRES, 2005).

O *Emission Inventory Improvement Program* (EIIP) é um programa da US-EPA, criado na década de 1990, para inventariar as emissões atmosféricas, e tem seu uso difundido internacionalmente em função do seu custo, consistência e confiança dos resultados gerados. Para a utilização deste programa, a US-EPA desenvolveu e disponibilizou inúmeros fatores de emissão de fontes industriais para os poluentes, através do *Compilation of Air Pollutant Emission Factors* (AP-42). Tais fatores de emissão foram calculados a partir de modelos computacionais que utilizam relações estatísticas, sendo uma estimativa das emissões médias para um poluente a partir de determinada fonte, considerando uma dada condição de operação (USEPA, 1995; LOUREIRO, 2005; PIRES, 2005).

#### **2.1.6. A Qualidade do Ar e Aspectos Meteorológicos**

Após a emissão de um poluente para a atmosfera por uma determinada fonte, o comportamento deste contaminante será diretamente influenciado pela topografia da região onde esta fonte está instalada e por fatores meteorológicos, como direção e velocidade dos ventos, pressão, temperatura umidade e precipitação (EAGLEMAN, 1985).

A presença ou ausência de vento e de turbulência atmosférica definem as condições de dispersão dos poluentes, pois influenciam os seus processos de transporte e de difusão ou ainda seu acúmulo em situações de estagnação do ar e calmarias. Quanto mais intensos forem os processos de transportes de poluentes, menores serão suas concentrações, pois os ventos demarcam o alcance e a trajetória dos poluentes.

Outro parâmetro importante no processo de mistura na atmosfera e na dispersão dos poluentes é a turbulência que está associada à alta movimentação irregular dos ventos. Assim como os ventos, a precipitação também auxilia na melhoria do estado de qualidade do ar, uma vez que remove os poluentes da atmosfera (DERISIO, 1992).

A variação vertical da temperatura determina os movimentos ascendentes e descendentes das massas de ar, influenciando diretamente nas condições de dispersão dos poluentes. Dentre os principais efeitos desta variação vertical da temperatura, estão as inversões térmicas, que são fenômenos meteorológicos que tendem a aumentar as concentrações dos poluentes na atmosfera local, piorando os níveis de qualidade do ar (FEEMA, GTZ & UFRJ, 1995).

A radiação solar participa das reações fotoquímicas, onde os poluentes presentes na atmosfera são transformados em poluentes secundários. Entre os exemplos mais comuns de reações fotoquímicas, estão a oxidação de hidrocarbonetos, de NO e de SO<sub>2</sub> com a formação de produtos oxigenados, como os aldeídos, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, O<sub>3</sub> e peroxacetil nitrato (PAN) (BOUBEL *et al.*, 1984). Esta combinação dá origem ao *smog*, caracterizado, entre outros aspectos, pela diminuição da visibilidade. O *Smog* pode ser por redução, como os que ocorrem em áreas industriais, quando uma mistura de fumaça, fuligem e SO<sub>2</sub> encontra temperaturas próximas a 0° C, alta umidade e estado de inversão térmica, ocorrendo normalmente pela manhã. Ou ainda o *smog* fotoquímico, que alcança o seu máximo próximo ao meio-dia, com temperaturas entre 24 e 32° C e condições de baixa umidade, dando origem a poluentes secundários, como o O<sub>3</sub>, peróxidos e ácidos orgânicos (BRETSCHNEIDER & KURFÜRST, 1987; PIRES, 2005).

Os fatores meteorológicos são decisivos na determinação do grau de exposição de um receptor, ser vivo ou material, uma vez que determina a concentração do poluente na atmosfera que irá interagir direta ou indiretamente com estes receptores (FEEMA, 2002; CESTESB, 2003).

Mais recentemente, os modelos matemáticos de dispersão de poluentes atmosféricos tornaram-se ferramentas fundamentais na estimativa empírica da concentração e do comportamento de plumas de contaminantes do ar, a partir dos fatores meteorológicos de uma região (MOREIRA & TIRABASSI, 2004).

Num cenário urbano, o “espaço”, sob o ponto de vista geomorfológico, climatológico, econômico, social e cultural, é um importante mediador dos processos de saúde-doença e, portanto, um elemento extremamente relevante na avaliação da qualidade de vida da população (SILVA, 1997). A combinação das informações

topográficas, meteorológicas e das fontes de emissão de uma região pode resultar no conceito de “Bacia Aérea”, como sendo uma área cuja topografia é delimitada por uma cota mínima e caracterizada a partir das condições de dispersão dos poluentes gerados naquela região. (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

### 2.1.7. O Monitoramento da Qualidade do Ar

O monitoramento da qualidade do ar visa a determinação e o acompanhamento das concentrações dos poluentes atmosféricos. Entre os vários objetivos de uma rede de monitoramento, estão a definição dos níveis de concentração representativas de uma área; a comparação entre os níveis a que estão expostos a população e a legislação vigente; a elaboração de diagnósticos e prognósticos de qualidade do ar; a avaliação do impacto das fontes naturais ou antropogênicas de emissão sobre a qualidade do ar; a avaliação da amplitude dos fenômenos de transportes de poluentes; e a avaliação do impacto das condições de operação, aferição e eficiência dos modelos de dispersão e dos dispositivos de controle ambiental de fontes de emissão. Os resultados gerados subsidiam a elaboração e a avaliação de políticas e estratégias de controle da poluição atmosférica e gestão da qualidade do ar; entre outros objetivos (OLIVEIRA & FERREIRA, 2007b).

O resultado do monitoramento de determinados poluentes deve ser avaliado a luz dos padrões da qualidade do ar e em função da escala espacial adotada. As estações podem ser instaladas visando avaliar as influências de fontes específicas, como aquelas instaladas nas proximidades das áreas de tráfego intenso, a fim de estimar a contribuição das fontes móveis ou aquelas instaladas próximas a áreas industriais para avaliar a contribuição das fontes fixas. As estações de monitoramento podem ainda ser instaladas buscando avaliar as influências tipicamente urbanas, como aquelas próximas a áreas que combinem diferentes perfis de emissão (serviços, tráfego, indústrias etc.), além das estações com influências tipicamente rurais ou áreas de background. O número de estações de monitoramento e sua disposição geográfica será função da escala espacial que se busca acompanhar, como, por exemplo, rua, bairro, cidade, região e nacional (PIRES, 2005; ETI, 2000).

O sistema de monitoramento pode ser classificado de acordo com o regime de funcionamento ou métodos de análise dos monitores e estações, conforme **tabela 6**.

**TABELA 6.** Classificação dos sistemas de monitoramento da qualidade do ar

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>	<b>Definição</b>
Regime de funcionamento dos equipamentos	Manual	Captação manual ou programada da amostra; entretanto, as análises físico-químicas e quantitativas são realizadas posteriormente em laboratório.
	Automático	Amostradores que captam continuamente e fazem medições “instantâneas” de poluentes informando em tempo real as concentrações dos poluentes monitorados.
Tipo de estação	Fixa	Estações fixadas em determinados pontos, a fim de realizar avaliações de longo prazo.
	Móvel	Estações montadas sobre sistemas que permitem seu deslocamento periódico e a realização de amostragens expeditas.
Objeto de monitoramento	Individual	Amostrador específico capaz de registrar os níveis de exposição de um indivíduo a um determinado poluente.
	Fonte	Amostrador instalado diretamente na fonte emissora.
	Ambientes abertos	Estações instaladas em ambiente <i>out door</i> .
	Ambientes fechados	Amostradores instalados em ambiente <i>in door</i> .

O monitoramento da qualidade do ar é uma atividade fundamental no desenvolvimento e na avaliação das políticas públicas para a redução da poluição atmosférica, sendo identificado internacionalmente como um assunto chave em função das dificuldades na manutenção das redes de monitoramento. (WILLIAMS, 2004).

As redes de monitoramento da qualidade do ar devem combinar os diferentes tipos de analisadores e amostradores de acordo com o objetivo do monitoramento e a

realidade técnica, social e econômica do local. Uma rede de monitoramento pode possuir estações operadas por diferentes administradores, como órgãos ambientais, empresas privadas, instituições de ensino e centros de pesquisas, entre outros, devendo haver a possibilidade de integração entre os dados.

As estações móveis normalmente têm funções complementares à rede, atendendo demandas específicas, como o licenciamento de instalações novas, a realização de campanhas e estudos exploratórios e a avaliação quanto à expansão de uma rede, por exemplo.

Como visto anteriormente, para permitir a melhor compreensão do comportamento dos diferentes poluentes na atmosfera e seus efeitos à saúde humana ou a deterioração de materiais, uma rede deve possuir também informações relacionadas às condições meteorológicas locais. Estas informações podem ser supridas por medições diretas a partir de analisadores acoplados às estações de monitoramento de poluentes atmosféricos ou através de coleta de dados secundários (DERISIO, 1992).

O monitoramento na fonte é importante no acompanhamento dos padrões regulatórios e no cumprimento dos padrões de emissão por unidades industriais, além de permitir a avaliação das condições de operação dos sistemas e processos e a construção de padrões de emissão mais reais, além da atualização dos inventários de fontes e modelos de dispersão (PIRES, 2005).

#### **2.1.8. A Gestão da Qualidade do Ar**

O ar é um recurso indispensável para a sobrevivência do homem, exercendo uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, em particular para aquelas mais vulneráveis, como crianças, idosos e indivíduos com predisposição a doenças pulmonares e cardiorrespiratórias. Contudo, o crescimento urbano, observado nos últimos 40 anos nos grandes centros latino-americanos, não tem adotado, de forma eficiente e eficaz, sistemas de gestão da qualidade do ar capazes de minimizar a sua degradação e evitar a exposição da população a níveis de concentração de poluentes atmosféricos que ponham em risco sua saúde e, portanto, sua qualidade de vida (OLIVEIRA & FERREIRA, 2007b).

A implantação de sistemas de gestão da qualidade do ar necessita da adoção de instrumentos e ferramentas apropriadas, como inventários de fontes fixas e móveis, redes de monitoramento, disponibilidade de tecnologias e condicionantes econômicos e fiscais, além da construção de políticas públicas que integrem o setor ambiente aos setores saúde, transporte, planejamento urbano, desenvolvimento econômico e

educação, e utilização de indicadores gerais para a avaliação dos resultados de tais políticas.

### **2.1.8.1 A Gestão da Qualidade do Ar na América Latina**

A preocupação com a contaminação do ar na América Latina e Caribe se iniciou na década de 1950. As primeiras medições das concentrações de poluentes atmosféricos foram realizadas por universidades e ministérios da saúde. Em 1965, a Organização Panamericana de Saúde – OPS implementou programas de investigação sobre a contaminação da água e do ar, com o objetivo de colaborar com o desenvolvimento de políticas adequadas de controle, uma vez que, naquele momento, os países latino-americanos não sinalizavam ter consciência da magnitude de seus problemas com contaminação do ar. Foi estabelecida uma rede de estações de monitoramento da contaminação do ar, a Rede Panamericana de Amostragem Normatizada da Contaminação do Ar – REDPANAIRE, através do Centro Panamericano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente – CEPIS. A REDPANAIRE iniciou sua operação em 1967, com 8 estações, sendo que, 7 anos depois, já contava com 88 estações, em 26 cidades de 14 países (CEPIS, 1982). Em 1980, a rede teve sua atividade descontinuada, tendo o programa sido incorporado ao Programa Global de Monitoramento da Qualidade do Ar, da OMS (OMS & PNUMA, 1993).

Em relação à utilização de ferramentas de gestão da qualidade do ar, mesmo diante das iniciativas da OMS e da OPS, até 1990, apenas dez países da América Latina e Caribe possuíam redes de monitoramento da qualidade do ar, sendo que nove já haviam realizado inventários de emissão e seis possuíam padrões de qualidade do ar. Apenas quatro países possuíam estratégias de controle e também quatro países haviam realizado estudos epidemiológicos que relacionassem a poluição atmosférica com seus efeitos à saúde (WEITZENFELD & ROMIEU, 1990).

Em 1999, a OPS investigou a situação dos programas de gestão de qualidade do ar urbano na América Latina e Caribe mediante aplicação de um questionário a 27 países sobre suas políticas, normas, regulamentos e manejo da qualidade do ar através de sistemas de vigilância e estratégias de controle da qualidade do ar, impactos da contaminação do ar sobre a saúde e educação, capacitação e sensibilização pública. O painel concluiu que o nível de conhecimento do impacto da contaminação atmosférica sobre a saúde era limitado ou mínimo naqueles países, com baixa ou mediana priorização para a capacitação técnica no tema qualidade do ar. Apenas Brasil, Chile e México apresentavam, naquela ocasião, com marcos legais definidos, alto nível de

desenvolvimento no manejo da qualidade do ar, com alta prioridade para a contaminação atmosférica e com programas de educação, capacitação e sensibilização pública, sendo apontados pelo estudo como referências para os demais países latino-americanos e Caribe. No Brasil, o estudo baseou-se exclusivamente no relatório da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), face às grandes diferenças de capacidade na gestão da qualidade do ar de uma cidade para outra (KORC, 2000).

Em 2001, apesar de 13 países latino-americanos possuírem cidades que haviam implementado atividades de monitoramento da qualidade do ar, não foram identificados programas robustos que assegurassem a qualidade, nem o controle dos dados gerados por suas redes. Um Plano Regional sobre a Qualidade do Ar Urbano e Saúde da OPS previa o desenvolvimento de programas regionais de avaliação dos sistemas de monitoramento da qualidade do ar para as cidades da América Latina e Caribe, contribuindo para a melhora da qualidade dos dados, baseado no guia do Programa Global de Monitoramento da Qualidade do Ar – GEMS/AIR, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e da OMS. Este programa promoveria a transferência de tecnologia e conhecimentos entre os países e a elaboração de uma base de dados confiáveis e acessíveis a todos, com informações sobre os níveis de contaminação do ar urbano na região, otimizando os custos e auxiliando as autoridades no processo de tomada de decisão ambiental, sustentada em dados de boa qualidade (CEPIS, 2001).

Entretanto, dentre os problemas ambientais brasileiros, é observada uma grande ausência de investimento do poder público na busca da melhoria ambiental quando se trata da poluição atmosférica. Uma justificativa para tal situação está no fato do estado da qualidade do ar de uma região ser em função de um sistema complexo, que envolve a presença de fontes de emissão, naturais ou antropogênicas, a topografia e as condições meteorológicas locais (CETESB, 2007).

#### **2.1.8.2. Algumas Características da Gestão Ambiental Pública Brasileira**

A rápida industrialização e a urbanização de algumas cidades, ocorridas principalmente a partir da década de 1970 no país, foram acompanhadas da superlotação de determinadas áreas das metrópoles brasileiras e do seu crescimento desordenado, sem a ampliação adequada dos serviços de saneamento básico e da implantação de eficientes políticas públicas de uso do solo. Como resultado, observou-se o crescimento

das áreas de pobreza, o aumento da desigualdade social e o aumento da densidade populacional destas regiões do país. A falta de preocupação com o meio ambiente e com a saúde da população fizeram com que os problemas de saúde pública fossem se agravando ao longo dos anos (CASTRO & ARAÚJO, 2004).

Entre as constantes crises vivenciadas pela administração pública, destaca-se aquela observada nas décadas de 1980 e 1990, onde houve um processo de desinvestimento e desestruturação de determinados setores da administração pública, associado a uma política de estado mínimo, marcado, entre outros sinais, pelo desmantelamento dos setores de planejamento. Tais ações contribuíram decisivamente para as crises vivenciadas atualmente em setores como saúde, educação, segurança e ambiente, entre outras. O planejamento a longo prazo foi substituído pelo “gerenciamento do cotidiano de acordo com a emergência momentânea dos fatos”, conforme descrito por Santos e Ribeiro (2005).

Este período foi marcado ainda por uma grave crise fiscal, pelo déficit de desempenho e pela necessidade de uma reforma da administração pública. Para tal reforma, acreditou-se que modelos, instrumentos e práticas de gestão desenvolvida na iniciativa privada poderiam ser úteis e aplicáveis a gestão pública, sem considerar que a simples transposição de tecnologia gerencial poderia levar a equívocos e distorções quando se trata da administração pública e de seu compromisso com o bem estar social (CARVALHO, 2004).

Ainda na década de 1990, o enfrentamento dos problemas ambientais passa a ocupar cada vez mais espaço na sociedade e na agenda política nacional e local, exigindo uma visão integrada do ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos, conforme preconizados na lei de criação da política nacional de educação ambiental (BRASIL, 1999).

Fortalece-se a ideia de que o equacionamento dos problemas ambientais que se apresentam atualmente para a melhoria na qualidade de vida deve partir do planejamento, baseado numa abordagem transsetorial, que promova a cooperação entre os diferentes níveis de governo – nacional, regional e local, a fim de superar a escassez de recursos e a falta de articulação entre tais níveis da administração pública (CARVALHO, 2004; CASTRO & ARAÚJO, 2004; OLIVEIRA, 2004).

### 2.1.8.3. A Gestão Ambiental no Brasil

Os avanços ocorridos na construção de uma política ambiental brasileira foram associados a instrumentos técnicos, políticos e legais. Nos últimos anos, saltos quantitativos foram dados, em especial no que se refere à consolidação de práticas e formulação de diretrizes que tratam a questão ambiental de forma sistêmica e integrada (OLIVEIRA, 2004; OLIVEIRA, 2006).

Segundo Novaes (2002), a gestão ambiental foca os seguintes aspectos: (a) manter o meio ambiente saudável para atender as necessidades humanas atuais, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras (sustentabilidade); (b) atuar sobre as modificações causadas no ambiente pelo uso e/ou descarte dos bens e detritos gerados pelas atividades humanas, a partir de um plano de ação viável técnica e economicamente, com prioridades definidas; (c) adotar instrumentos de monitoramentos, controles, taxações, imposições, subsídios, divulgação, obras e ações mitigadoras, além de treinamento e conscientização; e (d) construir diagnósticos (cenários) ambientais da área de atuação a partir de estudos e pesquisas dirigidos, em busca de soluções para os problemas detectados.

A gestão ambiental dos setores produtivos e de serviços tem um importante papel tanto nas causas dos problemas ambientais atuais quanto na sua reversão, seja pela utilização equilibrada dos recursos ambientais na produção de bens, serviços e resíduos gerados direta ou indiretamente, seja pela sua capacidade de modificação dos hábitos de consumo, a fim de considerar a capacidade de suporte do ambiente. Até a década de 1990, os procedimentos para a melhoria ambiental das empresas vinham sendo pautados no estreito cumprimento da legislação pertinente que, por sua vez, enfatizava o controle da poluição a partir de tecnologias de captação e tratamento de emissões, efluentes e resíduos no fim do processo, *end-of-pipe*, antes que fossem lançados no ambiente (BARBIERI, 2004).

Ainda hoje, em determinados setores produtivos, há grande dificuldade no rompimento do dilema da “lógica empresarial x proteção ambiental”, uma vez que estes setores veem a melhoria ambiental como um aumento de custos e não como uma oportunidade de melhores práticas e obtenção de novos mercados. Entretanto, tem se observado um movimento de mudança no paradigma da gestão ambiental-empresarial como uma simples resposta ao cumprimento da legislação ambiental, e a iniciativa privada tem introduzido de forma crescente e sistemática em suas administrações as questões sócio-ambientais, tornando-se cada vez mais um ator legítimo na construção de políticas e modelos de gestão ambiental (OLIVEIRA, 2004).

Sendo assim, o gerenciamento dos aspectos ambientais, na iniciativa privada, tem sido incorporado ao processo de tomada de decisão, associado ao retorno financeiro obtido a partir da redução dos custos operacionais, dos riscos decorrentes de problemas ambientais, da melhoria da imagem da empresa junto à sociedade civil e das oportunidades de acesso a mercados mais exigentes (OLIVEIRA, 2004).

Em recente pesquisa realizada sobre a visão da questão ambiental em indústrias de pequeno, médio e grande porte do estado do Rio de Janeiro, observou-se que, em relação aos problemas ambientais mais importantes, a qualidade do ar aparece em 3º lugar entre as médias e grandes empresas e 4º lugar entre as pequenas, sendo a introdução de equipamentos de controle de emissões atmosféricas a 5ª ação mais apontada para o controle/prevenção dos aspectos ambientais com resultados de implementação considerados satisfatórios. Entretanto, o custo elevado destes equipamentos associado à falta de informações técnicas é mencionado como a principal barreira para a melhoria ambiental, além da inexistência ou do custo excessivo dos financiamentos, apontado como um importante obstáculo para a melhoria ambiental fluminense. Entre as ferramentas de gestão ambiental mais adotadas estão o treinamento de pessoal, a adoção de rotinas e procedimentos, o licenciamento ambiental e a realização de auditorias ambientais (OLIVEIRA, 2004).

Entre as principais medidas de abatimento de poluentes ambientais destacam-se aquelas chamadas de “comando e controle” e aquelas definidas como “incentivos baseados no mercado”, devendo a escolha, ou a priorização de uma em detrimento da outra, atender a questões como custo-benefício, capacidade de monitoramento e imposição das instituições envolvidas. As medidas de “comando e controle” relacionadas à qualidade do ar são regulatórias, como a definição de padrões de emissão, de padrões de especificação para a qualidade e economia de combustíveis, de critérios de equipamentos novos para entrada no mercado, de exigências procedimentos relacionados à inspeção e manutenção, além de restrições temporais e/ou espaciais. Já os “incentivos baseados no mercado”, como o nome define, relacionam as melhorias na qualidade do ar às forças de mercado, envolvendo taxas, impostos, subsídios, incentivos ao sucateamento de veículos e equipamentos antigos e comércio de créditos e permissões em processos de licenciamento ou renovação de licenças ambientais, por exemplo.

As metrópoles latino-americanas têm observado a desarticulação entre os atores envolvidos na gestão ambiental, em particular no que diz respeito à redução da poluição atmosférica, em função de dificuldades técnicas, econômicas e culturais, tanto no

planejamento quanto na implementação de políticas públicas, conforme descrito por OLIVEIRA (2006) e BANCO MUNDIAL (2006). O crescimento urbano observado nos últimos 30 anos nestes centros não foi acompanhado da construção de sistemas de gestão da qualidade do ar eficientes.

No Brasil, de uma forma geral, o poder público tem sido o responsável pela construção das políticas ambientais para a melhoria da qualidade do ar, sem a participação direta da iniciativa privada ou da sociedade. Para tal formulação, os órgãos ambientais tendem a apoiar-se em uma forma de planejamento centralizado e tecnicista, em que muitas vezes o planejamento é visto como um produto e não como um processo de decisão construído politicamente e socialmente. Tal formato não tem levado, rotineiramente, a obtenção dos resultados esperados (OLIVEIRA, 2006).

As questões sócio-ambientais são muito complexas, envolvendo elementos do meio ambiente físico, biológico e social, em interações variadas e não lineares, normalmente tratadas de modo incompleto nos diferentes setores da administração pública, desconsiderando que as respostas a essas questões envolvem uma diversidade de tecnologias, bem como uma diversidade de instrumentos de gestão que ainda não estão suficientemente bem posicionados ou que carecem de um tratamento adequado devido à ausência de integração entre os setores envolvidos (BARBIERI, 2004).

Para a maioria das questões relacionadas à poluição atmosférica, a operacionalização dos modelos gestores brasileiros tem sido responsabilidade dos governos estaduais, através de seus setores de meio ambiente. As administrações municipais, seja em função falta de interesse, recursos ou capacidade técnica de planejar e administrar sistemas de monitoramento da qualidade do ar, seja em função de um caráter centralizador dos órgãos ambientais estaduais, não têm participado ativamente da formulação de ações para a melhoria da qualidade do ar.

No Rio de Janeiro, a estrutura de gestão da qualidade do ar aproxima-se, em alguma proporção, de um modelo de tomada de decisão de cima para baixo tipo “*top down*”, em que se decide o que e como serão implantadas as políticas, sem maior influência de outros atores além da Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente – FEEMA. Para a construção de algumas ações de redução da poluição atmosférica, a incorporação de outros agentes mais próximos dos problemas, como população através de associações e de determinados entes públicos locais, poderiam alcançar resultados melhores. Tais atores não estão representados no processo de planejamento, normalmente sob o argumento da falta de capacitação técnica adequada e da visão “do todo”, ou não saberem como controlar o processo. Como resultado, as

ações são impostas como soluções definitivas por uma parcela do poder público à sociedade, à iniciativa privada e a outros entes da administração pública de outros níveis ou setores, dificultando a obtenção dos resultados esperados (OLIVEIRA, 2006).

#### **2.1.8.4. Paradigmas da Gestão Sócio-ambiental**

A eficácia ambiental e o necessário alinhamento de propósitos sustentáveis com os da sociedade, adequam-se, gradativamente, ao desenvolvimento urbano. Esses fatores estão hoje presentes na transformação da sociedade, na revisão de seus credos e valores, modificando propósitos, estratégias e modelos de gestão (ANDRADE *et al.*, 2000).

O mundo corporativo, que esteve anteriormente focado essencialmente em metas de crescimento, consolidação de conglomerados de negócios e maximização do lucro (GUIMARÃES *et al.*, 1995), cria uma expectativa promissora, denominada “responsabilidade sócio-ambiental”, a qual passa a ser encarada como uma necessidade de sobrevivência, levando à adoção de uma estratégia diferente da vigente, abandonando os princípios fortemente galgados em políticas de comando e controle, passando para a construção de princípios, baseados em um comportamento ético-ambiental (CRESPO, 1998; CULSHAW *et al.*, 2006). Este cenário muda substantivamente os princípios em que se alicerçam as responsabilidades ambientais e a sua relação com a sociedade, especialmente com a saúde pública. Elas estão ampliadas em resposta às grandes mudanças das duas últimas décadas, ou seja, atender às exigências do ambiente, de modo a garantir sua sobrevivência.

Alguns paradigmas permeiam permanentemente as práticas que visam a gestão sócio-ambiental a partir da construção de metas que busquem garantir a resolução de problemas de ordem tecnológica, e também aqueles ligados à ética e à governabilidade dos riscos ambientais, dentro das premissas de um desenvolvimento sustentável (FUNTOWICZ & DE MARCHI, 2000; HACON *et al.*, 2005).

O fato das políticas públicas que visam equacionar a questão ambiental necessitarem de um tratamento multidisciplinar e transversal, envolvendo uma grande gama de profissionais, com diferentes formações, e com focos nas áreas de vigilância em saúde, transporte, uso do solo e ambiente, propriamente dito, gera problemas de difícil resolução (SOARES & FERREIRA, 2004).

A dificuldade na integração de programas para a melhoria da qualidade do ar desenvolvidos em diferentes setores da administração pública está relacionada a problemas de governabilidade entre os diferentes atores das esferas municipal, estadual

e federal. Outro fator que dificulta a construção de modelos de gestão da qualidade do ar são as incertezas quali-quantitativas das medições ambientais e na escolha dos indicadores de qualidade do ar utilizados, na maioria das vezes expressos a partir de unidades pouco conhecidas e com diversos algarismos significativos, levando a uma hiperprecisão enganosa, e um distanciamento na relação entre a poluição atmosférica e os aspectos sociais e de saúde pública (FUNTOWICZ & DE MARCHI, 2000).

Para a formulação de políticas públicas que visem a melhoria ambiental, dentro de um modelo de gestão sócio-ambiental para a qualidade do ar fluminense, com a possibilidade de geração de métodos e modelos replicáveis em outras regiões, deve-se considerar a integração das políticas públicas, geradas a partir de indicadores sanitários que orientem tais políticas locais e nacionais, com vistas à proteção ao ambiente e à saúde da população exposta, frente aos riscos decorrentes da poluição atmosférica, através da quantificação de seu impacto sanitário (OLIVEIRA & FERREIRA, 2007b).

Os diferentes setores do poder público devem estruturar-se a fim de, dentro das suas especificidades, agir de forma integrada e responsável na construção, monitoração e alteração de padrões de qualidade do ar e a resolução dos problemas associados ao crescimento e ao desenvolvimento urbano, buscando garantir a proteção à saúde e a qualidade de vida da população.

Esta construção deve partir de conceitos sistêmicos que incluam a pluralidade de perspectivas legítimas e um forte compromisso social, assegurando o respeito por princípios da sustentabilidade ambiental e econômica. Logo, os padrões e as ações ambientais devem ser acordados através de processos de ampla participação pública, fortalecendo o papel dos Conselhos Municipais, Regionais e Estaduais de Ambiente e Saúde, a fim de garantir a representação de pessoas e instituições que estão permanentemente envolvidas com o tema e a continuidade das políticas públicas adotadas.

#### **2.1.8.5. A Gestão da Qualidade do Ar no Brasil e o PRONAR**

As Bacias Aéreas são consideradas as melhores unidades de gerenciamento da qualidade do ar em detrimento de outras unidades administrativas, pois a poluição atmosférica não respeita limites, divisas ou fronteiras político-administrativas, podendo causar efeitos em áreas distantes das fontes primárias, sejam elas fixas ou móveis. O transporte de contaminantes do ar por bairros, cidades ou mesmo estados, dificulta a construção de modelos de gestão, capazes de equacionar e minimizar a degradação da qualidade deste recurso ambiental e evitar a exposição da população a níveis de

concentração de poluente atmosféricos que ponham em risco a saúde humana ou a qualidade de vida dos indivíduos, uma vez que prescindem de arranjos políticos mais complexos do que limitações técnico-metodológicas. A não priorização das ações para a melhoria da qualidade do ar na RMRJ frente a outros problemas sócio-ambientais tem dificultado a adoção de medidas mais eficientes para a redução das concentrações de poluentes atmosféricos (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Um modelo de gestão da qualidade do ar deve possuir aspectos táticos capazes de prevenir que episódios de poluição tornem-se desastres, adotando ações relacionadas ao controle de tais episódios e combinar estratégias para a diminuição dos níveis de concentração de poluição em todas as escalas, a partir do estabelecimento de metas de redução imediatas, de curto, médio e longo prazo. A escala temporal para cada etapa deve ser função dos objetivos e da realidade local, adotando-se normalmente como metas de curto prazo aquelas a serem atingidas em até 5 anos, média até 10 anos e longo até 15 anos (PIRES, 2005; BOUBEL *et al.*, 1984).

Para uma gestão da qualidade do ar eficiente são necessários o conhecimento da localização, qualificação e quantificação das fontes emissoras; a avaliação da tecnologia a ser utilizada para diminuir as emissões; a identificação dos processos produtivos empregados e dos tipos de combustíveis utilizados, possibilitando uma ação proativa tanto do papel regulatório do órgão ambiental, quanto dos responsáveis pela atividade industrial. Devem compor ainda o programa de gestão a utilização de modelos preditivos da concentração de poluentes e indicadores de avaliação da efetividade das ações de controle da poluição atmosférica, bem como da localização e distribuição das estações de monitoramento e da forma de avaliação do licenciamento de novas fontes, além da renovação das licenças daquelas já instaladas (MOREIRA & TIRABASSI, 2004)e.

Do ponto de vista teórico, a reflexão sobre estas questões pode conduzir à percepção de que, atualmente, os princípios sobre os quais se baseiam as relações entre o mundo social e o natural, produzem, frequentemente, dicotomias inconsistentes e falsas contradições. Respostas diferenciadas às questões colocadas, ou mesmo a ausência de respostas, revelam, também, que ainda não se encontra devidamente assimilada à concepção de que o pensamento ecológico, produzido nas últimas décadas, esteja promovendo uma revolução nos atuais paradigmas epistemológicos que balizam o entendimento das relações homem-natureza, interferindo decisivamente na construção científica das mais diversas áreas do conhecimento. Entretanto, especificamente do ponto de vista das práticas urbanas, este novo pensamento vem transformando

radicalmente a abordagem do ambientalismo no processo de urbanização e, particularmente, no que diz respeito à gestão sócio-ambiental urbana como um problema público, inserido em uma nova visão de gestão das cidades, e moldado por interesses divergentes.

Os resultados dos monitoramentos, das avaliações da qualidade do ar e dos estudos dos efeitos de poluentes atmosféricos à saúde devem ser abertos, transparentes, cuidadosamente revisados e disponibilizados ao público, através da Internet e de outros instrumentos de comunicação, a fim de orientar a tomada de decisão coletiva e a formulação de legislação com o maior número de *stakeholders*.

A OPS sugere uma estrutura de gestão da qualidade do ar com a realização de programas de avaliação externa, com a participação ativa de uma instituição coordenadora regional para dar apoio administrativo e instituições locais responsáveis pelos sistemas de monitoramento, capaz de informar detalhes sobre os dados gerados, além da equipe externa de avaliação (CEPIS, 2001).

No Brasil, inexistente um sistema federal centralizado para orientar, monitorar, controlar e/ou coletar dados de qualidade do ar (CSILLAG, 2000). Fortalece-se um consenso entre os especialistas da necessidade de adoção urgente de ações para a reversão do processo de degradação da qualidade ambiental.

O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR, instituído através da Resolução CONAMA nº 05/1989, deveria ser um dos instrumentos básicos da gestão da qualidade do ar. Este programa previa a limitação das emissões por tipologia e por poluentes prioritários e o Programa Nacional de Inventário de Fontes Poluidoras do Ar, orientando quanto ao cadastramento e a estimativa das emissões atmosféricas. Segundo esta resolução, deve-se enquadrar o território em classes de acordo com o uso pretendido: a Classe I, para as áreas de preservação, como os parques e reservas, sem intervenção antrópica; a Classe II, para as áreas onde o estado de qualidade do ar deve ser o padrão secundário; e a Classe III, para as áreas onde deve ser preconizado o padrão primário de qualidade do ar.

Dentre as estratégias para o gerenciamento da qualidade do ar estão a adoção de padrões de qualidade do ar, adoção de padrões ou limites de emissão, o monitoramento da qualidade do ar, o monitoramento e controle tecnológico das fontes, o inventário de emissões atmosféricas, o licenciamento ambiental de fontes poluidoras ou potencialmente poluidoras e a adoção de incentivos fiscais como taxas e cotas.

Os procedimentos e pré-requisitos necessários ao licenciamento ambiental de uma determinada fonte de emissão devem estar previstos no modelo gestor, a fim de

estabelecer estratégias adotadas a fim de garantir o ordenamento e a melhoria da qualidade do ar de uma região, em função dos seus interesses e objetivos.

O licenciamento ambiental e a avaliação de impacto ambiental são instrumentos de gestão ambiental previstos na legislação brasileira (BRASIL, 1997), devendo estar deduzido de forma efetiva as alternativas de projeto, com igual nível de detalhamento, objetivando a obtenção da licença a um condicionamento tecnológico. Diante desta lógica, os modelos de gestão da qualidade do ar têm previsto, entre as suas principais estratégias para a instalação de novas fontes, o “conceito bolha” e os créditos de abatimento de contaminantes. O primeiro permite a instalação de novas fontes que atendam, ou não, aos padrões desde que produzam um efeito final em termos de concentração de poluentes atmosféricos abaixo dos padrões de emissão. Já a estratégia de redução ou de compensação (*offset*) das emissões através dos créditos de abatimento prevê que a instalação de uma atividade com uma nova fonte de emissão com potencial poluidor do ar, em uma área com outras fontes preexistentes, deverá implicar numa redução equivalente em outra fonte da mesma planta, ou mesmo de outra planta da região, através de negociações de créditos de abatimento, legitimados pelo órgão ambiental. Para atingir tal meta, pode-se fechar uma unidade ou melhorar a eficiência de sistemas de controle de outras (WORLD BANK, 1995; USEPA, 2002).

Tendo as emissões veiculares como a principal fonte de contaminantes atmosféricos nos grandes centros urbanos, medidas adicionais devem ser avaliadas durante a construção de um sistema de gestão ambiental, como os serviços públicos de transporte de passageiros, o estímulo ao uso de combustíveis mais limpos, o estímulo ao uso de transporte não motorizado e as condições de estacionamento.

O estado de São Paulo, através da CETESB construiu uma infraestrutura de levantamento e disponibilização de dados de qualidade do ar nas últimas 4 décadas, permitindo o desenvolvimento de políticas públicas de avaliação e gestão da qualidade do ar naquele estado.

Já no Rio de Janeiro, a evolução dos problemas ambientais não tem destacado a poluição do ar como uma questão relevante nas últimas décadas. A destruição de resquícios da Mata Atlântica e a poluição da Baía da Guanabara têm atraído maior atenção de pesquisadores e da sociedade organizada em geral. Entretanto, mesmo o número limitado de publicações com dados locais sobre a qualidade do ar tem demonstrado a importância do tema no campo da saúde pública fluminense (DUCHIADE, 1992, DUCHIADE & BELTRÃO, 1992; BRILHANTE & TAMBELLINI, 2002; DAUMAS *et al.*, 2004; OLIVEIRA & FERREIRA, 2007a).

O IBGE (2005) pesquisou entre os 5.560 municípios brasileiros as questões relativas à gestão pública e, em particular a “percepção dos gestores locais sobre o quadro geral do estado do ambiente e aplicação de instrumentos de gestão”, através da aplicação presencial de um questionário estruturado, admitindo múltiplas respostas. No que diz respeito à contaminação do ar, a poluição atmosférica foi referenciada como um importante problema ambiental para cerca de 22% dos municípios brasileiros onde reside quase a metade da população do país. Entre as causas mais apontadas para esta contaminação, estão as queimadas, as vias não pavimentadas, atividades industriais, atividades agropecuárias e veículos automotores, respectivamente. Ressaltou-se que, particularmente na Região Sudeste, as três causas mais frequentes para a poluição atmosférica foram queimadas, atividades industriais e vias não pavimentadas. Já tendo-se como referência as cidades com população superior a 100.000 habitantes, o estudo relatou que prevalecem como principais causas para a poluição do ar as atividades industriais e os veículos automotores, confirmando um cenário previsível.

A principal contribuição deste estudo foi a seleção de oito instrumentos de gestão, programa e ações de caráter ambiental para a melhoria da qualidade do ar que foram apresentados aos gestores: acordo administrativo com o governo estadual, visando a transferência das atribuições de fiscalização, e combate à poluição atmosférica; acordo administrativo com o governo estadual visando a transferência das atribuições de licenciamento ambiental; possuir legislação ambiental específica; implantar ou operar estações de monitoramento da qualidade do ar; aplicação de multa ambiental; cassar ou não renovar licença de funcionamento de atividades poluidoras; impedir a obtenção de incentivos fiscais de atividades poluidoras; e suspender, temporariamente, o funcionamento de atividades poluidoras. Os resultados mostraram que, entre os municípios localizados na Região Sudeste, destacam-se as ações consideradas mais rigorosas (cassação ou não renovação de licença de funcionamento de atividades poluidoras e a suspensão, temporária, do funcionamento de atividades poluidoras), sendo que no estado do Rio de Janeiro, 18 municípios (55% onde foi relatado a ocorrência de poluição do ar) informaram a suspensão, temporária, do funcionamento de atividades poluidoras e 13 municípios (39% onde foram relatado a ocorrência de poluição do ar) utilizam-se da cassação ou não renovação de licença de funcionamento de atividades poluidoras.

## 2.2. A Relação entre a Qualidade do Ar e a Saúde Pública

A presença de contaminantes no ar interfere nos processos de filtração e transporte de oxigênio aos pulmões, exigindo um sobre-esforço nas atividades do coração para suprir esta carência, causando doenças cardiovasculares e do aparelho respiratório. As manifestações da relação entre a concentração de poluentes atmosféricos e saúde humana variam desde ardência nos olhos, nariz, garganta, traqueia e tosse, até infecções como faringites, rinites, bronquites, pneumonia e doenças pulmonares obstrutivas crônicas – DPOC's, podendo levar ao óbito.

Os efeitos da exposição a contaminantes atmosféricos podem variar de agravos em infecções respiratórias e cardíacas, normalmente tendo consequências mais graves em pessoas com enfermidades pulmonares ou cardíacas crônicas, gestantes, idosos e crianças, sendo mais prejudicial para aqueles que trabalham nas ruas e vivem em condições precárias. Portanto, a combinação de fatores como a magnitude, o alcance e a duração da exposição, associados à idade e à susceptibilidade de cada pessoa exposta, compõe o quadro que permite definir os efeitos da poluição atmosférica como agudos, cumulativos ou crônicos (KORC, 2000). Como consequência, os estudos sobre os efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana têm as crianças e os idosos como as populações mais acompanhadas por serem essas as faixas etárias mais susceptíveis às exposições aos poluentes atmosféricos em função da menor capacidade de eliminação das substâncias do organismo, da imaturidade do sistema imunológico pulmonar, da maior permanência em ambientes abertos e da atividade física mais intensa (SCHUWARTZ, 1994; MOURA, 2006).

Como principal referência para a relação entre a poluição atmosférica e os seus efeitos à saúde da população, em 1952, na cidade de Londres, observou-se uma combinação de intensa estagnação atmosférica, resultado de uma inversão térmica, e a manutenção dos níveis de emissão de material particulado, devido à queima de carvão, que gerou um rápido aumento na sua concentração, registrado através das quatro estações de monitoramento no Centro Administrativo de Londres. Naquela ocasião, o rápido aumento na concentração de material particulado e sua lenta queda após 1 dia esteve associado a um rápido aumento na taxa de mortalidade diária (SCHUWARTZ, 1994; MEDIAVILLA-SAHAGÚN & APSIMON, 2006). Outros eventos anteriores, como os ocorridos no Vale do Meuse na Bélgica em 1930 e em Donora na Pensilvânia em 1948 são interpretados de forma similar ao de Londres, uma vez que o aumento na mortalidade observada nestas ocasiões foi quase exclusivamente por doenças respiratórias ou cardiovasculares, principalmente em idosos, após concentrações

expressivas de poluentes no ar (FILLEUL *et al.*, 2001).

Os efeitos da poluição do ar na saúde humana podem ser classificados como agudos e crônicos. Os efeitos agudos normalmente estão associados efeitos imediatos, em episódios de curta duração, de caráter temporário e reversível, variando de poucos minutos a alguns dias. Normalmente, estes episódios estão associados às condições meteorológicas desfavoráveis a dispersão dos poluentes, provocando desde irritações e tosses até efeitos mais graves como aumento nas taxas de mortalidade. Os efeitos crônicos têm caráter cumulativo e permanente, caracterizando eventos de longa duração, como a concentração abaixo dos padrões legais por anos ou décadas, ainda que menos perceptíveis, com manifestação pela diminuição gradativa da capacidade respiratória, além de outros incômodos e desconfortos, podendo evoluir até neoplasias associadas à carcinogenicidade e à mutagenicidade (EVANS & SMITH, 2005).

O desfecho mais utilizado nos estudos da relação entre a qualidade do ar e a saúde pública é a mortalidade respiratória, provavelmente pela maior facilidade ao acesso aos registros de óbito. Dados informatizados sobre morbidades por infecções respiratórias das vias aéreas inferiores, como broncopneumonia e bronquiolite, asma brônquica e sintomas alérgicos das vias aéreas superiores a partir de internações, atendimentos médicos de emergência e consulta ambulatorial, são importantes indicadores na construção da relação da poluição atmosférica e a saúde, entretanto, são menos disponíveis na maioria dos países, além da dificuldade na validação dos diagnósticos clínicos (RIEDIKER *et al.*, 2001).

A escolha dos desfechos a serem utilizados como indicadores da relação entre a poluição atmosférica e seus efeitos à saúde devem considerar que a mortalidade proporcional pela causa específica pode deixar de registrar óbitos por causa mal-definida, e que o registro de mortalidade deve ser considerado “a ponta do iceberg” no processo saúde-doença. Quanto à seleção do registro de internação hospitalar para populações alvo, como crianças menores de 5 anos, deve ser feita considerando o local de residência, uma vez que a exposição mais provável tenha ocorrido no local onde o paciente reside, considerando que as crianças têm seu espaço físico de circulação reduzido e, portanto, um maior tempo de exposição no local de residência (IGNOTTI *et al.*, 2007).

Os estudos epidemiológicos evidenciam aumentos de registros de doenças respiratórias e cardiovasculares e de mortalidade geral e específica associadas à exposição a poluentes presentes na atmosfera, principalmente em grupos mais susceptíveis, como crianças menores que 5 anos e indivíduos maiores que 65 anos. A

escolha na metodologia a ser utilizada na busca desta relação é definida pela disponibilidade de bancos de dados, com os despechos de saúde escolhidos, e de concentração de poluentes atmosféricos significativos para a região do estudo. A epidemiologia tem sido uma ferramenta utilizada na construção desta relação entre a concentração de poluentes ambientais e seus efeitos sobre a saúde humana. Entre os instrumentos mais utilizados estão os estudos ecológicos com séries temporais e os estudos de painel.

Os estudos ecológicos com séries temporais é o método mais amplamente utilizado quando se deseja estudar os efeitos imediatos ou associações de curto prazo (CASTRO *et al.*, 2003), tendo como a unidade de análise o tempo (FILLEUL *et al.*, 2001). A partir de séries temporais de concentrações de poluentes e de despechos, como mortalidade ou admissão hospitalar, pode-se correlacionar tais elementos ao longo de décadas, controlando determinados fatores de confusão, como as variáveis sazonais e meteorológicas, a partir da utilização de softwares e hardwares disponíveis. Entretanto, o método possui entre as suas principais limitações o fato de não considerar os aspectos individuais de exposição, por focar-se nos efeitos coletivos (MOURA, 2006) e os despechos de maior gravidade atingem somente uma pequena proporção da população (XU *et al.*, 1995). Esta técnica tem sido muito utilizada a partir da década de 1970, destacando-se as investigações de mortalidade por doenças respiratórias em Tóquio (LEBOWITZ *et al.*, 1973), em regiões metropolitanas nos USA (SCHIMMEL & MURAWSKI, 1976; LAVE & SESKIN, 1973) e em Londres (SCHWARTZ *et al.*, 1990).

Neste tipo de abordagem, uma população é comparada com ela mesma durante um intervalo de tempo. Pode-se supor, neste caso, que os fatores de confusão decorrentes de hábitos, classe social, entre outros, estejam controlados. Restam para controle os fatores de confusão decorrentes do lugar, como temperatura, umidade, acesso aos serviços, tendência temporal, etc.

Os estudos de painel permitem um acompanhamento longitudinal de um grupo de indivíduos expostos a determinados contaminantes do ar. A principal vantagem destes estudos frente aos estudos ecológicos com séries temporais na associação entre a poluição do ar e os efeitos à saúde está na realização de medidas individuais de parâmetros como função pulmonar ou sintomas respiratórios, permitindo identificar aqueles de menor gravidade, provocados por níveis mais baixos de poluição atmosférica, que não necessitam de consulta médica (MOURA, 2006). Entretanto, a principal limitação deste método está na utilização de populações reduzidas e períodos

curtos de observação.

Um grande desafio nos estudos epidemiológicos sobre qualidade do ar e saúde está no controle das variáveis de confusão. As variáveis de controle mais usuais são a tendência temporal, a sazonalidade e os fatores meteorológicos, entretanto, outros fatores, como tabagismo, hábitos alimentares, escolaridade e renda familiar, devem ser considerados, exigindo a utilização de técnicas estatísticas mais sofisticadas nas análises (CASTRO *et al.*, 2003). Outros fatores de confusão podem ser as infecções respiratórias virais (DALES *et al.*, 2000), além da exposição a diversos alérgenos como o pólen e a rinite alérgica (HAJAT *et al.*, 2002) e a obstrução brônquica (D'AMATO, 2002), a exposição a esporos de fungos. Autores como Anderson *et al.* (1998) sugerem que indivíduos sensíveis a poluentes atmosféricos podem agravar episódios de asma brônquica por ação irritante direta, ou potencializando os efeitos dos alérgenos. Além dos poluentes gasosos, particulados e alérgenos presentes no ar, bactérias, vírus e fungos também estão presentes e podem causar gripe, sinusite e faringites (MOURA, 2006).

No Brasil, a maioria dos grupos de pesquisa que estudam a qualidade do ar e seus efeitos à saúde está concentrada em São Paulo (SALDIVA *et al.*, 1995; GOUVEIA & FLETCHER, 2000; BRAGA *et al.* 2001; CONCEIÇÃO *et al.*, 2001; GOUVEIA *et al.*, 2004).

Mais recentemente, estudos buscam relacionar o impacto da queima de biomassa para as populações de maior suscetibilidade, a partir de indicadores descritivos de morbidade hospitalar (SIH – Sistema de Informações Hospitalares) e de mortalidade (SIM – Sistema de Informações de Mortalidade), do Sistema Único de Saúde (SUS), por doenças do aparelho respiratório (DAR), segundo o local de residência. Os indicadores utilizados foram a proporção de óbitos (mortalidade proporcional por causa específica), a taxa de internação e a proporção de internação para selecionar municípios prioritários, sendo excluídos os óbitos e internações do período neonatal (associados ao período perinatal). A população alvo estudada foram crianças menores de 5 anos, entre 2000 e 2004, em municípios do estado do Mato Grosso com mais de 25 mil habitantes (IGNOTTI *et al.*, 2007).

Embora válidos, os resultados de estudos sobre os efeitos da qualidade do ar sobre a saúde realizados em países desenvolvidos, de clima frio ou temperado, não devem ser diretamente extrapolados para outros locais, principalmente para países menos desenvolvidos, localizados em regiões de clima quente, com características demográficas e sociais diversas como o Brasil (MOURA, 2006).

Em São Paulo, onde o monitoramento permanente nas últimas décadas tem apontado níveis preocupantes de poluentes na atmosfera, os estudos epidemiológicos mostram efeitos significativos destes poluentes com atendimentos de emergência, admissão hospitalar ou óbito por complicações respiratórias. No Paraná, Bakonyi *et al.* (2004) e no Rio de Janeiro, Rios *et al.* (2004), Daumas *et al.* (2004), Moura (2006), Oliveira & Ferreira (2007a) e Oliveira & Ferreira (2007b) encontraram associação significativa entre a variação de poluentes atmosféricos e transtornos respiratórios.

Daumas *et al.* (2004), em estudo realizado na RMRJ, buscou relacionar os efeitos da poluição do ar à saúde da população. Os resultados indicaram que o PM 10 foi o principal poluente associado com a mortalidade e morbidade de idosos e crianças por doenças respiratórias na região, para o período estudado de setembro de 2000 a agosto de 2002. Os resultados indicaram ainda uma associação significativa entre as concentrações de PM 10, SO<sub>2</sub> e CO e as internações por DAR, para o mesmo dia, e a mortalidade com defasagem de um a três dias, em idosos e em crianças de até 5 anos de idade, em particular no aumento das internações hospitalares por asma.

Um grupo de pesquisadores cariocas (MOURA, 2006) obteve resultados estatisticamente significativos num estudo que avaliou concentrações diárias de poluentes atmosféricos e o número de atendimentos médicos de emergência em crianças residentes em Jacarepaguá, no município do Rio de Janeiro, concluindo que uma parcela importante dos adoecimentos observados teve como causa a poluição do ar, com destaque para PM 10, O<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub>.

Em Manguinhos, uma região de classe social baixa do município do Rio de Janeiro, com notória exposição a diferentes fontes de poluentes atmosféricos, o mesmo grupo (MOURA, 2006) avaliou o efeito da poluição do ar na capacidade respiratória, realizando um estudo de painel com exame de pico de fluxo diário e teste espirométrico quinzenalmente em 118 escolares. Os indivíduos foram acompanhados ao longo de abril a novembro de 2002. Os resultados mostraram associação significativa entre o aumento da concentração de PM 10 e NO<sub>2</sub> e a diminuição da capacidade respiratória de escolares, sendo mais pronunciada para o PM 10.

Estes estudos confirmaram hipóteses de associação entre a carga de morbimortalidade por doenças respiratórias em áreas urbanas e o incremento de poluentes atmosféricos, levantadas em outros estudos, tanto no Rio de Janeiro (BRILHANTE & TAMBELLINI, 2002; DAUMAS *et al.*, 2002; OLIVEIRA & FERREIRA, 2007a; OLIVEIRA & FERREIRA, 2007b), quanto para São Paulo, onde as publicações sobre o tema são mais frequentes sobre os efeitos da poluição

atmosférica sobre a saúde da população (GOUVEIA & FLETCHER, 2000; MARTINS *et al.*, 2002; GOUVEIA *et al.*, 2004; LIN *et al.*, 2004; IGNOTTI *et al.*, 2007).

No artigo “[\*Brazilian Environmental Legislation: adverse health impacts by air pollution – a review\*](#)” publicado na Revista Saúde e Ambiente é feita uma apresentação sintetizada da relação entre a qualidade do ar e seus efeitos à saúde como um importante auxílio na fixação de padrões de qualidade do ar.

### 3. O RIO DE JANEIRO E A QUALIDADE DO AR

O nível de poluição atmosférica na RMRJ é considerado crítico segundo Pires (2005), necessitando prioritariamente de ações de controle, uma vez que o crescimento urbano desta região, nas últimas décadas, não tem sido acompanhado do planejamento adequado (OLIVEIRA & FERREIRA, 2008). A RMRJ contava em 2004 com 42 estações de monitoramento da qualidade do ar, sendo 32 manuais, 8 automáticas fixas e 2 automáticas móveis. Destas, 37 são operadas pela FEEMA e 5 operadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro (SMAC).

O objetivo deste estudo é avaliar o estado da qualidade do ar no município do Rio de Janeiro e propor, a partir de uma reflexão sobre as características locais, estratégias de gestão da qualidade do ar para a região metropolitana baseada na participação ativa de todos os atores envolvidos, particularmente municípios, estado, união, iniciativa privada e sociedade, no desenvolvimento de uma política de planejamento urbano-ambiental que estimule a adoção de ações mitigadoras dos níveis de poluição atmosférica, proporcionando a melhoria à qualidade de vida da população, tendo a saúde pública como elo central de articulação entre estes diferentes atores. Se as ações para a melhoria da qualidade do ar forem planejadas e acordadas através de um amplo processo de discussão, baseado na pluralidade de perspectivas legítimas e do forte compromisso social dos atores, é mais provável que sejam atingidos os resultados esperados.

#### 3.1. Caracterização física e sócio-demográfica da RMRJ

Além da grande densidade populacional, a RMRJ possui uma ampla variedade de indústrias, e uma concentração de veículos e de outras fontes de emissão atmosférica, uma vez que o estado do Rio de Janeiro é o segundo em importância econômica do país. A sua região metropolitana congrega 17 municípios e, dentre as regiões metropolitanas brasileiras, é a mais densamente habitada (IPP, 2005; CIDE, 2006). A **tabela 7** apresenta a concentração populacional na Região Metropolitana e na cidade do Rio de Janeiro.

**TABELA 7.** Distribuição da população do estado do Rio de Janeiro na Região Metropolitana e na cidade do Rio de Janeiro

<b>Região</b>	<b>Área km<sup>2</sup> (%)</b>	<b>População (%)</b>
Estado do Rio de Janeiro	43.864,3 (0,5*)	15.354.166 (9*)
Região Metropolitana do Rio de Janeiro	4.686,5 (10,7**)	11.331.389 (73,8**)
Cidade do Rio de Janeiro	1.205,8 (2,7**/25,7***)	6.087.219 (39,6**/53,7***)

Fonte: CIDE, 2006

\* em relação ao Brasil;

\*\* em relação do Estado do Rio de Janeiro;

\*\*\* em relação à Região Metropolitana.

No Rio de Janeiro, o processo de planejamento e organização do uso do solo urbano é historicamente acompanhado por uma diferenciação no acesso a bens e serviços que, embora produzidos socialmente, são apropriados e consumidos em espaços sócio-geográficos privilegiados, como o núcleo central rico da RMRJ, em detrimento de áreas como uma zona intermediária de transição ou da periferia distante (DUARTE, 1992).

### **3.2. A Evolução da Qualidade do Ar na RMRJ**

A avaliação da qualidade do ar no Rio de Janeiro teve início em 1965, através do convênio firmado entre o então Estado da Guanabara e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, permitindo o seu ingresso na Rede Pan-americana de Amostragem do Ar, sendo instalada em 1967 a primeira rede de estações de amostragem da qualidade do ar (IES, 1966; IES 1968). Os resultados indicaram níveis excessivos para partículas sedimentáveis e para partículas em suspensão para Copacabana e para zonas industriais, como São Cristóvão e Bonsucesso, quando comparados aos padrões norte-americanos da época. O amostrador em fita de partículas em suspensão mostrou um pico pronunciado na manhã, seguido de um mínimo no início da tarde e outro pico no início da noite, relacionados à variação da capacidade de dispersão da atmosfera e ao tráfego nas principais vias, sendo registradas as concentrações mais elevadas no inverno (IES, 1969).

Em 1975, após a fusão do estado da Guanabara com o estado do Rio de Janeiro, foi criada a FEEMA, tendo, entre suas atribuições, o monitoramento da qualidade do ar. Entre as ações mais eficientes na melhoria da qualidade do ar, estava o fechamento de todos os incineradores residenciais; a substituição da lenha por fornos elétricos ou a gás em padarias; a desativação de pedreiras; e uma política de substituição do óleo

combustível por gás natural em indústrias. Em 1984, a FEEMA publicou um primeiro relatório sobre a qualidade do ar na RMRJ, onde os resultados indicaram que os parâmetros CO, SO<sub>2</sub>, PTS e partículas sedimentáveis, tinham apresentado níveis acima dos valores padrões, em pelo menos uma estação. Em 1995, a FEEMA realizou uma campanha de monitoramento intensivo de curto prazo para PTS em 3 municípios da RMRJ, e os resultados indicaram que 6 dos 13 locais monitorados apresentaram violação do padrão diário, destacando-se São João de Meriti, Bonsucesso, Inhaúma e Irajá (FEEMA *et al.*, 1995).

O Banco Mundial (1996) publicou um relatório sobre a gestão ambiental no estado do Rio de Janeiro indicando que a poluição do ar por PTS na região norte da cidade do Rio de Janeiro e em vários municípios da Baixada Fluminense era suficientemente grave para causar prejuízos à saúde, podendo inclusive gerar mortalidade prematura em pessoas susceptíveis às doenças do aparelho respiratório.

Mesmo diante deste histórico, em 1997, a rede de amostragem da qualidade do ar na RMRJ contava apenas com 11 estações manuais para amostragem de PTS e uma unidade de monitoramento automático de gases e material particulado. Ainda que a rede estivesse subdimensionada e, naquele momento, sendo capaz de monitorar regularmente apenas as PTS, as concentrações observadas indicaram a saturação atmosférica de parte da região metropolitana para este poluente, além de indícios de que as concentrações de outros poluentes não avaliados poderiam também atingir níveis elevados.

A partir deste ano, houve um reforço institucional no monitoramento da qualidade do ar tanto junto a FEEMA, quanto junto a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro para suprir a ausência de informações sistemáticas e confiáveis necessárias ao planejamento urbano-ambiental. A FEEMA firmou um convênio com o Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro (DETRAN-RJ) visando a implantação do Programa de Inspeção de Veículos em Uso – I/M, conforme previsto na Resolução CONAMA nº 18/1986, além do incentivo ao Programa de Auto Controle de Emissões para a Atmosfera, iniciado na década de 1980. Já a SMAC realizou um estudo de dimensionamento qualitativo e quantitativo visando a instalação de uma rede automática de avaliação da qualidade do ar para a cidade do Rio de Janeiro (MAIA, 1997).

Já no início dos anos 2000, a rede operada pela FEEMA foi ampliada a partir da aquisição de 4 estações automáticas de monitoramento de poluentes gasosos e partículas inaláveis e cerca de 20 amostradores manuais para material particulado e para partículas inaláveis e a rede operada pela SMAC era composta de 4 estações fixas e uma unidade móvel, sendo que as estações fixas monitoravam apenas os poluentes mais

representativos dentro de um quadro de poluição local, enquanto a unidade móvel era capaz de monitorar um número maior de poluentes a fim de orientar a implantação de novas estações fixas previstas inicialmente no estudo da rede municipal.

Avaliando-se a evolução entre 1989 e 2002 dos indicadores de concentração de poluentes na atmosfera, Pires (2005) indica constantes violações ao padrão primário para PTS em Jacarepaguá, Copacabana, Bonsucesso e Realengo na cidade do Rio de Janeiro, além de São João de Meriti na Baixada Fluminense. Já SO<sub>2</sub>, CO e NO<sub>2</sub> não apresentaram ultrapassagens dos padrões legais, entretanto, percebe-se uma tendência de aumento das concentrações para o CO e NO<sub>2</sub>. Já o O<sub>3</sub> apresenta várias violações ao limite.

### 3.3. O inventário de emissões da RMRJ

No Rio de Janeiro, a estimativa das emissões atmosféricas foi iniciada em 1973 pelo Instituto de Engenharia Sanitária – IES, entretanto, ao longo dos anos, o programa de estimativa de emissões foi descontinuado e os dados cadastrais das atividades potencialmente poluidoras encontravam-se desatualizados. Em 2004, foi realizado um Inventário de Fontes de Emissão Atmosférica na Região Metropolitana do Estado considerando inicialmente 1641 fontes fixas e 260 segmentos de vias de tráfego.

Os resultados do inventário indicam que as fontes móveis são as principais responsáveis pela emissão de poluentes atmosféricos para a RMRJ, conforme apresentado na **tabela 8**. Estas fontes totalizaram aproximadamente 443.000 t/ano, o que corresponde a 77% do total de poluentes emitidos para a atmosfera na região (FEEMA, 2004a).

**TABELA 8.** Taxas de emissão por tipo de fonte da RMRJ

Tipo de fonte	Taxa de emissão de poluentes (t/ano)x1000				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	HC	PM 10
Fixas	55,8	30,3	6,4	25,9	10,6
Móvel	7,5	60,2	314,7	53,4	7,8
Total	63,3	90,5	321,1	79,3	18,4

Fonte: FEEMA, 2004a

As fontes móveis são as principais fontes de emissão, em particular para as emissões de material particulado, NO<sub>x</sub>, CO e hidrocarbonetos, com destaque para as emissões dos ônibus e veículos de carga. As fontes fixas contribuem significativamente com as emissões de SO<sub>2</sub>, além de NO<sub>x</sub> (FEEMA, 2004a; LOUREIRO, 2005; PIRES, 2005).

### 3.3.1. Inventário de Fontes Fixas da RMRJ

O sistema desenvolvido para estimar as emissões atmosféricas de origem industrial pelo Instituto de Engenharia Sanitária (IES) em 1973 para o estado da Guanabara foi estendido para todo o estado do Rio de Janeiro em 1976. Em 1982, cerca de 4600 cadastros industriais subsidiavam a estima de emissões para a RMRJ (FEEMA, 2004a; PIRES, 2005).

Após um período de descontinuidade do programa, em 2001 ele foi retomado, tendo o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP, implantado pela FEEMA há mais de 20 anos, como fonte primária de informações. Em 1999, havia na RMRJ cerca de 10 mil unidades de transformação, sendo a maioria de pequeno e médio porte, localizadas na cidade do Rio de Janeiro, tendo como principais exemplos as indústrias químicas, petroquímicas, farmacêuticas, asfalto, metalurgia, papel, fundição, alimentícias, têxtil, cerâmica, naval e geração de energia (PIRES, 2005).

A metodologia utilizada foi a EIIP, tendo como ano base 2001, dentro de uma abordagem *bottom-up*, pois desejava-se estimativas de emissão mais precisas. O planejamento indicou aproximadamente 500 atividades industriais responsáveis por cerca de 90% do potencial poluidor por fontes fixas na RMRJ, de um total de 10.306 atividades produtivas. Apesar de desatualizado, o SLAP foi fundamental na seleção das atividades e no planejamento do inventário. Foram utilizados questionários personalizados e vistorias técnicas na coleta de dados e atualização do SLAP.

Em relação ao cálculo das emissões, os métodos de balanço de massa, análise de combustível, monitoramento contínuo das emissões ou das fontes não foram utilizados, exceto para as atividades vinculadas ao Programa de Autocontrole das Emissões da FEEMA (Procon-Ar), ou seja, 35 empresas na RMRJ. A utilização de fatores de emissão foi o método amplamente empregado na estimativa das taxas de emissões dos poluentes atmosféricos, a partir do AP-42. A escolha dos fatores de emissão demandou grande esforço no início do processo de inventário. A avaliação de engenharia ficou restrita à estimativa dos valores de vazão e temperatura de saída dos gases em fontes pontuais.

Foram consolidadas as informações de 425 empresas, sendo 203 no município do Rio de Janeiro e 73 em Duque de Caxias, e o restante distribuído entre os demais municípios da região metropolitana.

Em valores absolutos, o principal poluente emitido pelas fontes fixas foi o SO<sub>2</sub>, seguido do NO<sub>x</sub>. As fontes pontuais, como chaminés de fontes de combustão ou de caldeiras e fornos, entre outros, são as principais contribuintes nas emissões totais. Entre as diferentes tipologias inventariadas, o refino de petróleo e a geração de energia, esta última com emissões atribuídas ao consumo de combustíveis fósseis, como óleo combustível e carvão, são as principais contribuintes para as emissões na região. As contribuições das atividades como petroquímica, cerâmica, química e alimentícia, apesar de corresponderem a apenas 10% do total das emissões, ainda merecem destaque.

Como o inventário de fontes da RMRJ foi baseado no cálculo das emissões através de fatores de emissão ajustados a partir de modelos norte-americanos, as incertezas assumem uma importância significativa (PIRES, 2005). Esta limitação está associada à inexistência ou indisponibilidade de um banco de dados de fatores de emissão nacional, conforme previsto no Programa Nacional de Inventário de Fontes de Poluição do Ar (BRASIL, 1989).

### **3.3.2. Inventário de Fontes Móveis da RMRJ**

No Brasil, de maneira geral, a contribuição relativa das emissões provenientes de fontes móveis supera as emissões geradas por fontes fixas (FEEMA, 1999; LA ROVERE *et al.*, 2002).

As emissões provenientes de fontes móveis (veículos leves e pesados) possuem grande significância no contexto da poluição atmosférica na RMRJ, sendo selecionadas e segmentadas as vias de maior fluxo de veículos, sendo tratadas como fontes difusas, a fim de estimar o volume de tráfego e a emissão de poluentes. Foram inventariados 260 segmentos, envolvendo 130 vias da RMRJ (FEEMA, 2004a; LOUREIRO, 2005).

A Avenida Brasil foi apontada como a principal fonte de poluentes provenientes das fontes móveis, reflexo da intensa movimentação dessa via, responsável pelas altas taxas de emissão de material particulado, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub>, associada à movimentação de caminhões e ônibus movidos a diesel, além da ressuspensão de material particulado, seguida da Avenida das Américas, onde a intensa movimentação de carros leve é responsável pelas emissões de CO e hidrocarbonetos. Outras vias que apresentaram resultados expressivos foram a Rodovia Washington Luís, a Linha Vermelha, a Ponte

Rio-Niterói e a Rodovia Presidente Dutra (FEEMA, 2004a; LOUREIRO, 2005).

### **3.4. A Gestão da Qualidade do Ar no Rio de Janeiro**

A construção de um sistema gestor da qualidade do ar deve estar inter-relacionada às políticas de monitoramento de poluentes, de licenciamento ambiental, de uso do solo, de zoneamento urbano-industrial e de transporte, uma vez que esta fonte é a principal responsável pela emissão de poluentes atmosféricos em grandes centros urbanos.

Este cenário é agravado pela previsão de aumento na participação das fontes móveis uma vez que há um aumento na demanda por transporte individual, gerando condições mais negativas de tráfego, associado ao aumento das emissões atmosféricas. Entretanto, ainda não foram adotadas na RMRJ estratégias específicas para as vias com contribuições mais expressivas para a poluição do ar, nem investimentos em ações para a redução da idade da frota de veículos em circulação. O Programa de I/M que, entre seus objetivos, visa a correta utilização de dispositivos de controle da poluição, como catalisadores, injeção eletrônica de combustível e na manutenção preventiva, ainda necessita ser ajustado, particularmente, no que diz respeito ao caráter corretivo/punitivo, previsto para o ano de 2008.

São necessárias medidas de abatimento dos poluentes de origem veicular como a reavaliação dos modais de transporte na RMRJ, visando o aumento da utilização de meios de transportes coletivos; a reorganização das linhas de ônibus nas vias mais críticas da RMRJ; a substituição do diesel por GNV para a frota de ônibus da RMRJ; a implantação do caráter corretivo/punitivo do programa de I/M; a restrição de tráfego de veículos pesados nas vias mais críticas; a fiscalização nas vias quanto aos níveis de emissão, melhora na fluidez do tráfego a partir de semáforos coordenados, eliminação de gargalos e estrangulamentos do sistema viário urbano e a redução de congestionamentos; a adoção de incentivos à renovação da frota; aumento de velocidade nas vias expressas; adoção de instrumentos econômicos privilegiando os veículos que consomem menos combustíveis e emitam menos poluentes; planejamento urbano adequado às áreas mais críticas no que diz respeito à poluição atmosférica.

Em uma recente avaliação dos instrumentos atualmente utilizados na gestão da qualidade do ar na RMRJ, Pires (2005) concluiu que:

A. as bases legais estão defasadas tanto no que diz respeito aos padrões de qualidade do ar, quanto aos padrões de emissão;

B. as áreas não foram classificadas de acordo com o uso pretendido;

C. apesar dos resultados do monitoramento apontar para a necessidade de expansão da rede de estações, os processos de licenciamento ambiental e os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) devem considerar os efeitos cumulativos ou sinérgicos entre os poluentes, além dos impactos globais de poluentes atmosféricos;

D. o programa Procon-Ar de auto monitoramento a partir da realização amostragens periódicas e/ou contínuas em chaminés e de qualidade do ar, de responsabilidade do poder privado, possui abrangência reduzida, frente às inúmeras fontes emissoras importantes na região;

E. o Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso – PCPV, etapa preliminar ao I/M que encoraja a manutenção correta dos veículos e desestimula a adulteração dos dispositivos de controle das emissões, envolvendo a elaboração conjunta entre órgãos ambientais estaduais e municipais, ainda está insipiente.

O autor afirmou que são necessárias a revisão e a atualização constante de todos os instrumentos de gestão da qualidade do ar da região, além da intensificação das ações do programa de gerenciamento da poluição atmosférica em vigor, a fim de contribuir para a melhoria da qualidade do ar e para a economia de combustível.

Diante do excesso de emissões lançadas na atmosfera por automóveis ou por indústrias, é necessário reduzir os níveis de contaminação do ar, minimizando seus efeitos sobre a saúde da população exposta.

Atualmente, o estabelecimento de políticas públicas visando a melhoria ambiental, e em particular da qualidade do ar, são pouco eficientes na RMRJ. Para reverter este quadro, instrumentos de gestão da qualidade do ar, como o monitoramento contínuo dos poluentes critérios e de outros poluentes específicos, modelos estatísticos e computacionais de dispersão de poluentes atmosféricos e a atualização periódica dos inventários de emissões, são fundamentais, pois auxiliam a adoção de melhores estratégias de controle, aperfeiçoando o processo de atualização e geração de novos padrões de emissão e de qualidade do ar, mais adequados à representação da realidade local. É importante a participação de setores não governamentais neste processo, entretanto, torna-se necessário a adoção de estratégias que priorizem a disponibilidade e a acessibilidade a estes dados, através da Internet, por exemplo.

Diante deste cenário, é necessária a construção de modelos de gestão pública da qualidade do ar que melhorem a qualidade de vida da população, a partir da percepção integrada do ambiente, considerando os impactos adversos na saúde da população relacionados à poluição atmosférica e a sua sustentabilidade (OLIVEIRA & FERREIRA, 2007a).

### 3.5. Poluição do ar e saúde ambiental na cidade do Rio de Janeiro

Os levantamentos da qualidade do ar e suas relações com a saúde na cidade do Rio de Janeiro foram sintetizados no artigo sob o título “[Poluição do Ar e Saúde Ambiental na cidade do Rio de Janeiro: contribuição para a definição de estratégias de monitoramento](#)”, publicado na Revista Eletrônica do PRODEMA e no artigo “[Use of indicator as the basis to evaluate the exposure to PM 10 air pollution and its significance in public health: case study – Rio de Janeiro, Brazil](#)”, publicado na Revista Biomédica da Universidad Nacional Autónoma de México. Os artigos são apresentados na sequência.

Nota. A informação referente à relação estatística entre a concentração de poluentes e os atendimentos médicos foi obtida junto à Moura (2006) e não à Castro *et al.* (2003), como indicado na página 16 do artigo Poluição do ar e saúde ambiental na cidade do Rio de Janeiro: contribuição para a definição de estratégias de monitoramento (página 72 desta tese).

## 4. METODOLOGIA

Detalhes da metodologia utilizada no presente trabalho são apresentados no corpo dos artigos que compõem esta tese alguns procedimentos intermediários podem ser vistos neste tópico e nos resultados.

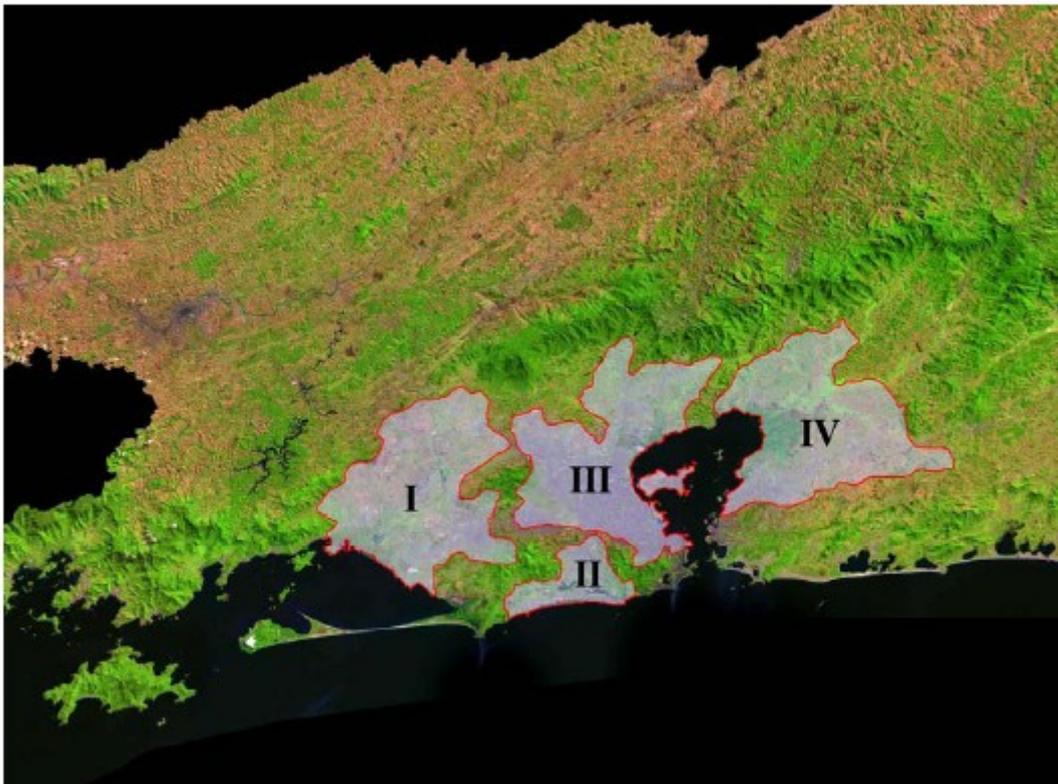
### 4.1. Tipos de Estudos Considerados

A fim de relacionar as concentrações dos poluentes atmosféricos com seus impactos sobre a saúde da população, foram pesquisados estudos transversais e estudos longitudinais, da população em geral ou de idosos e crianças, em particular, estratificada em positivo e negativo para doenças respiratórias, realizados para a área de interesse e disponíveis.

### 4.2. Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi conduzido a partir do levantamento de dados sobre a contaminação atmosférica no município do Rio de Janeiro e sobre a gestão da qualidade do ar visando a construção de um modelo gestor para a região. A escolha da área de estudo é função da importância desta região no cenário nacional e internacional, além de uma maior disponibilidade dos dados necessários ao estudo.

O Rio de Janeiro possui uma topografia acidentada, localizando-se próximo ao mar e à Baía de Guanabara, estando sujeito ao processo de recirculação permanente entre a brisa marinha, que ocorre durante o dia, e a brisa terrestre, que ocorre à noite, influenciando no entendimento da dinâmica dos poluentes na atmosfera (MAIA *et al.*, 1990). As influências topográficas e meteorológicas da região indicavam a necessidade de subdividi-la em sub-regiões, com características mais homogêneas sob o ponto de vista da adoção de estratégias específicas para o controle das fontes de emissão e a determinação de ações para a melhoria da qualidade do ar. Foi adotada a divisão apresentada pela FEEMA que dividiu a Região Metropolitana em quatro sub-regiões, denominadas de bacias aéreas, de acordo com a **figura 1** (FEEMA, 2002; CAVALCANTI, 2003).



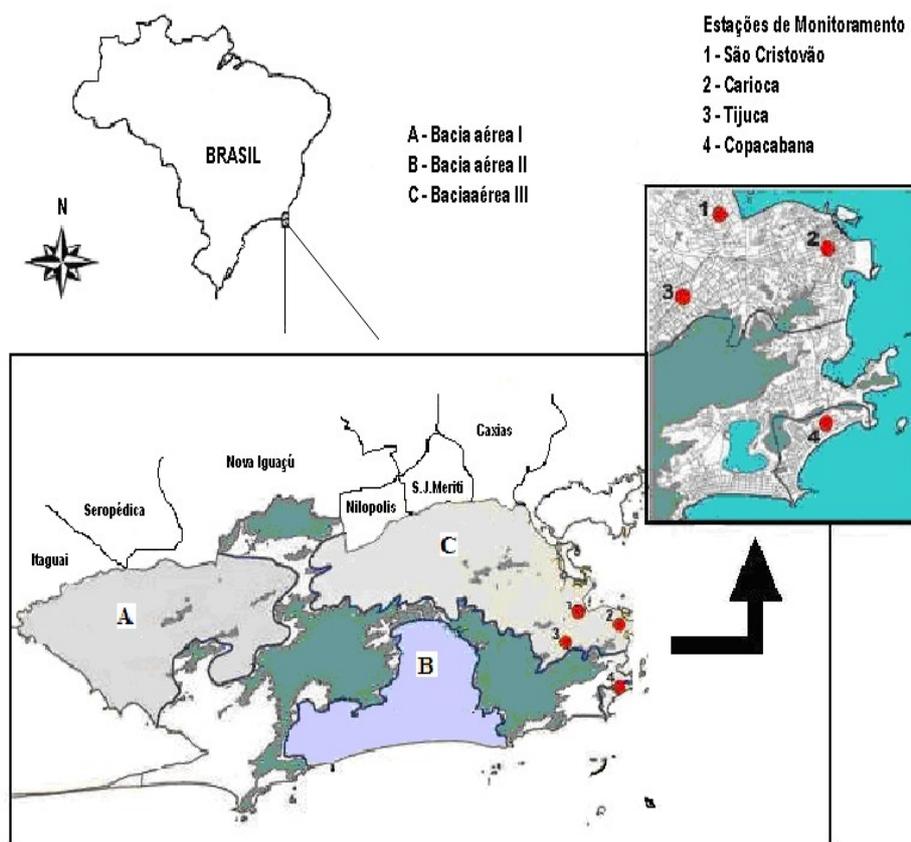
**FIGURA 1.** Bacias Aéreas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro

Fonte: FEEMA (2002).

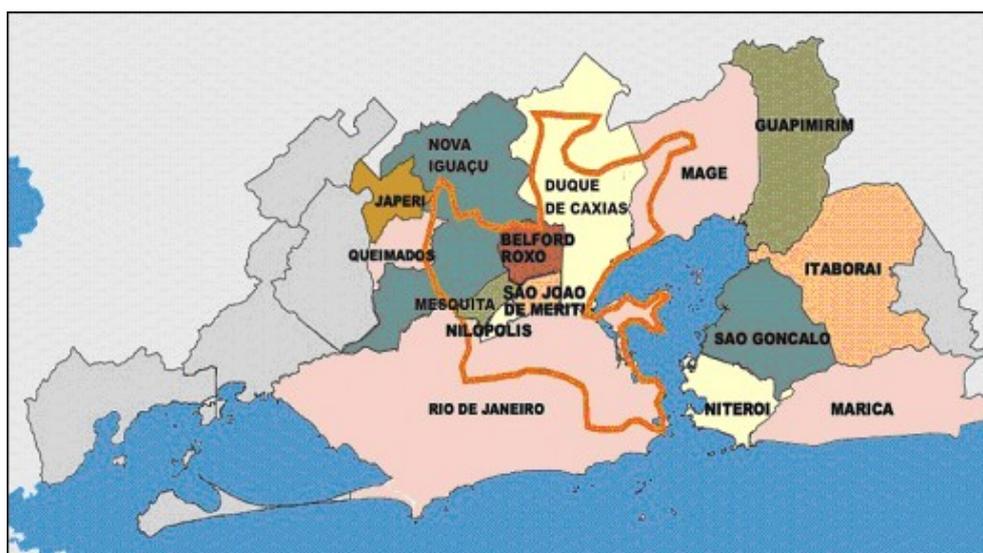
As bacias aéreas são identificadas como:

- ✓ Sub-região I ou Bacia Aérea I: ocupa a zona oeste da RMRJ;
- ✓ Sub-região II ou Bacia Aérea II: integralmente localizada no município do Rio de Janeiro, envolvendo as regiões administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca;
- ✓ Sub-região III ou Bacia Aérea III: ocupa a zona norte, zona central e parte da zona oeste do município do Rio de Janeiro, além de municípios da Baixada Fluminense;
- ✓ Sub-região IV ou Bacia Aérea IV: abrange os municípios de São Gonçalo, Itaboraí, Magé e Tanguá.

Cabe ressaltar que, dentre as sub-regiões citadas, a Bacia Aérea III é particularmente importante no entendimento do estado de qualidade do ar da RMRJ por abrigar a maior parte da ocupação urbana e industrial do Estado, sendo a área onde a qualidade do ar encontra-se mais degradada na RMRJ (FEEMA, 1999). As **figuras 2 e 3** mostram a Bacia Aérea III que ocupa uma área plana de aproximadamente 910 km<sup>2</sup> (SILVA, 2003).



**FIGURA 2.** Divisão da cidade do Rio de Janeiro em Bacias Aéreas e localização das estações de monitoramento da qualidade do ar operadas pela municipalidade



**FIGURA 3.** Localização da Bacia Aérea III na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

### 4.3. Avaliação da Qualidade do Ar e Determinação dos Poluentes Prioritários

Foram avaliados os dados de qualidade do ar entre 2001 e 2004. Neste período havia no município do Rio de Janeiro, 7 (sete) estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar no Município, conforme a **tabela 9**, capazes de gerar bases de dados consistentes para a realização de avaliações da qualidade do ar.

**TABELA 9.** Estações de qualidade do ar localizadas na cidade do Rio de Janeiro

Estações Automáticas		Parâmetros						
Localização	Operador	PM 10	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	HC	Met
Copacabana	SMAC	X	X			X		
São Cristóvão	SMAC	X	X			X		
Tijuca	SMAC	X	X			X		
Centro	SMAC	X	X			X		
Unidade móvel	SMAC	X	X	X	X	X	X	X
Centro	FEEMA	X	X	X	X	X	X	X
Jacarepaguá	FEEMA	X	X	X	X	X	X	X

Para a determinação dos poluentes prioritários, foram consideradas no presente estudo as quatro estações localizadas nos bairros do Centro, Copacabana, São Cristóvão e Tijuca, uma vez que era necessária a disponibilização de séries de informações ambientais de forma consistente e com o menor de interrupções. Os dados de concentração dos poluentes atmosféricos, com vistas à avaliação do estado de degradação da qualidade do ar, foram obtidos junto à SMAC.

O período utilizado neste estudo foi de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2004, uma vez que as estações de qualidade do ar operadas pela SMAC iniciaram seu funcionamento em dezembro de 2000 e os dados relativos ao ano de 2005 não foram disponibilizados. Em 2006, estas estações operadas pela SMAC deixaram de operar.

Os dados gerados pela unidade móvel não foram considerados em função da sua rotina de funcionamento. Já as informações geradas pelas estações operadas pela FEEMA não foram consideradas em função de constantes interrupções nos registros das concentrações dos poluentes atmosféricos e as falhas no mecanismo de transmissão dos dados, reduzindo em mais de 30% para PM 10, CO, O<sub>3</sub> e mais de 40% para SO<sub>2</sub> a disponibilidade de dados para os poluentes atmosféricos monitorados, no período de abril de 2002 a março de 2003 (MOURA, 2006).

Foram avaliados os níveis de concentração atmosférica de material particulado inalável com até 10 micra de volume aerodinâmico (PM 10), de SO<sub>2</sub> e de CO. As concentrações atmosféricas de PM 10 foram geradas a partir do Monitor Beta de Atenuação Mássica, Modelo BAM 1020, fabricado pela *Met One Instruments, Inc.* Já as concentrações atmosféricas dos contaminantes gasosos foram geradas a partir dos Analisadores de Gases Modelo ML 9850B para o SO<sub>2</sub> e Modelo ML9830B para o CO, fabricados pela *Monitor Labs, Inc.*

Para avaliar a qualidade dos dados gerados pelos analisadores de gases e garantir a confiabilidade dos resultados obtidos, foi realizada, uma vez a cada 24 horas, a passagem de correntes com concentrações padrões de CO e de SO<sub>2</sub> pelos respectivos analisadores, adotando-se o como válidos os valores obtidos dentro do limite de 5% de desvio entre o valor gerado e a concentração real.

Os registros de concentração dos poluentes foram gerados em intervalos de 10 a 15 minutos. Os dados foram transmitidos e pré-tratados através do programa *WinCollect Data Retrieval and Reporting Software*, comercializado pela *Ecotech Pty Ltd.* Para a validação dos registros de concentração do PM 10 e do SO<sub>2</sub>, considerou-se necessário a obtenção de 3/4 das médias válidas para o cálculo da média horária e 2/3 das médias válidas no dia para o cálculo da média diária. Para o CO, foram calculadas a média horária e a média móvel de 8 horas, conforme previsto na legislação e adotado nas principais agências ambientais brasileiras (CETESB, 2007). Não foi adotado nenhum método para a imputação de dados faltantes.

As médias de concentração diárias de todos os poluentes atmosféricos monitorados foram convertidas em um Índice de Qualidade do Ar – IQA adimensional, baseado no “*Guideline for Public Reporting of Daily Air Quality – Pollutant Index*”, conforme orientação da agência ambiental norte-americana (USEPA, 1999), e adotado pela CETESB e pela FEEMA. O guia classifica a qualidade do ar como **BOA, REGULAR, INADEQUADA, MÁ, PÉSSIMA ou CRÍTICA**, a partir da concentração relativa de cada poluente individualmente, sendo adotado para efeito de divulgação o índice mais elevado. Portanto, a qualidade do ar de uma dada estação é definida pelo poluente que apresentar a maior concentração relativa, logo a pior classificação da qualidade do ar entre os poluentes monitorados por uma estação é quem determina o seu *status*. As **tabelas 10 e 11** apresentam a estrutura do IQA.

**TABELA 10.** Estrutura do Índice de Qualidade do Ar.

ÍNDICE	NÍVEL	SO <sub>2</sub> <sup>(c,d)</sup>	PTS <sup>(c,d)</sup>	PI <sup>(c,d)</sup>	FUMAÇA <sup>(c,d)</sup>	O <sub>3</sub> <sup>(c,e)</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>(c,e)</sup>	CO <sup>(f,g)</sup>
50	50% PQAR	80 <sup>(a)</sup>	80 <sup>(a)</sup>	50 <sup>(a)</sup>	60 <sup>(a)</sup>	80	100 <sup>(a)</sup>	4,5
100	PQAR	365	240	150	150	160	320	9
200	ATENÇÃO	800	375	250	250	200	1130	15
300	ALERTA	1600	625	420	420	800	2260	30
400	EMERGÊNCIA	2100	875	500	500	1000	3000	40
500	CRÍTICO	2620	1000	600	600	1200	3750	50

CETESB, 2007

(a) Resolução CONAMA nº 03/1990

(b) PQAR anual

(c) Concentração em µg m<sup>-3</sup>

(d) Média de 24 horas

(e) Média de 1 hora

(f) Concentração em ppm

(g) Média de 8 horas

**TABELA 11.** Índices de Qualidade do Ar e sua classificação

Índice	Qualidade do Ar	Critérios para Episódios Agudos
0 - 50	BOA	—
51 - 100	REGULAR	—
101 - 199	INADEQUADA	—
200 - 299	MÁ	ATENÇÃO
300 - 399	PÉSSIMA	ALERTA
> 400	CRÍTICA	EMERGÊNCIA

USEPA, 1999

No intuito de construção da proposta que motivou este estudo, foram avaliados tanto os IQA's, quanto as concentrações individuais dos poluentes monitorados nas estações, buscando eleger um poluente prioritário na definição do estado de qualidade do ar e, assim, delinear as estratégias mais adequadas para a melhoria da qualidade do ar na RMRJ.

#### **4.4. Avaliação dos Programas e das Estratégias dos Setores Ambiente e Saúde no Combate a Poluição Atmosférica e na Construção das Políticas Públicas**

Para a avaliação das políticas públicas e das estratégias dos setores ambiente e saúde no combate a poluição atmosférica a fim de gerar elementos para a construção de um modelo para a gestão sócio-ambiental para a qualidade do ar da RMRJ foi construído um instrumento específico a partir da aplicação de um questionário semi-estruturado. O questionário aplicado encontra-se no **Anexo 1**.

Foram identificados atores que desenvolviam trabalhos na área de vigilância em saúde e qualidade do ar nas diferentes esferas de governo, na iniciativa privada, nos centros de ensino e pesquisa. Foram selecionados coordenadores, gerentes, pesquisadores e profissionais de campo de instituições das áreas de saúde e ambiente do Brasil, em particular daquelas regiões onde a relação entre a qualidade do ar e saúde pública já tenha sido identificada anteriormente.

Além de questões ligadas à formação, à área de concentração e ao tempo de experiência, buscou-se identificar o envolvimento com o tema qualidade do ar.

A investigação foi construída com o objetivo de ser um elemento analítico complementar às informações já conhecidas através de instrumentos de gestão, aplicados anteriormente, como o Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente (IBGE, 2005) e na análise da gestão ambiental nas indústrias do estado do Rio de Janeiro (OLIVEIRA, 2004).

O instrumento foi desenhado inicialmente para ser uma entrevista aberta, mas diante de limitações no aspecto logístico, durante a etapa de pré-teste ele foi convertido em um questionário, possibilitando que o processo de coleta de dados pudesse se dar via Internet, por exemplo. Ainda assim, mesmo após as adequações, o instrumento mostrou-se relativamente extenso. O questionário buscou combinar informações relativas à formação, experiência e envolvimento dos entrevistados com a avaliação de qualidade do ar, com o tratamento dos dados de saúde e a construção de mecanismos de gestão e construção de políticas públicas na vigilância da qualidade do ar e saúde.

O correio eletrônico foi utilizado para contatar os atores para participarem do estudo. Para aqueles convidados, que responderam positivamente a sua participação, foram apresentadas as estratégias de aplicação presencial do questionário em local e data definidos pelo entrevistado ou através de envio do questionário por correio eletrônico, buscando-se ao máximo viabilizar a sua participação.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi conduzido a partir de dados disponibilizados para a cidade do Rio de Janeiro, entretanto, face às peculiaridades das avaliações de poluição atmosférica, particularmente em função dos processos de dispersão atmosférica observados nesta área alimentarem um fluxo permanente de contaminantes do ar entre os municípios da Baixada Fluminense e o município do Rio de Janeiro, independente da localização das suas fontes geradoras, algumas análises e conclusões podem ser extrapoladas, tendo como unidade espacial as bacias aéreas.

Como dito anteriormente, a RMRJ enfrenta um crescimento desordenado e sem um incremento adequado de infraestrutura urbano-sanitária básica. Ela concentra ainda a maior ocupação urbana industrial do Estado, e vem apresentando sérios problemas de poluição do ar ainda mais intensificado devido a suas características físicas, como a topografia acidentada da região e a proximidade do mar e da Baía de Guanabara, que produzem um fluxo de ar complexo e heterogêneo quanto à distribuição e dispersão dos poluentes. No Rio de Janeiro, o clima tropical favorece ainda aos processos fotoquímicos e outras reações na atmosfera, gerando poluentes secundários. Além destes fatores físicos, alia-se a presença de diferentes fontes de emissão de poluentes atmosféricos e a heterogênea e intensa ocupação do solo, tornando ainda mais complexa a avaliação da qualidade do ar local (MAIA *et al.*, 1990; FEEMA, 1999).

A Bacia Aérea III da RMRJ concentra cerca de 60% das emissões de poluentes atmosféricos, com cerca de 60% das empresas, tendo 2 refinarias, além de várias outras atividades, com elevado potencial poluidor. Na Bacia Aérea I, estão instaladas empresas de geração de energia, além de indústrias químicas e metalúrgicas, com elevado potencial poluidor, concentrando cerca de 35% das emissões da RMRJ (PIRES, 2005).

As informações geradas estabelecem um diagnóstico da situação atmosférica em que se encontra a área em estudo, constituindo, assim, a linha de base essencial para qualquer programa de gerenciamento da poluição atmosférica que venha a ser implantado. Fornece a possibilidade de aprofundamento do conhecimento das principais fontes com a caracterização qualitativa e quantitativa de suas emissões atmosféricas, permitindo a atribuição de responsabilidades nas emissões liberadas quando se analisa a contribuição de cada tipologia e o conhecimento da influência exercida nas unidades de planejamento ambiental na gestão da poluição atmosférica – bacias aéreas.

### 5.1. Avaliação dos Poluentes Prioritários

Entre todos os poluentes monitorados na cidade do Rio de Janeiro, o que apresenta maiores concentrações relativas é o PM 10, indicando-o como o poluente prioritário, dentre aqueles monitorados pela municipalidade e o principal indicador do grau de degradação da qualidade do ar, entre os avaliados, corroborando estudos anteriores da RMRJ (MMA *et al.*, 2005; FEEMA *et al.*, 1995;) que apontam o material particulado como o principal poluente critério monitorado pelos órgãos ambientais na região.

A **tabela 12** apresenta um conjunto consolidado, com o resultado da classificação da qualidade do ar para os dias observados, em função do IQA, calculado para PM 10, por estação, entre os anos de 2001 a 2004, indicando que, para a maioria dos dias, a qualidade do ar foi classificada como REGULAR.

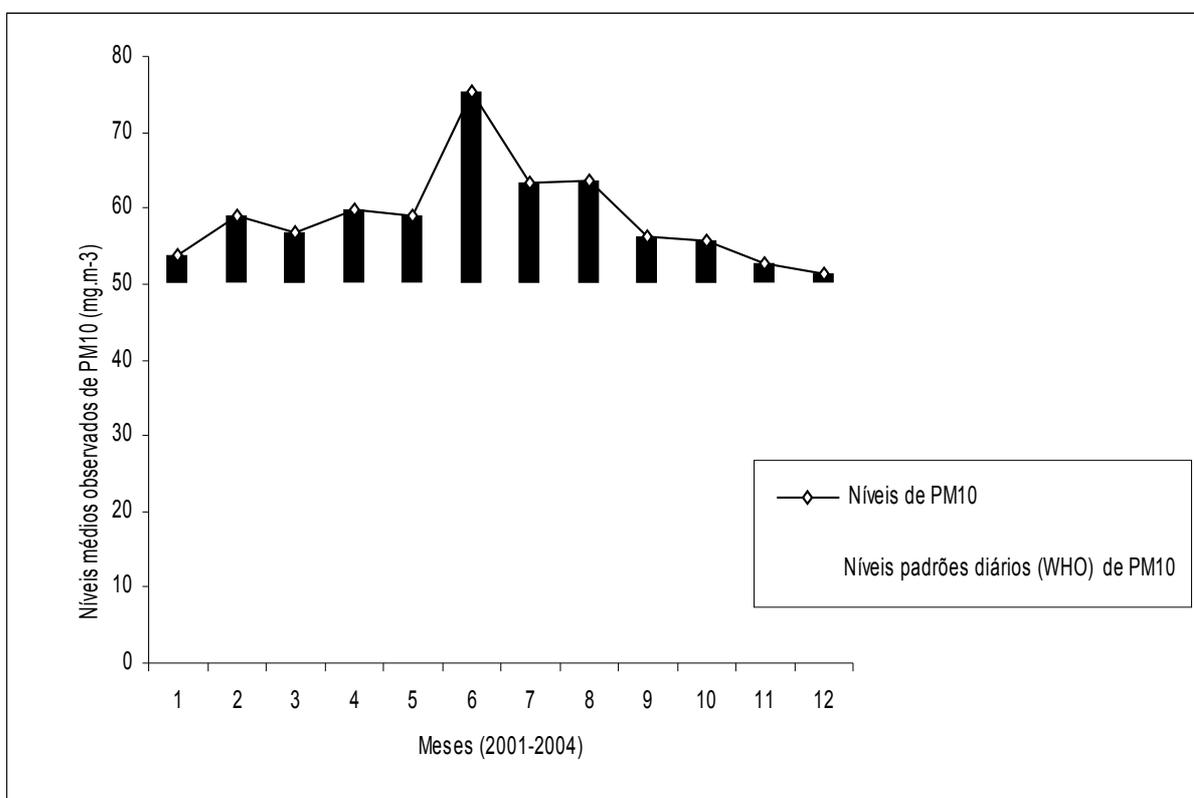
**TABELA 12.** Número de dias e o percentual por classe de qualidade do ar entre 2001-2004 na cidade do Rio de Janeiro

Estação	Ano	Total de dias monitorados	Número de dias e seu respectivo percentual por classe de qualidade do ar					
			Boa (%)		Regular (%)		Inadequada (%)	
São Cristóvão	2001	283	109	39	173	61	1	0
	2002	349	77	22	265	76	7	2
	2003	339	149	44	188	55	2	1
	2004	362	202	56	160	44	0	0
Tijuca	2001	279	90	32	189	68	0	0
	2002	334	120	36	214	64	0	0
	2003	357	205	57	152	43	0	0
	2004	366	232	63	134	37	0	0
Centro	2001	308	4	1	301	98	3	1
	2002	236	6	3	226	96	4	1
	2003	361	56	16	305	84	0	0
	2004	366	167	46	199	54	0	0
Copacabana	2001	317	151	48	166	52	0	0
	2002	321	149	46	171	53	1	1
	2003	362	226	62	136	38	0	0
	2004	366	283	77	83	23	0	0

Fonte: IPP, 2005.

Os resultados indicaram ainda que o padrão diário de qualidade do ar brasileiro para o PM 10 de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foi poucas vezes ultrapassado no período avaliado, entretanto, nas estações do Centro e de São Cristóvão, foram registradas ultrapassagens de tais padrões no período de inverno.

Contudo, se o padrão nacional diário para o PM 10 foi poucas vezes ultrapassado, o padrão brasileiro anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para este poluente foi ultrapassado por todas as estações, para os diferentes meses do ano, particularmente no inverno, conforme apresentado na **figura 4**, onde está representada a média entre 2001 e 2004 da concentração de PM 10 por mês. A série de 4 anos utilizada é suficientemente longa para gerar uma estimativa não enviesada (OLIVEIRA & FERREIRA, 2007a).



**FIGURA 4.** Níveis médios de PM 10 observados nas estações de monitoramento da cidade do Rio de Janeiro, entre 2001-2004

Recentemente, a OMS reduziu a um terço sua indicação para o padrão de qualidade do ar diário de PM 10, passando de  $150$  para  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Adotando-se esta nova orientação, pode-se concluir que as concentrações de PM10 para o Rio de Janeiro estão acima dos padrões brasileiros anuais e acima dos padrões diários recomendados pela OMS (OLIVEIRA & FERREIRA, 2007a).

Na ausência de monitoramento das concentrações do PM 10, a classificação obtida por qualquer estação da rede de monitoramento, operada pela municipalidade, era BOA. Portanto, somente a análise dos dias onde o monitor de PM 10 havia funcionado plenamente têm significado na avaliação da qualidade do ar. Os resultados apontam para uma preocupação com os seus efeitos deletérios à saúde humana relacionados à permanente ultrapassagem dos padrões anuais, ou seja, a exposições cumulativas, e não a eventos agudos por ultrapassagens de padrões diários, como o ocorrido em outras localidades na primeira metade do século passado (WILLIAMS, 2004; SCHUWARTZ, 1994; BRETSCHEIDER & KURFÜRST, 1987).

Estes resultados corroboram os encontrados por Moura (2006) que apontaram o PM 10 e o O<sub>3</sub> como os poluentes mais associados aos atendimentos pediátricos por motivos respiratórios em unidades de saúde de Jacarepaguá, zona oeste do município do Rio de Janeiro, entre abril de 2002 a março de 2003, mesmo com concentrações abaixo dos limites máximos recomendados.

Mesmo diante de programas e campanhas para a redução nas emissões atmosféricas, como o Procon-Ar, o I/M e programas para a redução de emissões de veículos pesados (LOUREIRO, 2005; PIRES, 2005; LA ROVERE *et al.*, 2002; BANCO MUNDIAL, 1996), as concentrações de PM 10 tem se mantido acima dos valores recomendados (BRASIL, 1990a; OMS, 2007; OLIVEIRA & FERREIRA, 2007a).

No inventário de fontes de emissão da RMRJ, os veículos automotores foram indicados como a principal fonte de poluentes para a atmosfera (MAIA *et al.*, 1997; LA ROVERE *et al.*, 2002; LOUREIRO, 2005; PIRES, 2005). Entretanto, a principal contribuição destas fontes é o CO (FEEMA, 2004), que, no Rio de Janeiro, tem um impacto negativo menos significativo na qualidade do ar que o PM 10. Entre 1994 e 2004 a frota ativa do município aumentou cerca de 90%, enquanto a população, no mesmo período, cresceu apenas 7%, conforme apresentado na **tabela 13**.

**TABELA 13.** População e taxa de motorização no município do Rio de Janeiro entre 1994 e 2004

Ano	Veículos Particulares	População	Taxa de Motorização (hab/veículo particular)
1994	942.343	5.603.709	5,95
1995	1.039.725	5.645.295	5,43
1996	1.139.308	5.687.191	4,99
1997	1.249.514	5.729.397	4,59
1998	1.346.130	5.771.916	4,29
1999	1.425.702	5.814.751	4,08
2000	1.520.764	5.857.904	3,85
2001	1.606.117	5.901.377	3,67
2002	1.695.835	5.945.173	3,51
2003	1.740.545	5.989.294	3,44
2004	1.779.408	6.033.742	3,39

Fonte: IPP, 2005

Entretanto, para o material particulado inalável, apontado como poluente prioritário na RMRJ, a contribuição das fontes fixas é cerca de 30% maior que a contribuição das fontes móveis.

## **5.2. Aplicação de Instrumentos de Gestão da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**

Em metrópoles latino-americanas, com realidades próximas ao Rio de Janeiro, poucos modelos de gestão da qualidade do ar estão em curso (CEPIS, 2001). Quando estes sistemas de gestão são identificados, limitam-se a perspectiva simplista da redução de concentração de contaminantes ou sob a perspectiva economicista dos resultados financeiros positivos, através da economia nos gastos com a saúde, uma vez que, mesmo sendo riscos de magnitude aparentemente pequena, trata-se de grandes contingentes populacionais e exposições frequentes, o que pode gerar grande impacto na saúde pública. Mas este cálculo, além das incertezas que lhe são inerentes, não traz um resultado economicamente satisfatório para a maioria das cidades, em função da difícil mensuração de alguns aspectos fundamentais da sua análise.

A falta de modelos gestores eficientes para a qualidade do ar nas metrópoles latino-americanas ficou evidenciada pela Iniciativa de Ar Limpo nas Cidades da América Latina, onde mesmo para aquelas cidades, como México, Santiago e São Paulo, com problemas de poluição atmosférica reconhecidos internacionalmente e com ações já implantadas pelos órgãos ambientais e de saúde, ainda não produziram os resultados esperados (BANCO MUNDIAL, 2007).

No Rio de Janeiro, mesmo diante da ausência de um modelo gestor da qualidade do ar, devem ser destacadas algumas ações isoladas que, ao longo dos anos, têm contribuído para a redução das emissões atmosféricas na RMRJ, como a proibição do uso de incineradores domésticos, a construção de vias expressas e a adoção de um programa de inspeção e manutenção da frota circulante similar, como indicado na Resolução CONAMA nº 18/86, além da implantação de redes automáticas de monitoramento da qualidade do ar. A proximidade com o mar cria áreas com sistemas de ventilação eficientes na dispersão de poluentes atmosféricos na RMRJ, entretanto, a topografia da região faz com que esta eficiência não seja verdadeira para toda a área.

Ainda assim, no Rio de Janeiro, a avaliação da qualidade do ar é marcada pela falta de garantia da operacionalidade das diferentes redes de vigilância em função dos altos custos envolvidos na sua manutenção, das dificuldades de atualização dos profissionais e da falta de articulação e integração entre os gestores públicos das diferentes esferas de governo, dificultando a construção de séries históricas confiáveis e a sensibilização do poder público e da sociedade em geral, a fim de garantir um maior volume de investimentos para a avaliação e melhoria da qualidade do ar.

Um novo modelo de gestão para a avaliação e para a redução da poluição atmosférica, objetivando a melhoria da qualidade de vida do cidadão, deve aproximar a vigilância dos efeitos na saúde decorrentes da poluição atmosférica e considerá-la como prioritária na construção de indicadores capazes de avaliar também o impacto de medidas de controle e redução da poluição ambiental, evitando que as ações sejam avaliadas apenas sob a ótica da redução das concentrações de determinados contaminantes atmosféricos, mas sim permitindo uma avaliação mais ampla dos benefícios gerados.

Poucos avanços têm sido identificados em termos de modelos de gestão que considerem a participação dos diferentes atores locais, como prefeituras e centros de pesquisas, em saúde e ambiente. A construção de ações para a melhoria da qualidade do ar deve considerar as sugestões destes atores na construção de um plano integrado.

A adoção de instrumentos de gestão da qualidade do ar na RMRJ, como a instalação de estações de monitoramento da qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro e na Baixada Fluminense (FEEMA, 2004b; IPP, 2005; QUITERIO *et al.*, 2005), a realização do inventário de fontes e de emissão de poluentes entre 2001 e 2004 (FEEMA, 2004a) e a implementação do programa I/M apontam avanços significativos, entretanto, a lógica do gerenciamento do cotidiano de acordo com a emergência momentânea dos fatos ainda está fortemente presente na administração pública (SANTOS & FILHO, 2005). Aspectos como instrumentos econômicos e licenciamento ambiental ainda não são ferramentas de gestão ambiental exploradas considerando suas potencialidades, como apontado por Oliveira (2004), entre os principais obstáculos para a melhoria ambiental fluminense.

### 5.3. Avaliação das Estratégias de Gestão da Qualidade do Ar

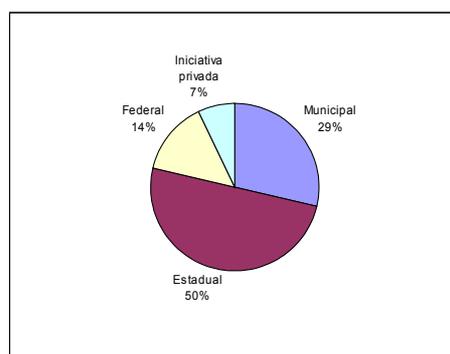
Foram contatados 40 (quarenta) atores para os quais foi enviada, via Internet, os questionários. Os critérios de seleção dos participantes desta pesquisa foram as publicações em periódicos científicos, a participação e o desenvolvimento de projetos institucionais nas áreas de avaliação da qualidade do ar e na sua relação com saúde.

A fim de complementar a base de dados necessária a análise proposta inicialmente, foram realizadas visitas individuais e em grupo, a fim de estimular o preenchimento dos questionários, uma vez que não havia recusas formais, pessoais ou institucionais, na participação do trabalho.

Foram preenchidos 14 questionários, indicando uma taxa de retorno de 35 % e os principais resultados obtidos são apresentados a seguir.

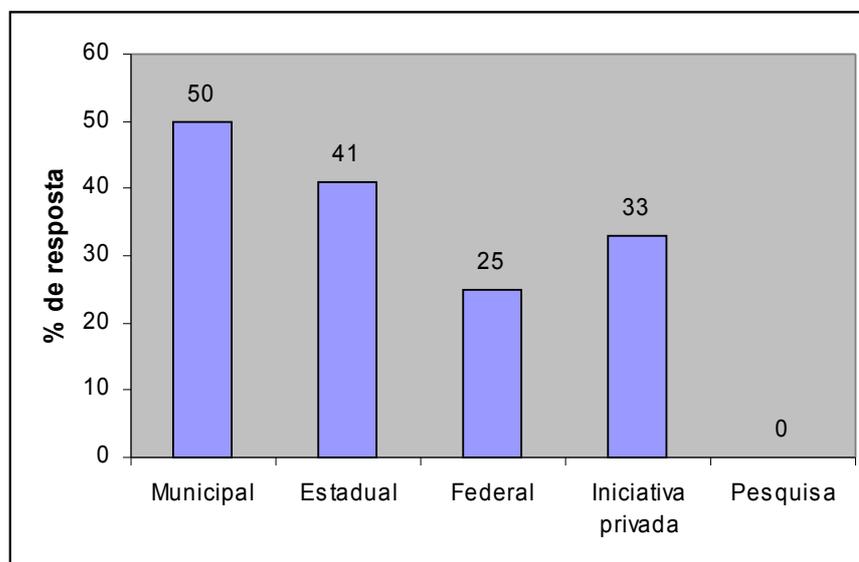
#### 5.3.1. Distribuição dos Participantes na Pesquisa

A distribuição dos participantes em relação ao vínculo institucional a qual estão vinculados está apresentada na **figura 5**.



**FIGURA 5.** Distribuição dos participantes por vínculo institucional

Apesar de 50% dos participantes da pesquisa possuir vínculo com os governos estaduais, em relação às respostas relativas, pode-se observar através da **figura 6** que os técnicos municipais foram aqueles que apresentaram as maiores taxas de respostas, uma vez que, dos 8 (oito) convidados, 4 (quatro) responderam ao questionário.

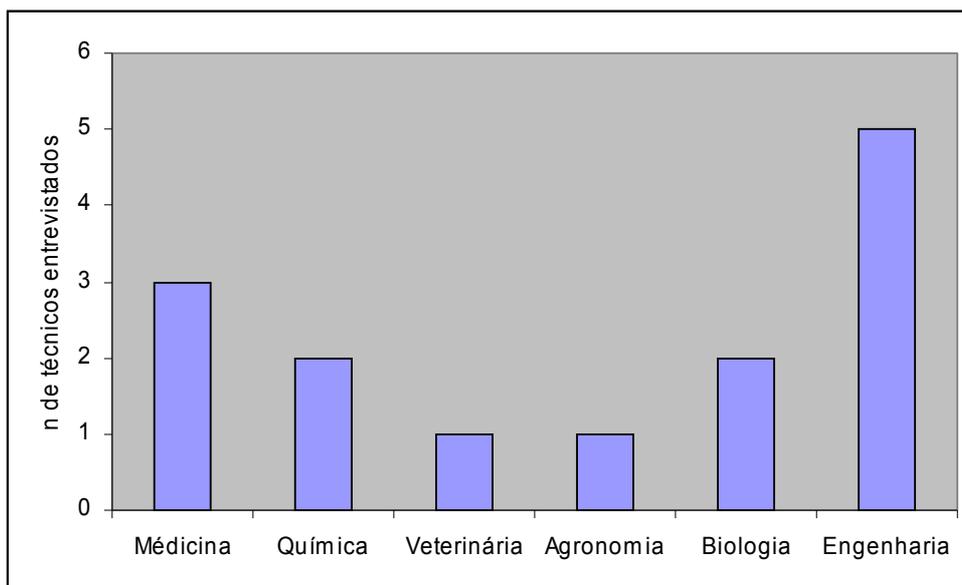


**FIGURA 6.** Nível de respostas relativas aos participantes por vínculo institucional

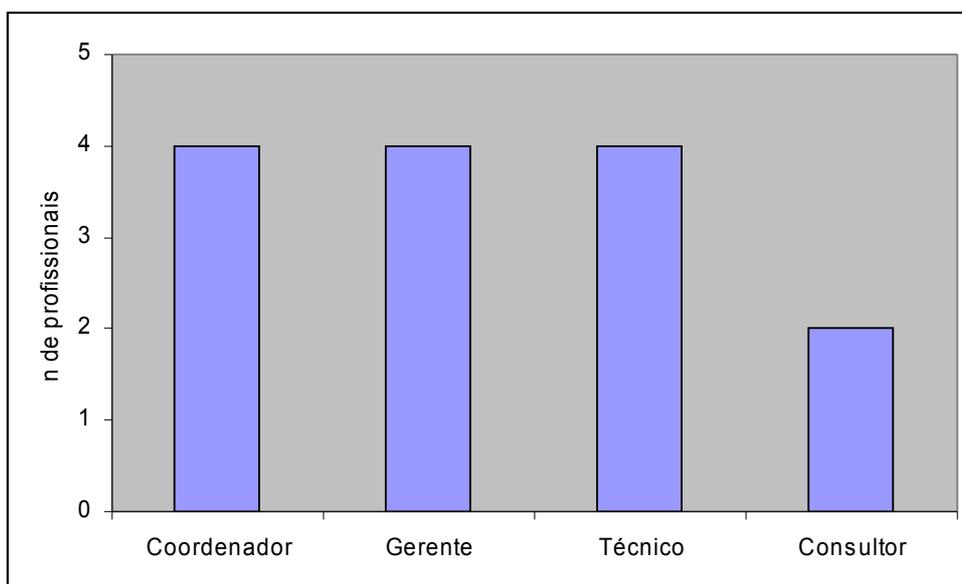
Cabe ressaltar que vários entrevistados possuem duplo vínculo pois além de pertencerem ao quadro funcional dos órgãos governamentais de saúde e ambiente, também estão vinculados a programas de pós-graduação a título de especialização, mestrado e doutorado em instituições de ensino e pesquisa. Para fins de organização das respostas, foi considerado o vínculo funcional junto aos órgãos ambientais uma vez que os programas de pós-graduação são temporários.

Foram entrevistados 7 (sete) profissionais do estado do Rio de Janeiro e 2 (dois) do Distrito Federal, além de técnicos dos estados de São Paulo, do Espírito Santo, de Minas Gerais, da Bahia e do estado do Rio Grande do Norte. A priorização de técnicos do Rio de Janeiro deu-se em função da busca de elementos mais próximos da realidade local para a construção de modelo gestor da qualidade do ar. Todos os entrevistados possuem nível superior e cerca de 80% dos profissionais possuem mais de 10 anos de formação, sendo que 21% possuem doutorado, 36% possuem mestrado e 43% possuem pós-graduação *latu senso*.

As **figuras 7 e 8** indicam as categorias profissionais e as funções desempenhadas pelos entrevistados, respectivamente, mostrando uma predominância de técnicos formados nas áreas de engenharia, o que pode estar contribuindo para que as avaliações de qualidade do ar sejam fortemente marcadas por uma exclusiva comparação entre as concentrações de contaminantes no ar observadas e os padrões legais, desconsiderando outros aspectos como os seus efeitos na saúde na definição do *status* da qualidade do ar.



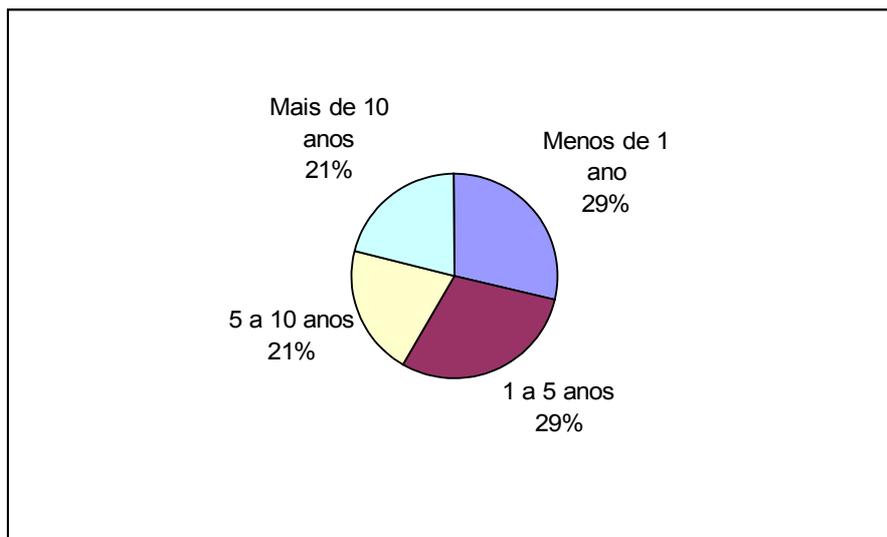
**FIGURA 7.** Distribuição dos participantes por categoria profissional



**FIGURA 8.** Distribuição dos participantes por função desempenhada

### 5.3.2. Envolvimento com o Tema

Em relação à área de atuação, cerca de 70% dos entrevistados atua na área de saúde, enquanto 30% atuam na área de meio ambiente. Apesar da maioria dos entrevistados possuírem mais de 10 anos exercendo a atividade profissional, a **figura 9** mostra o tempo em que estes profissionais trabalham diretamente ou indiretamente com qualidade do ar, indicando que há uma distribuição relativamente equilibrada entre os tempos de experiência específica em qualidade do ar.



**FIGURA 9.** Distribuição dos participantes em função do tempo de trabalho com qualidade do ar

Com relação à qualidade do ar, os entrevistados vincularam a sua definição de “qualidade do ar” a Resolução CONAMA nº 03/90. Houve destaque ao fato de que esta resolução cita o “não prejuízo à saúde humana”, mas não é clara quanto à mensuração de tais prejuízos. A partir desta ideia, foram sendo construídas definições como: (...) *o grau de poluição no ar respirado e “(...) condição atmosférica compatível à saúde humana, isto é, através da inexistência de poluentes em concentração capaz de determinar ou aumentar o risco de agravos e doenças”,* produzidas por reações químicas, por fontes naturais ou antrópicas, fortalecendo uma relação entre o estado de contaminação do ar e o nível de impacto ao meio ambiente e os riscos as populações expostas.

Foi destacada a relação entre os níveis de poluentes e os riscos à saúde humana, entretanto, apenas poucos participantes destacaram não a concentração absoluta de uma dada substância no ar, mas sim a noção de quantidade poluente por volume de ar ( $m^3$ ) ou quanto essa concentração é capaz de influenciar a saúde.

Os conceitos de qualidade do ar apresentados pelos participantes vão evoluindo do monitoramento de substâncias encontradas na atmosfera, as condições meteorológicas, a comparação com os padrões estabelecidos e a interação entre as fontes de emissão dos poluentes atmosféricos, além de incorporar a percepção da comunidade sobre o ar.

As definições mais abrangentes buscaram associar o *“monitoramento da nocividade do ar ou da dinâmica dos compostos existentes no ar atmosférico”*, com evidências no processo saúde-doença ou como resultado das interações socioeconômica e cultural, vinculado a um espaço geográfico, associado ao modelo de desenvolvimento, processos tecnológicos e produtivos.

Com relação à representatividade dos padrões de qualidade do ar atuais, quanto à segurança à saúde da população exposta, as respostas destacam que os padrões brasileiros seguem recomendações da OMS ou da USEPA que, se cumpridos, garantiriam a saúde da população. Entretanto, localmente, nem todos os contaminantes atmosféricos são abrangidos, e são necessárias constantes reavaliações e alteração dos padrões, bem como a adoção de padrões regionais construídos a partir da realidade local, mais restritivos que os nacionais. Para alguns entrevistados, a média geométrica anual para material particulado foi considerada satisfatória, diante das tecnologias de medição e controle disponíveis e os padrões são representativos da proteção à saúde da população. Entretanto, ainda segundo os entrevistados, alguns estudos indicam que os poluentes regulamentados não protegem a saúde.

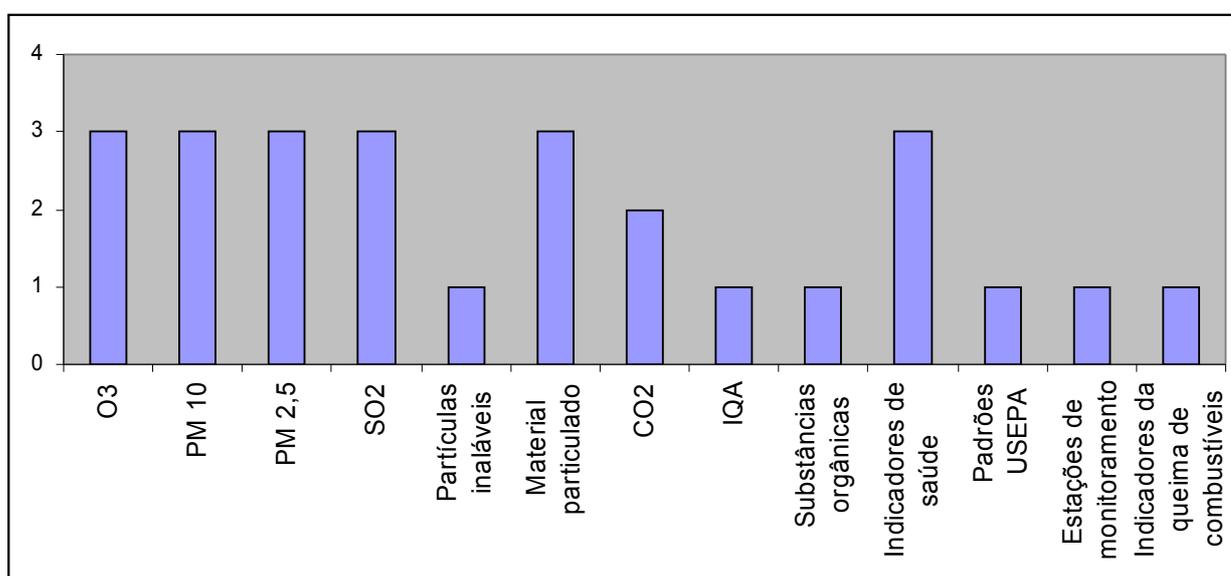
Foi destacado que *“(...) os padrões são valores médios e sua generalização preocupa por extrapolar a loco regionalidade e não considera as susceptibilidades individuais aos efeitos tóxicos, devendo os limites serem utilizados para o monitoramento da presença e persistência do tóxico, entretanto, o estabelecimento de limites de tolerância contrapõem-se ao pensamento da vigilância em saúde, por induzir como aceitável a convivência com o limiar do processo saúde-doença negligenciando medidas mais eficientes de preocupação”*.

Segundo os entrevistados, os padrões estão melhor definidos no campo da saúde do trabalhador, devendo ser construídas metodologias voltadas à população em geral, uma vez que os padrões primários não são representativos, servindo apenas como um parâmetro para a implementação de ações de controle de emissões de curto e médio prazo. Já os padrões secundários seriam os mais representativos de acordo com estudos, indicando que contaminantes atmosféricos, mesmo em níveis inferiores aos limites fixados, podem ter efeito sobre a saúde humana.

Mesmo selecionando entrevistados ou instituições que já trabalhavam com qualidade do ar ou com seus efeitos sobre a saúde humana houve participantes que responderam que não tinham acesso às informações ou não possuíam conhecimento suficiente sobre os padrões de qualidade do ar.

Vários participantes citaram questões que, mesmo relativas aos padrões de qualidade do ar, não tratavam diretamente da sua relação com a saúde como o processo de construção de padrões e a necessidade de metas de redução de poluentes.

A **figura 10** mostra as principais citações quanto à seleção dos melhores indicadores para a qualidade do ar na região do entrevistado.

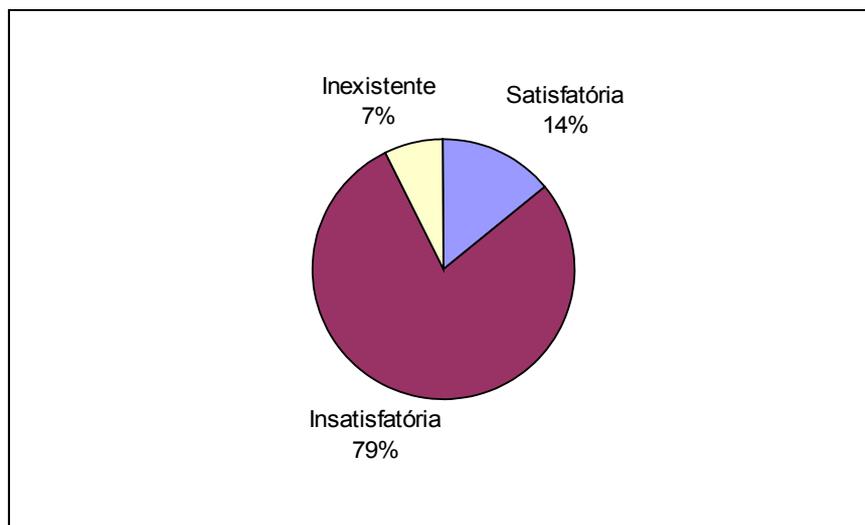


**FIGURA 10.** Principais indicadores da qualidade ar na região do participante

Os indicadores relacionados ao material particulado foram os mais citados. Entretanto, como não havia um padrão de resposta preestabelecido, eles não foram agrupados. Um entrevistado justificou a sua opção pelo PM 10 em função de estudos da relação dose-resposta, realizados ao longo de 5 anos, que apontaram este poluente como melhor indicador quando for acompanhado os impactos na saúde ou por este indicador ser possível de ser medido “*em toda parte*”.

Cabe destacar a sugestão de indicadores de saúde como o melhor avaliador do estado da qualidade do ar de uma região. Os entrevistados citam os indicadores de saúde como doenças respiratórias em crianças, óbitos em idosos e atendimentos ambulatoriais para doenças cardiorrespiratórias, entretanto, estes indicadores ainda não fazem parte dos processos regulares de gerenciamento da qualidade do ar.

A **figura 11** apresenta como os participantes avaliam as redes de monitoramento de qualidade do ar instaladas nas suas regiões.



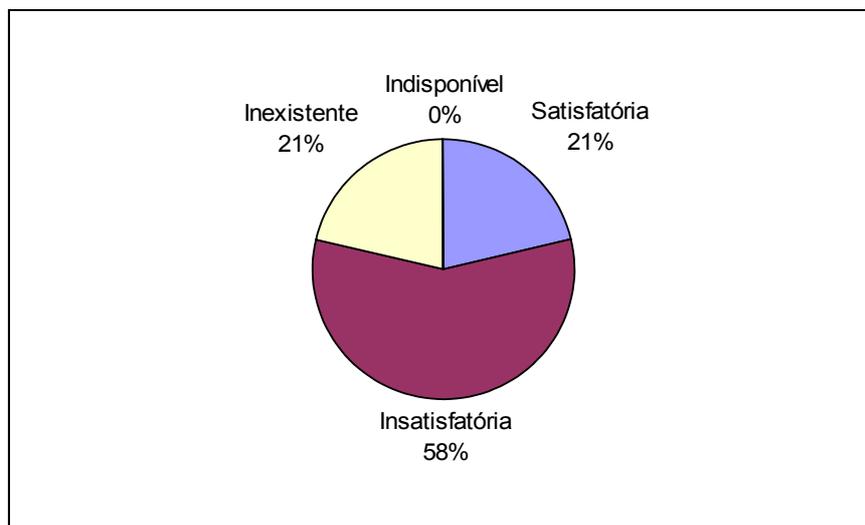
**FIGURA 11.** Avaliação da rede de monitoramento da qualidade do ar na região do participante

A maioria dos entrevistados classificou a rede como insatisfatória. Esta classificação estava associada ao fato de que as redes estaduais eram deficitárias e poucos municípios possuíam e operavam redes de monitoramento, e quando possuíam, estas eram insuficientes ou encontrava-se momentaneamente fora de funcionamento (a mais de 1 ano). Entre as justificativas apontadas para a insatisfação estavam:

- dificuldade na continuidade dos programas de monitoramento;
- carência de recursos humanos e financeiros;
- redes construídas sem a preocupação com a sua manutenção;
- número insuficiente de estações;
- escolha equivocada dos poluentes a serem monitorados;
- distribuição deficitária em relação à região como um todo;
- ausência de acompanhamento ou auditoria do órgão ambiental, daquelas redes operadas por diferentes instituições públicas ou privadas;
- ausência de monitoramento da poluição veicular.

Cabe destacar que um entrevistado citou que “(...) a rede de monitoramento da minha região era a melhor da América Latina”, enquanto outro considerou a rede de monitoramento da sua região satisfatória, entretanto, destacando que ela destina-se apenas para o monitoramento das fontes móveis.

A **figura 12** apresenta a avaliação dos resultados gerados pelas redes de monitoramento de qualidade do ar regionais na visão dos entrevistados.



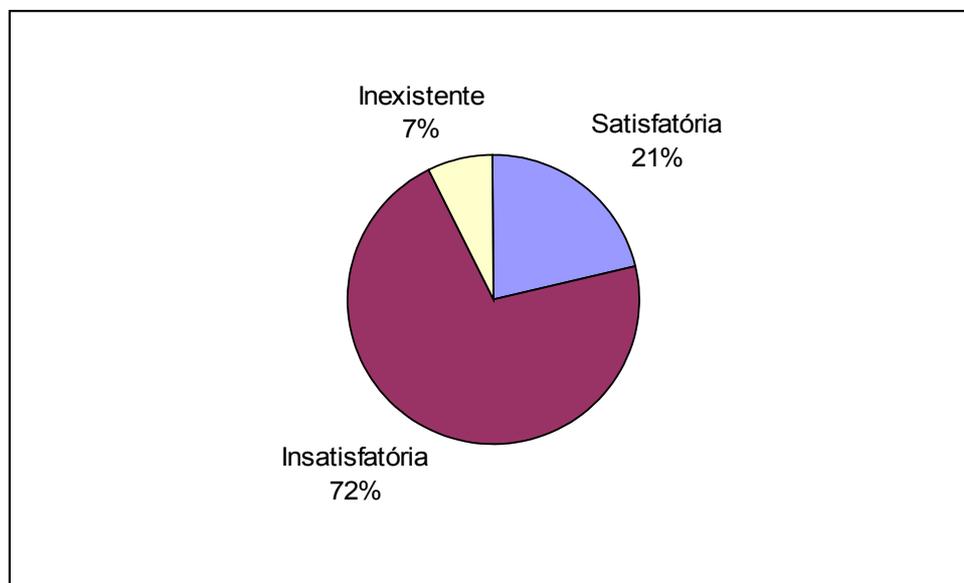
**FIGURA 12.** Avaliação dos resultados gerados pelas redes de monitoramento da qualidade do ar na região do participante

A maioria classificou como insatisfatório o resultado do monitoramento, tendo como principal justificativa as constantes interrupções na geração das séries de dados pelos órgãos ambientais, em função de problemas relacionados à manutenção e reposição de equipamentos e materiais. Além disso, segundo a maioria dos entrevistados, o número insuficiente de estações não permite a avaliação da qualidade do ar na totalidade das regiões, associado ao pequeno número de estações operadas por outros agentes, como iniciativa privada, ONG's, universidades ou centros de pesquisa. Além disso, os resultados gerados por outros operadores não são acompanhados nem auditados pelo órgão ambiental. Em algumas regiões, os resultados do monitoramento discordam de estudos acadêmicos com bioindicadores.

Além das interrupções constantes, foi destacada a dificuldade de acesso aos dados, a falta de integração entre os setores saúde e ambiente e ao desenho das estações voltadas para fontes específicas e não para o conjunto das fontes de emissão.

Também se pode observar que o grau de satisfação com os resultados gerados pelas redes de monitoramento foi de 21%, superior aos 14% de satisfação indicados na avaliação das redes, mostrada na figura 11. Este aumento está associado à confiança dos entrevistados no rigor de análise do órgão ambiental frente aos resultados gerados, destacando que, mesmo para uma rede de monitoramento insatisfatória, os pontos onde há monitoramento são capazes de gerar resultados são confiáveis.

A **figura 13** apresenta a avaliação do número de estações de monitoramento da qualidade do ar, o número de poluentes medidos e a sua localização na visão dos entrevistados.

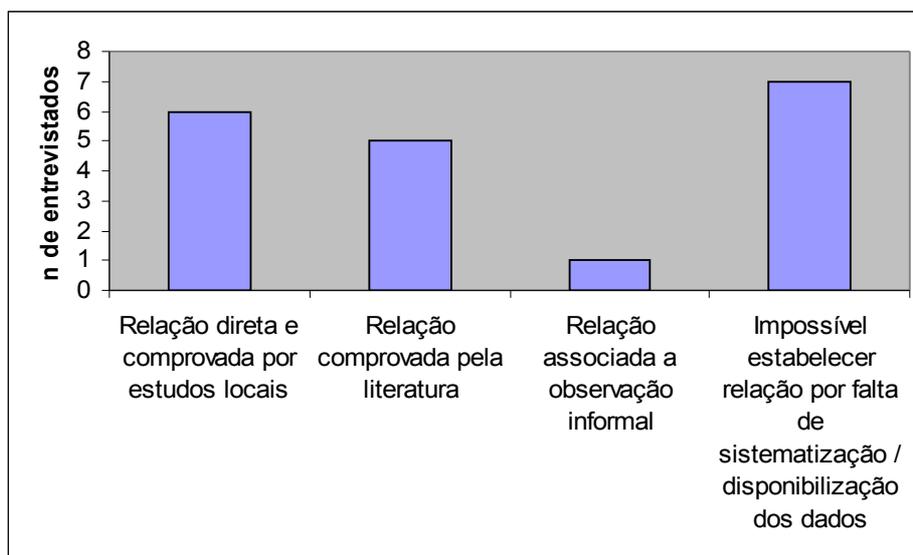


**FIGURA 13.** Avaliação quanto ao número de estações de monitoramento da qualidade do ar, o número de poluentes medidos e a sua localização na região do participante

A insatisfação observada com as redes de monitoramento da qualidade do ar está associada ao baixo número de estações de monitoramento da qualidade do ar, o número restrito de poluentes medidos e a sua localização, não permitindo a avaliação da totalidade da região, conforme indicado pelos entrevistados e representado na figura 13. Novamente foram citadas as constantes interrupções na geração de dados pelos órgãos ambientais e ao desenho das estações voltadas para as fontes específicas, sugerindo-se que a responsabilidade pelo monitoramento de determinadas fontes fixas deveria ser do empreendedor, em programas de automonitoramento, sem desconsiderar a necessidade de acompanhamento ou auditoria pelo órgão ambiental das redes operadas por terceiros.

Em função da estrutura dos órgãos ambientais da região dos entrevistados, as respostas variavam como insatisfatório para o número de estações, porém satisfatório para o número de poluentes monitorados, satisfatório para a quantidade e a localização das estações, entretanto, insatisfatório para o sistema de coletadas demais informações. A maioria das redes de monitoramento foi concebida para as áreas metropolitanas e centros industriais, em particular para com atividade petroquímica.

A **figura 14** apresenta a visão dos entrevistados sobre a relação entre as medições das estações de monitoramento da qualidade do ar e o grau de acometimentos/agravos relacionados a problemas cardiorrespiratórios na população exposta.

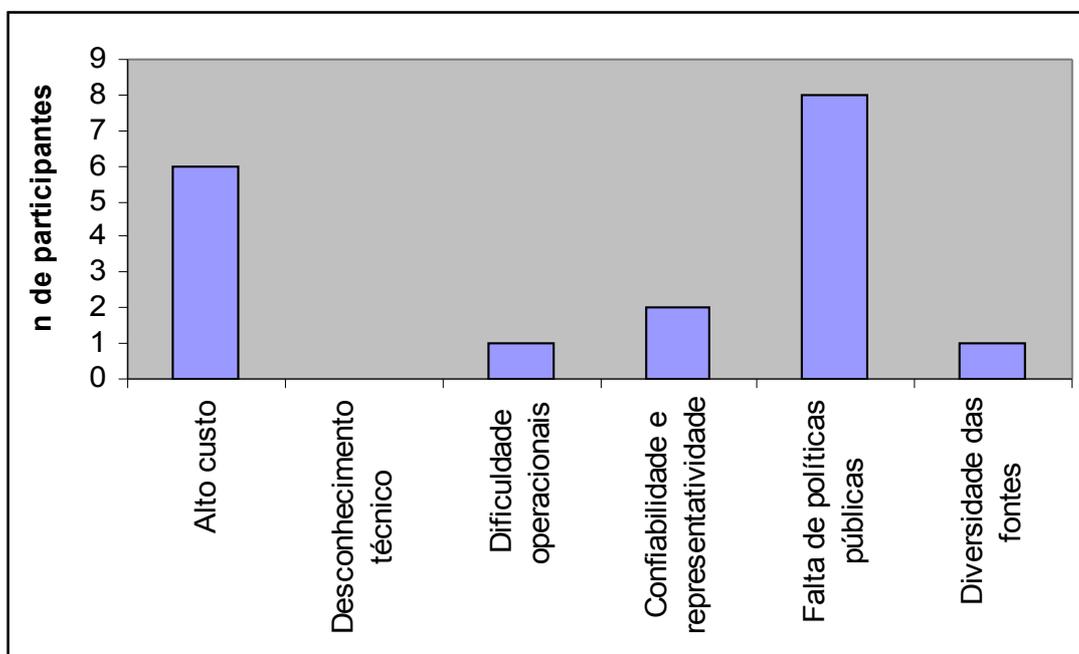


**FIGURA 14.** Relação entre as medições das estações de monitoramento da qualidade do ar e o grau de acometimentos/agravos relacionados a problemas cardiorrespiratórios na população exposta

Os entrevistados foram capazes de identificar a relação entre a poluição do ar e o grau de acometimento/agravos, seja através de avaliações locais, seja através de estudos publicados na literatura para outras regiões. Entretanto, em função da fragilidade das redes de monitoramento, a maioria dos entrevistados não foi capaz de estabelecer uma relação entre a poluição do ar e o grau de acometimento/agravos nas suas regiões.

Como foi permitido múltiplas escolhas, alguns entrevistados escolheram mais de uma opção. Apesar de relatos indicarem a realização de acompanhamento de óbitos em idosos e internações pediátricas por doenças respiratórias atribuíveis às concentrações de PM 10 e à perspectiva de utilização de unidades sentinela para trabalhos futuros, a maioria dos entrevistados indicou a impossibilidade de estabelecimento de uma relação entre poluição do ar e acometimentos em função da falta de sistematização e/ou disponibilização dos dados.

A **figura 15** apresenta a visão dos entrevistados para a carência de dados ambientais em função das constantes interrupções nas séries, por problemas relacionados à manutenção das estações de monitoramento da qualidade do ar, visando a avaliação e a adoção de ações para a melhoria da qualidade do ar.

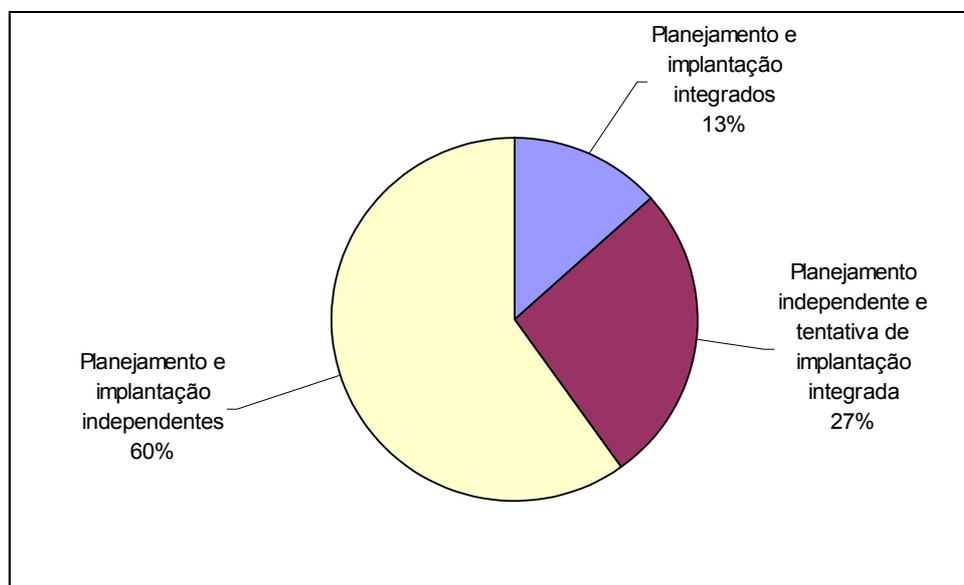


**FIGURA 15.** Avaliação das causas das constantes interrupções na geração de dados de qualidade do ar por problemas de manutenção das estações de qualidade do ar

A falta de políticas públicas que priorizem a qualidade do ar como instrumento para uma melhoria da saúde da população foi o principal elemento indicado pelos entrevistados, que também destacaram o alto custo de manutenção das redes automáticas. Um caminho apresentado pelos entrevistados para minimizar os altos custos de redes automáticas foi a participação da iniciativa privada neste processo, gerenciada pelo órgão ambiental, uma vez que os primeiros possuem recursos e profissionais qualificados.

Entre as respostas, foi possível identificar que os entrevistados percebem que o monitoramento é uma atividade secundária para a melhoria da qualidade do ar, sendo somente uma forma de acompanhar o andamento das ações propostas e não uma ação propriamente dita.

A **figura 16** apresenta a percepção dos entrevistados quanto à integração entre o planejamento e a implantação dos projetos vinculados à melhoria de qualidade do ar e os projetos ligados à área de saúde.

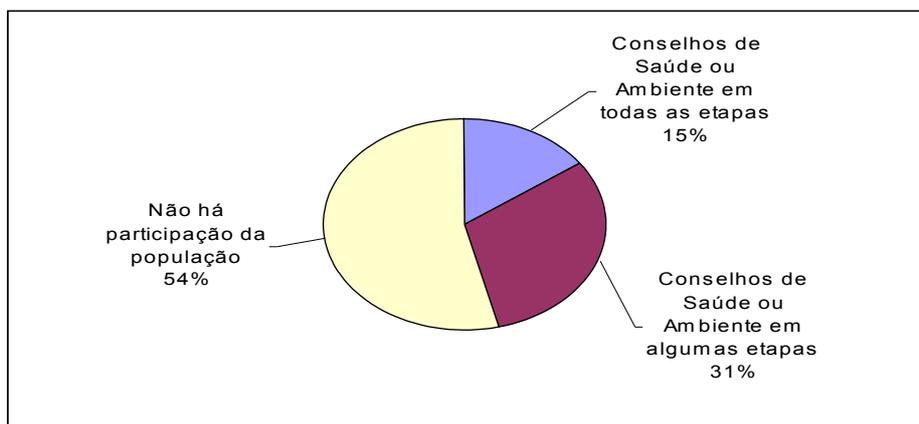


**FIGURA 16.** Percepção dos entrevistados quanto à integração entre o planejamento e a implantação dos projetos vinculados à melhoria de qualidade do ar e os projetos ligados à área de saúde

Face à complexidade das mudanças necessárias à formulação de projetos integrados entre as áreas de ambiente e saúde, os entrevistados veem com descrença esta integração, acreditando que o processo não será fácil ou rápido, e exigirá persistência na inversão do quadro de planejamento independente entre os setores ambiente e saúde. Eles apontam o licenciamento ambiental com uma ferramenta com grande potencial integrador em substituição as políticas de comando e controle.

Os esforços destacados por parte dos entrevistados para uma futura integração contrastam com a visão de outros, que acreditam que, no passado recente, os projetos estiveram mais próximo de uma integração, vivenciando um processo de novo distanciamento.

A **figura 17** apresenta a percepção dos entrevistados quanto à participação da população na concepção, planejamento, implantação e avaliação dos projetos visando a melhoria da qualidade do ar e da qualidade das condições de saúde.



**FIGURA 17.** Percepção dos entrevistados quanto à participação da população na concepção, planejamento, implantação e avaliação dos projetos visando a melhoria da qualidade do ar e da qualidade das condições de saúde

Ainda que os entrevistados valorizassem diretamente a participação da população através dos conselhos de meio ambiente e/ou saúde, mesmo que inicialmente em apenas algumas etapas, identificou-se que, na realidade, poucos conselhos trabalham de maneira eficiente ou são valorizados pelos tomadores de decisão no processo de construção de políticas públicas que tratam da qualidade do ar e seus efeitos à saúde.

Outros instrumentos, como as audiências públicas, os termos de ajustamento de conduta e os processos de licenciamento ambiental, têm-se mostrado mais eficientes que os conselhos de meio ambiente como instrumentos de estímulo à participação da população. Exemplos de construção de projetos a partir de demandas da população são pontuais, tratando-se de casos específicos.

Foi solicitado aos entrevistados que propusessem ações para a melhoria da qualidade do ar e proteção à saúde da população. Tais propostas encontram-se apresentadas abaixo:

- estreitamento entre os sistemas de planejamento e controle das áreas de saúde e ambiente na construção de políticas e atuações integradas;
- sensibilização de gestores e sociedade, garantindo o apoio político e financeiro, com destinação de recursos a ações de vigilância em saúde e monitoramento ambiental;
- compreensão da qualidade do ar como um projeto de governo;
- construção de políticas públicas intersetoriais a partir de agendas institucionais;

- criação de legislação específica;
- descentralização de recursos e execução de políticas;
- implantação de unidades sentinelas e sistema de avaliação e monitoramento da saúde da população exposta à poluição atmosférica em relação a problemas respiratórios;
- realização de parcerias entre os órgãos envolvidos, visando a troca continuada de informações sistematizadas;
- licenciamento ambiental como catalisador para a integração dos diferentes campos de atuação;
- mapeamento de áreas críticas;
- planejamento urbano;
- zoneamento;
- monitoramento da qualidade do ar, com a ampliação das redes, reativação de estações fora de operação e inclusão de poluentes ainda não monitorados;
- melhoria do sistema transporte urbano de massa;
- planejamento e controle do tráfego de veículos de motores a diesel, com a adoção de ações mais enfáticas de substituição do diesel por energias alternativas e menos poluentes;
- adoção de políticas de fiscalização e controle das emissões de veículos automotores, destacando-se o licenciamento anual de veículos particulares, as empresas de ônibus, as cooperativas de vans e de transporte de carga;
- incorporação das questões relacionadas à qualidade do ar na concepção, planejamento e licitação dos projetos do setor transporte;
- adoção de políticas de fiscalização e controle das emissões industriais mais rígidas;
- *benchmarking* para novas instalações industriais;
- adoção de políticas de fiscalização e controle das queimadas;
- investimentos em recursos humanos com a contratação, treinamento e estruturação

adequada, visando o fortalecimento técnico dos órgãos de saúde e ambiente;

- construção de equipes multidisciplinares;
- qualificação técnica na busca de entendimento da relação entre saúde e ambiente;
- incentivar a realização de pesquisas que busquem esclarecer a relação entre a degradação atmosférica e os efeitos na saúde humana, aproximando e sensibilizando as universidades e centros de pesquisa no desenvolvimento de estudos e projetos aplicáveis pelos serviços;
- informação e educação da população, com a adoção de medidas apropriadas aos diferentes públicos-alvos, particularmente em épocas específicas;
- articulação com os órgãos de aprendizagem industrial e rural;
- fortalecimento do controle social;
- mobilização social, com repasse das informações aos movimentos sociais;
- minimização das desigualdades sociais.

Com relação à expectativa dos entrevistados quanto à adoção ou a ênfase em instrumentos de gestão específicos na formulação de políticas públicas para a melhoria da qualidade do ar, os entrevistados não discerniram entre as ações gerais e os instrumentos de gestão propriamente dito. Foram destacados:

- gestão compartilhada a partir do envolvimento da população, através dos setores organizados vinculados ao tema e os conselhos de saúde e de ambiente nas tomadas de decisão, além do Ministério Público, do poder legislativo, da iniciativa privada e da mídia;
- incentivo ao trabalho interinstitucional, intersetorial, interdisciplinar e multiprofissional capaz de formular soluções e implementar políticas integradas entre as instâncias administrativas de meio ambiente e saúde;
- formalização de convênios entre estados e municípios visando a integração de redes de monitoramento da qualidade do ar, para a construção de programas eficientes, bem projetados e modernização de equipamentos, permitindo a realização de diagnósticos ambientais e análises da situação de saúde relacionada à qualidade do ar;

- definição de fontes de financiamentos regulares, incentivos financeiros e políticos para a gestão da qualidade do ar, permitindo a maior destinação de recursos e a priorização das ações;
- fortalecimento dos órgãos municipais de meio ambiente, a partir da descentralização das ações na área de meio ambiente;
- montagem de quadro de pessoal permanente e qualificado;
- expansão das redes de monitoramento com coleta de dados em tempo real, associado à valorização de formas alternativas de monitoramento da qualidade do ar em caráter complementar;
- adequação da política de zoneamento urbano as realidades locais;
- regulamentação e fiscalização mais rigorosa das fontes antropogênicas visando a redução das emissões de fontes fixas, móveis e queima de biomassa;
- inserção de condicionantes vinculados ao componente atmosférico e ao setor saúde nos procedimentos de licenciamento ambiental;
- criação e/ou aumento de metas de redução da poluição, taxaço aos poluidores visando estimular a promoção do desenvolvimento limpo/produção limpa;
- ordenamento do tráfego, estímulo à utilização de transporte não motorizado, como bicicletas e uso do transporte coletivo;
- fortalecimento dos órgãos agropastoris;
- divulgação dos dados e informações confiáveis, bem como adoção de estratégias eficientes de comunicação dos resultados de estudos epidemiológicos;
- sensibilização e conscientização de gestores e população;
- educação para a cidadania;
- controle social.

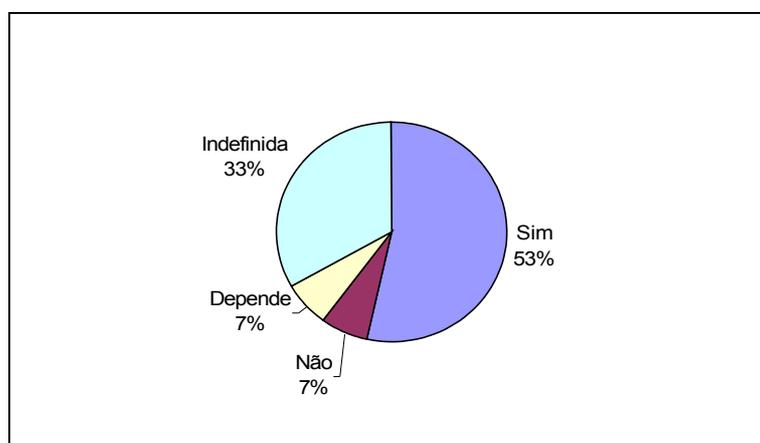
Um dos principais problemas identificados no monitoramento da qualidade do ar é a falta de garantia da operacionalidade e da manutenção das redes automáticas de avaliação da qualidade do ar em operação, sendo frequentes as descontinuidades na

geração dos dados de qualidade do ar. Segundo 92% dos entrevistados, são necessários investimentos em redes de amostragem e monitoramento para evitar tais discontinuidades.

A principal justificativa para a necessidade de tais investimentos está relacionada ao fato das redes de monitoramento permitirem a geração de diagnósticos, precisos e padronizados de qualidade do ar, subsidiando a elaboração e a aferição das estratégias de controle da poluição do ar adotadas, auxiliado decisivamente no processo de tomada de decisão, considerando o papel fiscalizador e regulador do poder público.

Entretanto, entre as respostas, foi destacado que o alto investimento pelo poder público em redes de monitoramento automáticas não garantirá a melhoria da qualidade do ar, destacando o papel da iniciativa privada, que deve retornar parte dos lucros em investimentos para o controle e a sua melhoria, considerando a sua responsabilidade social, associando tais investimentos à minimização dos custos com a redução da força de trabalho, com o absenteísmo escolar, com o aumento das internações e a consequente sobrecarga dos sistemas de saúde, em concordância com o princípio do poluidor pagador para justificar o papel da iniciativa privada no financiamento das redes de monitoramento.

Em um panorama geral, os altos investimentos em monitoração, avaliação e ações para a melhoria da qualidade do ar são vistos como economicamente vantajosos quando comparados à possível redução de gastos do poder público com o setor saúde. A **figura 18** mostra um resumo da visão dos entrevistados sobre a relação custo-benefício entre os investimentos e ações para a melhoria da qualidade do ar e a economia em saúde.



**FIGURA 18.** Visão dos entrevistados sobre a relação custo-benefício entre os investimentos e ações para a melhoria da qualidade do ar e a economia em saúde

A maioria indica uma relação custo-benefício vantajosa para investimentos e ações para a melhoria da qualidade do ar e economia em saúde. Entretanto, um dos entrevistados fez questão de destacar que estas ações não são comparáveis ou excludentes, pois considera ambos imprescindíveis. O resultado aponta para a necessidade de realização de estudos que suportem, ou não, esta relação custo-benefício, uma vez que apenas estudos consolidados, desenvolvidos nos USA, confirmam essa relação, particularmente para as doenças como asma, bronquites e outras que não possuem cura.

Entretanto, atualmente há uma significativa ausência de dados fundamentais para a construção da relação entre o investimento exigido pelo setor saúde para mitigar os impactos da poluição atmosférica na saúde da população, investimentos em ações para a melhoria da qualidade do ar e indicadores de saúde e ambiente apropriados. Independente da relação custo-benefício favorável, foi ressaltado que é dever constitucional do poder público garantir a qualidade de vida dos seus cidadãos e investimentos na melhoria das condições de saúde da população e do estado da qualidade do ar, sendo indispensáveis e devendo ser concomitantes, e não excludentes.

No que diz respeito a avaliação da qualidade do ar, pequenos investimentos, como o monitoramento contínuo de PM 10, poderiam ser mais efetivos que grandes investimentos em redes com várias estações automáticas capazes de monitorar diferentes poluentes, particularmente quando estes não são continuados. Para garantir a manutenção, a sustentabilidade e a continuidade das políticas públicas de monitoração, avaliação e ações para a melhoria da qualidade do ar, os entrevistados sugerem:

- implantação de programas permanentes de monitoramento pactuadas entre os 3 níveis de governos, captando investimentos externos para o setor, e estimulando a gestão compartilhada da qualidade do ar;
- conjunto articulado de ações, tendo o monitoramento como base das informações usadas no planejamento de políticas públicas;
- adoção de uma política ambiental contínua de financiamento e descentralização nos moldes do SUS, com mecanismos de controle;
- financiamentos para a compra e/ou manutenção de equipamentos e de monitoramento da qualidade do ar e para assistência a unidades de saúde pela iniciativa privada, através de termos de ajuste de conduta;
- conscientização e mobilização da sociedade civil, visando a formação de gestores

tecnicamente capacitados e de políticos compromissados, a partir da construção de políticas de diálogo com a comunidade;

- responsabilização e sensibilização dos gestores públicos para a necessidade de continuidade dos programas;
- investimentos na comunicação e na divulgação/difusão de informações dos dados de saúde e de qualidade do ar;
- estruturação dos órgãos ambientais;
- investimentos na redução das emissões das fontes fixas, melhoria dos sistemas de transportes públicos e em combustíveis mais limpos;
- cobrança de taxas aos causadores dos danos ao ambiente;
- estímulo as Parcerias Público Privada;
- condicionantes relacionados à garantia do monitoramento no processo de licenciamento ambiental;
- estímulo e valorização dos empreendimentos e atividades que investem em monitoramento e gestão da qualidade do ar.

Diante da perspectiva da construção de um sistema de gestão da qualidade do ar integrada e compartilhada entre os 3 níveis de governo, a iniciativa privada, as universidades, os centros de pesquisa e a sociedade em geral, os entrevistados identificaram as seguintes atribuições:

a. Da União

- propor, definir, incentivar, coordenar e direcionar políticas e ações nacionais, construídas a partir das informações disponibilizadas no âmbito dos estados, considerando as diferenças regionais, através da publicação de normas;
- formular e apoiar a implantação de políticas integradas de saúde e meio ambiente para a melhoria da qualidade do ar, com efeitos positivos sobre a saúde pública, capacitando técnicos dos estados e municípios;
- articular, financiar, planejar, controlar e discutir, além de fiscalizar a participação dos governos municipais e estaduais, buscando parcerias, acompanhando nacionalmente e adotando esquemas de *retro fit*;
- estruturar e gerir um sistema nacional de avaliação da qualidade do ar, hierarquizado

e descentralizado, com a proposição de ações específicas a serem implementadas pelos diferentes entes da federação, estimulando o intercâmbio de informações referentes às ações desenvolvidas em cada esfera governamental;

- subsidiar a elaboração de estratégias de controle da poluição atmosférica a nível nacional e a otimização das redes a partir do acompanhamento das ações de monitoramento da qualidade do ar realizadas no país, estabelecendo as diretrizes nacionais e incentivando estudos de forma a propor, acompanhar e atualizar os padrões de qualidade do ar;
- estabelecer normas, procedimentos, padrões e níveis máximos de emissões de fontes poluidoras fixas e móveis;
- consolidar e difundir informações;
- apoiar o desenvolvimento de estudo de maior complexidade;
- estabelecer políticas de comunicação, campanhas e programas nacionais de educação ambiental relacionados ao tema;
- definir e disponibilizar linhas de financiamento para as ações a serem implementadas, entre elas o monitoramento da qualidade do ar com a participação de estados e municípios.

#### b. Dos Estados

- coordenar o planejamento, a implantação de políticas e as ações formuladas pelo nível federal, a partir da definição, priorização e financiamento, apoiando a participação de forma integrada e visando a minimização da exposição aos fatores de risco à saúde relacionados à qualidade do ar em sua territorialidade;
- gerir o sistema no âmbito estadual, estimulando e direcionando políticas públicas ao nível dos estados, através da ratificação e/ou publicação de normas e do cumprimento dos padrões de qualidade do ar;
- discutir e fomentar os municípios na implantação das políticas nacional e estadual, propondo ações regionais baseadas nas informações das municipalidades, considerando as especificidades locais;
- monitorar a qualidade do ar em caráter regional e propor estratégias de controle da poluição atmosférica de atividades produtivas e do setor de transporte;

- gerenciar redes públicas de monitoramento, operadas por diferentes entes públicos e privados;
- implementar ou estimular a implantação de novas redes em locais considerados de risco para poluição atmosférica;
- divulgação de informações e de diagnósticos sobre a qualidade do ar, consolidando e disponibilizando os dados de forma clara para a população e para os gestores públicos, ou privados, com a adoção de políticas de comunicação adequadas e de estímulo ao acesso de informações a sociedade;
- instituir estudos de avaliação de risco para áreas de concentração industrial ou atividades potencialmente de grande impacto à saúde;
- controlar permanentemente as fontes fixas e móveis de emissões com vistas a redução dos níveis de emissões atuais;
- promover a descentralização do controle, do monitoramento e do licenciamento ambiental das atividades potencialmente poluidoras de pequeno e médio porte, com impacto local, e de veículos com a devida capacitação e estruturação dos órgãos municipais de meio ambiente, planejando e realizando, de acordo com a especificidade, o licenciamento ambiental com base em bacias aéreas;
- promover a descentralização dos programas de vigilância em saúde e ambiente relacionados à qualidade do ar, assessorando a implantação e operacionalização de tais programas, e elaborando protocolos de interação de dados e informações com o setor saúde;
- atuar complementar e suplementarmente aos municípios;
- auxiliar os municípios com menor capacidade técnica, promovendo o treinamento, a capacitação e a educação continuada dos técnicos municipais;
- promover estudos de relação saúde e ambiente mais complexos;
- promover ações de educação ambiental;
- executar ações de fiscalização ambiental;
- disponibilizar recursos para as ações propostas.

### c. Das Prefeituras

- responsável pela formulação e execução, de forma integrada, de políticas públicas para a melhoria da qualidade do ar em seu âmbito, através da ratificação e/ou publicação de normas e das políticas públicas formuladas pelo nível federal e estadual;
- articulação com outros municípios para a redução de emissões em bacias aéreas intermunicipais;
- definir suas necessidades específicas e problemas relacionados à contaminação do ar, propor e executar ações intersetoriais a partir das necessidades detectadas;
- participar da implementação de ações que visem a minimização da exposição aos fatores de risco à saúde relacionados a qualidade do ar;
- levantar, captar e consolidar dados e informações, em seu âmbito;
- realizar monitoramento complementar da qualidade do ar (quando não realizado, segundo às necessidades dos municípios), em consonância com o estado;
- consolidar a vigilância ambiental no nível municipal, definindo, monitorando e avaliando os indicadores ambientais e de saúde;
- executar as ações de controle e monitoramento ambiental de empreendimentos e atividades delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio;
- executar o licenciamento ambiental de pequenas atividades potencialmente poluidoras, delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio;
- atuação em corredores de tráfego municipais;
- estruturar setores com recursos humanos e materiais necessários, em particular, setores de meio ambiente;
- estruturar os serviços de promoção e proteção da qualidade do ar;
- identificar e mapear as fontes de poluição atmosférica;
- elaborar programas de inter-relação com o setor de saúde ambiental para acompanhar os indicadores de saúde relacionados à poluição atmosférica;
- promover ações de fiscalização ambiental;

- adotar políticas de comunicação adequadas, a fim de esclarecer a população sobre riscos;
- divulgar e garantir acesso a informações e diagnósticos sobre a qualidade do ar para a população/sociedade;
- promover ações de educação ambiental que estimulem a participação popular;
- financiar estruturas e destinar recursos a tais ações.

#### d. Da Iniciativa Privada

- cumprir as normas e diretrizes estabelecidas pelo Estado, de acordo com a natureza da atividade desenvolvida;
- adotar as medidas preventivas e corretivas para a redução e para o controle de emissões atmosféricas utilizando a melhor tecnologia disponível e/ou tecnologias limpas, visando a redução dos níveis de emissão e contaminação local e global a partir do acompanhamento das inovações tecnológicas e de investimentos em pesquisa e no desenvolvimento de alternativas tecnológicas menos poluentes;
- estabelecer parcerias com o poder público para o financiamento da estruturação e da implementação de ações de monitoramento e avaliações, visando o desenvolvimento de planos e projetos de melhoria da qualidade do ar e de saúde ambiental;
- cooperar tecnicamente com os entes públicos na construção de políticas públicas, fornecendo as informações necessárias à construção e avaliação de programas para a vigilância em saúde e ambiente, garantindo o acesso de informações à sociedade;
- assumir uma postura proativa nos processos de licenciamento de atividades potencialmente de grande impacto à saúde, realizando estudos de risco ambiental;
- compreender e analisar as variáveis ambientais, sociais, tecnológicas e produtivas que possam afetar os resultados organizacionais, de forma a transformar os desafios ambientais em oportunidades de negócios, incluindo, na sua missão, as preocupações sociais, sanitárias e ambientais, além da econômica.

#### e. Das Universidades e dos Centros de Pesquisa

- produzir conhecimento a partir da realização de pesquisas e investigações mais complexas para o estabelecimento de correlação sobre os efeitos da poluição atmosférica no meio ambiente e na saúde da população;

- criar cursos voltados para a gestão da qualidade do ar;
- apoiar tecnicamente as atividades institucionais de entes públicos dos setores de saúde e ambiente, realizando estudos que subsidiem seus serviços na efetiva vigilância da qualidade do ar, na promoção da qualidade de vida da população;
- participar da formulação de políticas a partir de grupos de trabalho auxiliando o serviço de vigilância em saúde e o setor ambiental na aplicação do conhecimento gerado nas universidades e centros de pesquisa;
- participar do desenvolvimento e adaptação de inovações tecnológicas e tecnologias alternativas de redução da emissão, otimização de processos, de monitoramento, de controle, caracterização dos poluentes atmosféricos, por fonte de emissão, e da relação saúde e meio ambiente;
- garantir acesso de informações à sociedade.

f. Da sociedade em geral

- participar da formulação de políticas e no processo de tomada de decisão;
- adotar uma postura proativa no controle dos processos de gestão pública, fiscalização das políticas públicas e acompanhamento das ações e da utilização dos recursos públicos, denunciando as transgressões quando for o caso;
- exigir o cumprimento do papel do Estado no que tange suas obrigações para a manutenção da qualidade do ar através de medidas de fiscalização das atividades poluidoras, monitoramento e licenciamento ambiental;
- participação ativa nas ações individuais para a redução das emissões de poluentes atmosféricos (manutenção adequada de veículos, utilização de transporte limpo, etc), utilizando os recursos ambientais de forma racionalizada;
- estabelecer mecanismos de diálogo com os setores públicos e privados, a fim de manter-se informada dos impactos sanitários e ambientais;
- participar de forma continuada dos conselhos de saúde e ambiente, além de associações e fóruns de discussão sobre a gestão da qualidade do ar;
- solicitar acesso a informações sobre a situação sanitária e ambiental da região.

Foi possível identificar as seguintes ações e projetos em andamento nas

instituições dos entrevistados para a monitoração, avaliação e melhoria da qualidade do ar e da saúde da população exposta:

- acompanhamento das taxas de morbidade, como as internações por doenças respiratórias na infância e de mortalidade em idosos atribuíveis à poluição atmosférica;
- avaliação da influência do transporte no adoecimento por doenças cardiorrespiratórias;
- criação de unidades sentinelas;
- realização de estudo ecológico de série temporal em municípios do entorno de unidades industriais/refinarias;
- desenvolvimento de estudos a fim de descrever as relações entre fatores meteorológicos e os agravos à saúde;
- criação de bancos de dados de saúde e meio ambiente (poluentes critério);
- participação de grupos interinstitucionais visando a troca de experiências e a definição de metodologias e padronização de procedimentos de análise das bases de dados de ambiente e de saúde, a partir dos dados do SUS;
- desenvolvimento de um programa integrado de saúde e ambiente visando a promoção da saúde da população exposta a poluição atmosférica;
- identificação de municípios e/ou áreas de risco;
- adoção do critério 4A's – Áreas de Atenção Ambiental Atmosférica de Interesse para a Saúde, a partir de indicadores de saúde relacionados a doenças respiratórias e cardiovasculares e indicadores ambientais;
- construção de grupos de trabalho intersetoriais de vigilância em saúde e ambiente;
- convênio entre órgãos estaduais e municipais para a integração entre redes de monitoramento;
- manutenção e ampliação das redes de monitoramento da qualidade do ar, subsidiando a realização de estudos epidemiológicos e econômicos;
- elaboração de estratégias de controle da poluição do ar;

- adoção de equipamentos próprios de monitoramento da qualidade do ar por empresas, bem como parcerias com órgãos ambientais para a implantação, manutenção e ampliação de redes de monitoramento da qualidade do ar, de acordo com as recomendações do órgão ambiental;
- articulação com universidades para desenvolvimento de bioindicadores locais;
- programas de fiscalização de veículos a diesel;
- produção de material informativo;
- participação ativa dos diferentes atores e setores institucionais de forma integrada e articulada, a partir do controle social.

#### **5.4. O papel dos Municípios na Gestão da Qualidade do Ar e as Dificuldades do Planejamento Ambiental Multi-Inter-Trans-setorial**

Apropriando-se da discussão apresentada por Barbieri (2004) para a educação ambiental, o planejamento de ações visando a desaceleração da degradação ambiental exige uma visão integrada das questões sócio-ambientais a partir de uma abordagem multi-inter-trans-setorial.

O planejamento e a execução das ações para a melhoria da qualidade do ar partiram inicialmente de uma abordagem multissetorial, onde os diferentes setores, como ambiente, saúde, transporte, planejamento urbano, atividade econômica, educação etc. construíram soluções específicas e pontuais, dentro das suas áreas de atuação, sem necessariamente um diálogo entre estes setores e sem umnexo entre os seus atores, uma vez que estes buscam soluções a partir dos seus próprios critérios, sem se preocupar com qualquer outra abordagem.

A evolução da estratégia de formulação de ações multissetoriais tem conduzido a uma abordagem interssetorial, que requer mais que a adoção de ações por diferentes setores com um objetivo comum, mas com interações entre tais setores na busca de conexões e nexos objetivando alcançar uma solução integrada.

O planejamento e a implementação de ações de forma trans-setorial é uma estratégia que busca teorias e métodos comuns aos diferentes setores num nível mais elevado de interação, na busca de uma solução. Desta forma, é possível estabelecer uma hierarquia entre as três perspectivas, segundo o grau de integração entre os setores no

planejamento e na formulação de políticas públicas para o enfrentamento dos problemas ambientais. Nesta hierarquização, a abordagem multissetorial é o nível inferior de integração, a inter, a intermediária e a trans-setorial a etapa superior de integração. Entretanto, deve-se observar que se quer a perspectiva multissetorial tem sido observada na administração pública.

Além das dificuldades relativas à necessidade de integração entre os diferentes setores da administração pública nos níveis federal, estadual e municipal, além da iniciativa privada e da sociedade, o processo de planejamento destas ações deve ser desenhado a partir de uma série de eventos dependentes de uma cadeia complexa de interações recíprocas, que muitas vezes não pode ser prevista ou controlada para que obtenha-se o resultado esperado (OLIVEIRA, 2006).

Desde 1988, os estados e, particularmente os municípios, têm tido uma maior participação no processo de alocação de recursos destinados à implementação de políticas públicas. Isto sem uma revisão apropriada do modelo de administração pública brasileira, com base na competência de realização, por nível de governo. Portanto, apesar da maior disponibilidade de recursos fiscais nas mãos das unidades subnacionais, a Constituição de 1988 não deu plenitude ao princípio da descentralização (SANTOS & RIBEIRO, 2005).

Um plano de gestão da qualidade do ar deve prever cenários, como a substituição de combustíveis fósseis por outros mais limpos e com menor teor de carbono, uma vez que a troca de óleo combustível por gás natural pode levar a 99% de redução das emissões de SO<sub>2</sub>, de 90% para NO<sub>x</sub> e de 98% para material particulado inalável, porém, causando a elevação das taxas de emissão de CO da ordem de 136% e cerca de 17% para hidrocarbonetos (PIRES, 2005).

Moura (2006) aponta para a necessidade de mais estações de monitoramento e para a garantia de soluções mais rápidas para problemas técnicos ou operacionais dos monitores, visando a obtenção de resultados mais expressivos nos estudos epidemiológicos. Seu estudo ainda indica um número insuficiente de profissionais da área de saúde, a fim de proporcionar a melhoria da qualidade dos dados gerados nas unidades de atendimento médico.

### **5.5. As Bases para a Construção de um Modelo de Gestão Pública da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**

Ao se pensar um modelo de gestão da qualidade do ar voltado à melhoria das condições de saúde das populações mais vulneráveis, deve-se considerar o parâmetro

espaço tanto nos índices de concentração dos poluentes atmosféricos quanto na interpretação dos efeitos à saúde pública (SILVA, 1997; OLIVEIRA & FERREIRA, 2008). Neste contexto, o problema da poluição atmosférica vem sendo trabalhado, no campo da saúde pública, com diversos enfoques, e a construção de modelos de gestão ambiental deve considerar tanto os impactos atuais observados sobre a saúde humana, como os impactos potenciais à saúde pública e ao meio ambiente decorrentes dos cenários prospectivos nacionais e internacionais. Em particular, no que tange à saúde ambiental, os efeitos da contaminação do ar podem se manifestar como doenças agudas e/ou crônicas, podendo, em situações extremas, levar ao aumento da mortalidade nas áreas de maior concentração de poluentes.

Do ponto de vista teórico, a reflexão sobre estas questões pode conduzir à percepção de que, atualmente, os princípios sobre os quais se baseiam as relações entre o mundo social e o natural produzem, frequentemente, dicotomias inconsistentes e falsas contradições. Respostas diferenciadas às questões acima colocadas, ou mesmo a falta de respostas, revelam, também, que ainda não se encontra devidamente assimilada a concepção de que o pensamento ecológico produzido nas últimas décadas esteja promovendo uma revolução nos atuais paradigmas epistemológicos que balizam o entendimento das relações homem-natureza, interferindo decisivamente na construção científica das mais diversas áreas do conhecimento. Entretanto, especificamente do ponto de vista das práticas urbanas, este novo pensamento vem transformando radicalmente a abordagem do ambientalismo no processo de urbanização e, particularmente, no que diz respeito à gestão sócio-ambiental urbana como um problema público, inserido em uma nova visão de gestão das cidades, e moldado por interesses divergentes.

Uma das premissas básicas da construção de um modelo de gestão sócio-ambiental é a integração e a articulação entre o poder público, a iniciativa privada e a sociedade. Entretanto, atualmente, vários exemplos demonstram a falta de articulação entre as diversas agências responsáveis pelo bom andamento de determinadas políticas públicas e, até mesmo, conflitos de jurisdição e distribuição de responsabilidades entre órgãos do mesmo ou de diferentes níveis de governo (OLIVEIRA, 2006).

Parte do insucesso observado nos modelos de gestão ambiental adotados atualmente está no fato de que para obter os resultados esperados deve-se considerar instrumentos que garantam a interação entre os níveis de governo, a iniciativa privada e a sociedade civil, valorizando uma capacidade de aprendizagem contínua, e baseando-se num processo de planejamento em que a decisão esteja apoiada na precisão das

informações de campo, na transparência, na ética, na aceitação das visões diferentes e na vontade de negociar e buscar soluções aceitáveis para toda a sociedade conjuntamente. Esta abordagem busca evitar a separação entre a elaboração e a implementação de políticas públicas, encarando o planejamento como um processo e não um produto final, permitindo que tanto o plano, quanto a sua implementação estejam associados e sendo permanentemente avaliados, evitando a ideia do planejamento como uma sequência linear de ações, mas sim como um processo de idas e vindas, para que se possa avançar pouco a pouco nas decisões e ações, permitindo lidar com situações inesperadas ou imprevistas (CARVALHO, 2004; OLIVEIRA, 2006).

Para que seja construído um modelo gestor sustentável, deve-se criar a consciência da necessidade de cooperação mútua e equitativa entre os atores envolvidos durante o processo de diagnóstico e decisão em todos os níveis e etapas, promovendo a cooperação e o diálogo entre indivíduos e instituições, com clareza das responsabilidades (BARBIERI, 2004).

Nesta nova forma de pactuação para a questão ambiental, os municípios, mais próximos das pressões da sociedade, assumem um papel fundamental na construção e no sucesso de um modelo de gestão sócio-ambiental da qualidade do ar na RMRJ, como já identificado nas áreas da saúde e da educação. Entretanto, a atuação eficiente das municipalidades na gestão ambiental só se dará se esta nova atribuição for gradualmente repassada sob a orientação do Estado e da União, viabilizando assim uma gestão integrada. No quadro de descentralização, é necessário que os municípios assumam um papel de maior protagonismo na formulação e implantação de políticas para a melhoria ambiental e da qualidade de vida da população, sob uma ótica de planejamento “*bottom up*”, junto às esferas estadual e federal. No entanto, se cabe às esferas federal e estadual capacitarem tecnicamente os municípios para o enfrentamento dos problemas de contaminação atmosférica, e cabe aos municípios a criação de quadros técnicos e recursos humanos competentes, adotando estratégias de motivação, garantindo a participação ativa no processo de construção e implantação de políticas públicas para a melhoria da qualidade do ar.

Construído um cenário de sustentabilidade política para a construção do modelo gestor, o planejamento e implementação do plano para a melhoria da qualidade do ar devem estar associados e considerando o seu caráter interinstitucional. Esta abordagem busca evitar que parte do plano não seja executável como se observa frequentemente. A sustentabilidade técnica de todos os atores envolvidos pode ser alcançada a partir de

reuniões técnicas, auditorias, treinamentos e avaliações permanentes dos resultados dos monitoramentos de indicadores de saúde, ambientais e econômicos a fim de acompanhar o sucesso ou o fracasso das diferentes etapas ou ações do planejamento inicial.

Logo, diante do quadro de um estado da qualidade do ar REGULAR no Rio de Janeiro, onde o principal poluente atmosférico é o PM 10, com permanentes ultrapassagens do padrão anual, as ações para a melhoria da qualidade do ar devem ser interinstitucionais, perpassando as diferentes esferas governamentais e requerendo abordagens complementares. Deve-se somar ainda ao poder público a iniciativa privada, os centros de pesquisa e a sociedade civil organizada, uma vez que somente a partir da inclusão e da participação ativa destes vários atores é que tais objetivos podem ser atingidos. A garantia de sustentabilidade deste modelo gestor deve vir desta participação efetiva, ao invés da imposição de soluções definitivas pelos órgãos ambientais. As ações deverão ser acordadas através de processos de ampla participação, baseados na pluralidade de perspectivas legítimas e do forte compromisso social dos atores. Tais processos caracterizam-se por tentar assegurar a sustentabilidade ambiental, política e econômica do modelo gestor, como preconizado anteriormente por Funtowicz e De Marchi (2000).

Um modelo gestor sócio-ambiental para a qualidade do ar na RMRJ deve ter funções claramente definidas para os atores envolvidos. Para o Rio de Janeiro, entre os principais atores, devem ser destacados:

1. No âmbito federal, os diferentes ministérios, cujas determinações afetam direta ou indiretamente a qualidade do ar, normalmente representados no CONAMA, assumem um papel fundamental na construção e na implantação de um sistema nacional de avaliação da qualidade do ar e de um programa nacional para controle e redução da poluição atmosférica, com a publicação de diretrizes nacionais, incentivo à integração das ações em saúde e ambiente, disponibilização de linhas de financiamento, o apoio a estudos de maior complexidade e a revisão periódica dos padrões nacionais de emissão e de qualidade do ar;

2. No âmbito estadual, a FEEMA possui a atribuição legal para a avaliação da qualidade do ar, através do gerenciamento das redes de monitoramento públicas e privadas, da realização de diagnósticos regionais periódicos e da integração entre os municípios da RMRJ em torno do tema, continuando um programa de descentralização da gestão ambiental, como já em curso na questão do licenciamento ambiental. A FEEMA tem importante participação no programa de I/M da frota circulante junto ao

DETRAN/RJ, na normatização do monitoramento, no treinamento técnico e no apoio a realização de novos estudos relacionando saúde e qualidade do ar. Outros atores importantes na administração estadual, ligados à gestão da qualidade do ar, estão nos setores de saúde e de transporte, este último particularmente no que tange aos programas de otimização das redes ferroviárias, metroviárias e aquaviária, capazes de desempenhar um papel importante na redução da emissão de poluentes atmosféricos pelas fontes móveis;

3. No âmbito municipal, as secretarias responsáveis pela formulação das políticas de saúde, de transporte e de uso e ocupação do solo da RMRJ, além de uma ação crescente na área ambiental com a municipalização do licenciamento, a realização de monitoramentos complementares e vigilância em saúde e ambiente, devendo priorizar a integração destes setores em torno da redução da poluição atmosférica, articulação entre os municípios vizinhos e no levantamento e consolidação de informações;

4. No âmbito da iniciativa privada, setores como o refino e distribuição de combustíveis são importantes atores face à presença de duas refinarias e da expressiva frota veicular circulante, além da participação de representantes do modal rodoviário no transporte de passageiros da RMRJ. Na região, há uma grande quantidade de indústrias de pequeno e de médio porte, que assumem um papel importante quando agrupadas. Estes setores devem buscar a adoção de inovações tecnológicas com a implantação das melhores tecnologias disponíveis/mais limpas, particularmente em relação às fontes energéticas, além da realização e/ou o apoio às ações de monitoramento da qualidade do ar e de saúde e a no estabelecimento de programas de cooperação técnica;

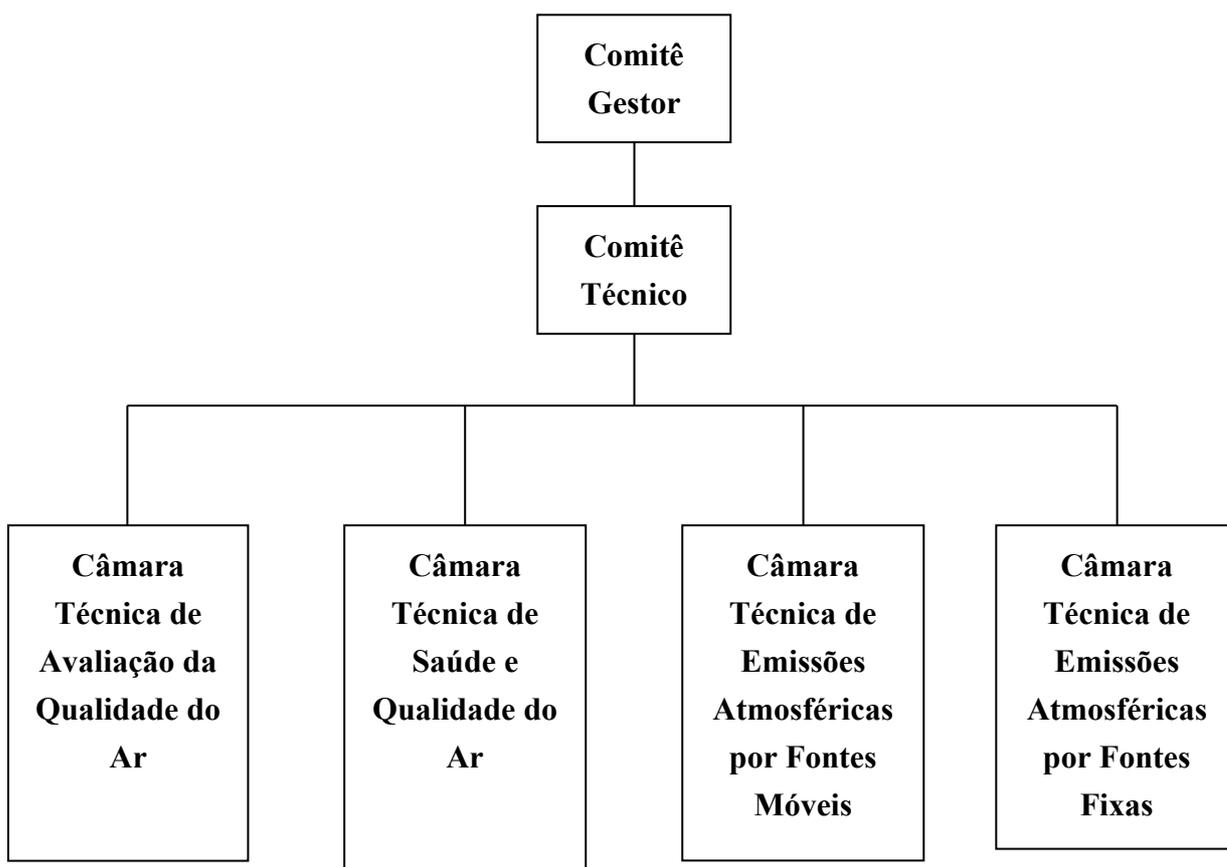
5. No âmbito da sociedade organizada, a Região Metropolitana é marcada pela presença de várias universidades públicas e particulares, além de vários centros de pesquisa, capazes de realizar investigações complexas nas áreas de qualidade do ar, saúde, inovações tecnológicas e sistemas de controle ambiental, e capacitação em gestão integrada visando a melhoria da qualidade de vida através da redução da poluição atmosférica. A sociedade deve participar da formulação de políticas, revisão de padrões de qualidade do ar e de emissão de poluentes, facilitação do acesso às informações e estímulo às ações individuais que reduzam a concentração de contaminantes atmosféricos.

O modelo gestor sócio-ambiental para a qualidade do ar deve estar articulado aos conselhos de meio ambiente e de saúde municipais e estadual, a fim de aumentar as possibilidades tanto de participação social, quanto de integração entre os diferentes

atores públicos na construção de ações para a melhoria da qualidade do ar.

Uma vez identificados os atores envolvidos, um modelo de gestão deve ter funções claramente definidas para cada um deles. O Sistema de Gestão Pública da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro deve ser presidido por um comitê gestor com a função de buscar instrumentos de planejamento que facilitem a interação entre os diversos atores envolvidos (BANCO MUNDIAL, 2006). O fortalecimento de conselhos e comitês tendem a permitir um processo de decisão construído política e socialmente a partir de um conceito colaborativo baseado em relações de confiança entre os diversos atores interessados e de instrumentos institucionais formais, como legislação, convênios ou protocolos, definidos dentro de uma abordagem que evolua da multissetorial a trans-setorial.

A **figura 19** apresenta uma representação esquemática do sistema de gestão sócio-ambiental da qualidade do ar para a RMRJ.



**FIGURA 19.** Representação esquemática de um modelo gestor para a qualidade do ar na RMRJ

Este comitê gestor deve ser presidido pelo representante do governo estadual

responsável pela questão ambiental na RMRJ, a FEEMA, associado a um conselho com a participação de gestores municipais de meio ambiente dos municípios da região metropolitana que apresentem diagnósticos ou indícios de degradação da qualidade do ar, além de representantes do governo federal, de representantes do setor transportes públicos e privados e do setor industrial, representantes de centros de pesquisas e universidades que desenvolvam projetos relacionados à qualidade do ar e representantes da sociedade civil, a fim de fortalecer a sustentabilidade política do comitê.

Este comitê deverá analisar e recomendar políticas públicas a serem adotadas pelo governo do estado, responsável legal pela formulação e implantação da política ambiental, e pelos municípios, responsáveis legais pela formulação e implantação das políticas de saúde, uso do solo, transporte e educação, de forma integrada e complementar, visando a melhoria da qualidade do ar da RMRJ e estimulando a agilidade dos órgãos ambientais. O comitê gestor deve considerar no processo de construção dos planos, a necessidade de sustentabilidade financeira, uma vez que é muito difícil conciliar uma forte redução de gastos normalmente exigida pelas administrações públicas com expansão e melhoria dos serviços prestados a sociedade (CARVALHO, 2004).

A adoção de uma estratégia de gestão compartilhada, baseada na articulação entre as diferentes agências públicas e os setores privados, tende a minimizar os conflitos de jurisdição e melhorar a distribuição de responsabilidades entre os atores envolvidos na gestão da qualidade do ar.

O comitê gestor deve estar assessorado por um comitê técnico responsável pela formulação das políticas públicas integradas para a melhoria da qualidade do ar a ser apresentado ao comitê gestor. Para tal, este comitê técnico deverá combinar as informações geradas em diferentes câmaras técnicas, a fim de construir ações que integrem os diferentes setores envolvidos.

O comitê técnico deve possuir um quadro de técnicos efetivamente vinculados às instituições estaduais e municipais participantes, a fim de permitir o acesso à memória dos diagnósticos elaborados e à sustentabilidade a longo prazo das políticas públicas propostas pelo grupo.

As câmaras técnicas deverão construir diagnósticos e avaliações e propor ações relativas a: avaliação da qualidade do ar, os efeitos à saúde provocados pela poluição atmosférica, emissões atmosféricas por fontes fixas e emissões atmosféricas por fontes móveis. Estas câmaras devem garantir a ampla participação da sociedade no diagnóstico, no planejamento e na implantação das ações, a partir do acesso às

informações precisas e compreensíveis a todos os atores envolvidos, evitando um participativismo populista ou demagógico, citado por Oliveira (2006).

A câmara técnica de avaliação da qualidade do ar deve buscar garantir a sistematização e divulgação dos dados gerados pelas redes de monitoramentos operadas pelas diferentes instituições públicas e privadas locais, como a realização de boletins diários, avaliações periódicas de qualidade do ar e a utilização de bioindicadores. Esta avaliação deve ser capaz de informar satisfatoriamente os níveis de poluição atmosférica da região metropolitana, integrando as informações disponíveis e contribuindo para a racionalização do número de estações de monitoramento e a utilização de ferramentas computacionais entre os diferentes atores, minimizando tanto os altos custos envolvidos na manutenção e operação das redes, quanto nos investimentos na ampliação do número de estações de monitoramento. Ela deve ainda promover a realização de seminários e cursos técnicos acessíveis e regulares aos participantes do sistema de gestão, e a todos que demonstrem interesse pelo tema.

A câmara técnica, que trata da relação dos efeitos à saúde provocados pela poluição atmosférica, deve buscar identificar em que áreas da região metropolitana os registros de acometimentos têm sua origem ou são agravados pela poluição atmosférica, a fim de auxiliar os órgãos de saúde no planejamento proativo para eventos críticos e o estímulo à realização de estudos epidemiológicos que associem os efeitos da poluição atmosférica emitida por diferentes fontes na saúde em áreas da RMRJ. Em conjunto com a câmara técnica de avaliação da qualidade do ar, deve-se buscar discutir e rever os padrões de qualidade do ar em vigor atualmente, uma vez que tais padrões são reprodução da legislação norte-americana, com anos de defasagem e sem a incorporação de aspectos de saúde pública, ambientais, técnicos, sociais e econômicos do Brasil e principalmente a inclusão de indicadores de saúde como o acompanhamento das taxas de morbidade associada às internações por doenças respiratórias em crianças e das taxas de mortalidade em idosos atribuíveis a poluição atmosférica, por exemplo, nas avaliações da qualidade do ar.

A câmara técnica responsável pela avaliação dos níveis de emissões atmosféricas por fontes móveis deve orientar tanto na adoção em sua plenitude de programas de I/M, como indicado na Resolução CONAMA nº 18/86, e em programas de fiscalização das emissões de fumaça negra por veículos em circulação. Além destes programas, esta câmara deve buscar maior eficiência do sistema viário, em particular no que diz respeito aos sistemas de transporte público e a distribuição entre os diferentes modais, tendo a poluição atmosférica como uma variável de planejamento das ações do setor.

A câmara técnica responsável pela avaliação dos níveis de emissões atmosféricas por fontes fixas deve ser capaz que perceber a participação deste setor na conformação do mapa da poluição atmosférica local, e na manutenção de um inventário atualizado de emissões por fontes fixas. Esta câmara deve buscar estabelecer padrões de emissão para diferentes tipologias industriais, estimular a utilização de equipamentos de controle das emissões, de tecnologias limpas e inovadoras, ações corretivas e preventivas, além de avaliar principalmente as condições para a implantação de novas atividades em área onde os indicadores indiquem a saturação para determinados poluentes atmosféricos durante o processo de licenciamento ambiental. Em conjunto com a câmara técnica de avaliação da qualidade do ar, deve-se buscar rever o zoneamento industrial a as normas de uso do solo, prevendo a readequação ou mesmo a remoção de determinadas tipologias industriais de pontos específicos da região, a definição de critérios de licenciamento ambiental de atividades com potencial de poluição atmosférica, o incentivo a autorregulação e a adoção de instrumentos de natureza econômica e facilitadores de crédito vinculados a ações para a redução das emissões atmosféricas para determinados poluentes.

#### **5.6. As Bases para um Plano de Ação para a Melhoria da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**

Os atores envolvidos no processo de melhoria da qualidade do ar na RMRJ devem ser convocados para a construção deste modelo gestor baseado no processo de cooperação mútua e equitativa entre os atores, no diálogo e na aceitação das diferentes visões, na transparência e na adoção de princípios éticos, e na precisão das informações em torno de um plano de ação. A avaliação das estratégias de gestão abordadas pelos entrevistados permite propor uma agenda mínima a ser discutida:

##### **Avaliação da qualidade do ar**

- Implantação de programas para ampliação da rede de monitoramento priorizando o PM 10 e aumentando o papel da iniciativa privada no gerenciamento de redes de qualidade do ar;
- Avaliação criteriosa do papel do O<sub>3</sub> nos diagnósticos de qualidade do ar da RMRJ;
- Inclusão do acompanhamento da variação dos acometimentos relacionados aos problemas respiratórios e cardiovasculares como indicadores de qualidade do ar;
- Produção e disponibilização de material informativo à sociedade através da

Internet ou de documentos impressos em bibliotecas com bancos de dados atualizados periodicamente, com concentração de poluentes críticos, dados de saúde atribuíveis à poluição atmosférica, inventários de fontes e ações propostas para a melhoria da qualidade do ar;

- Definição de áreas prioritárias em função da concentração dos poluentes critério e dos dados de acometimento por DAR e DAC em crianças e idosos, considerando exposições agudas no período de inverno e exposições crônicas, mesmo que haja concentrações abaixo dos padrões de qualidade do ar;
- Construção de equipes multidisciplinares capacitadas.

### **Gestão da informação de qualidade do ar**

- Estímulo à formação de linhas de pesquisa que relacionem a poluição atmosférica com seus efeitos à saúde da população local;
- Adoção de estratégias eficientes de comunicação e disponibilização de informações confiáveis sobre os níveis de poluição atmosférica e estudos epidemiológicos à sociedade;
- Adoção de programas educacionais apropriados que auxiliem ao entendimento da relação entre qualidade do ar e saúde aos professores e alunos da rede pública.

### **Gestão da qualidade do ar**

- Criação de um comitê gestor para integrar setores de meio ambiente, saúde, transporte, uso do solo e educação em torno da melhoria da qualidade ar;
- Redefinição do papel do órgão ambiental do estado no acompanhamento ou auditoria das redes operadas por diferentes instituições públicas ou privadas;
- Apoio a projetos de pesquisa que busquem relacionar as concentrações de poluentes atmosféricos e os seus efeitos na saúde de crianças e idosos, aproximando pesquisadores e gestores;
- Construção de processos participativos de escolha de poluentes e locais a serem monitorados;
- Realização de convênios entre o estado e os municípios, a construção de legislação específica, a classificação das áreas em função dos níveis de poluição do ar e a adequação do zoneamento urbano às realidades locais;
- Utilização de ferramentas de gestão, como os estudos e relatórios de impacto ambiental exigidos no licenciamento, relacionando a qualidade do ar com os

efeitos à saúde no entorno do empreendimento a se instalar;

- Utilização de instrumentos econômicos para a fixação de metas de redução da poluição e para o estímulo ao desenvolvimento limpo/produção limpa.

### **Redução das emissões**

- Adoção de uma matriz energética que preveja a substituição gradual de combustíveis fósseis por alternativas mais limpas;
- Construção de programas específicos para a redução de emissão de material particulado por fontes industriais;
- Ampliação do programa de I/M;
- Apoio aos programas voltados à melhoria do sistema transporte urbano de massa;
- Fiscalização mais rigorosa das fontes de emissão.

## 6. CONCLUSÃO

O termo “poluição atmosférica” tem caráter pejorativo, significando degradação da qualidade do ar, resultante de atividades que, direta e/ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota e afetem as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, através da emissão de matéria e/ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Com o objetivo de contribuir para a construção de uma estratégia de gestão sócio-ambiental da qualidade do ar, este estudo buscou elaborar um diagnóstico do estado da qualidade do ar na região de estudo, a partir dos níveis de poluição atmosférica, entre 2001 e 2004. Foram identificados e incorporados os resultados de estudos sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde, bem como resgatado o processo de evolução e planejamento de políticas públicas vinculadas à melhoria da qualidade do ar. Estes últimos foram obtidos através da aplicação de um instrumento de pesquisa junto a gestores públicos e representantes da iniciativa privada envolvidos com o tema, na busca de posturas proativa e não apenas reativa aos agravos à saúde causados pela poluição do ar.

Foram identificados estudos epidemiológicos nacionais e internacionais sobre a relação entre qualidade do ar e seus efeitos à saúde disponíveis na literatura. Os possíveis efeitos da poluição atmosférica sobre a morbimortalidade, particularmente entre as crianças e os idosos, as mais sensíveis, vêm sendo investigados para diferentes regiões brasileiras, inclusive para a RMRJ. Entretanto, poucas publicações, que objetivam investigar a relação entre qualidade do ar e seus efeitos à saúde, fazem reflexões sobre os possíveis caminhos a serem seguidos ou propõem modelos de gestão ambiental para a reversão do cenário atual e para a desaceleração da degradação da qualidade do ar.

A pesquisa com os atores sobre os processos de avaliação da qualidade do ar, sua relação com a saúde e sobre os instrumentos de gestão regularmente adotados indicou que, apesar de um maior grau de resposta de técnicos vinculados à área de engenharia, a relação com a saúde esteve quase sempre presente nas definições de qualidade do ar, sendo citados indicadores de saúde entre os principais indicadores de qualidade do ar. Entretanto, estas citações parecem reflexos do texto da Resolução CONAMA nº 03/1990, uma vez que, para os grandes centros brasileiros, as avaliações de qualidade do ar limitam-se a confrontar as concentrações de poluentes critérios com os padrões previstos na Resolução, não considerando outros indicadores.

Atualmente, as redes de monitoramento da qualidade do ar são as principais fontes de informação primária sobre os níveis de poluição atmosférica, e o grau de satisfação dos entrevistados com estas redes foi baixo. A baixa representatividade espacial das redes de monitoramento, tanto em função do número de estações, quanto em função da seleção dos poluentes monitorados, estão entre as justificativas para tal insatisfação. Segundo os entrevistados, a falta de continuidade dos programas de monitoramento e as constantes interrupções na geração dos dados de qualidade do ar estariam associadas aos altos custos de manutenção das estações e a falta de priorização de políticas públicas para a melhoria da qualidade do ar.

Apesar dos entrevistados informarem ter conhecimento da relação entre os efeitos da poluição do ar sobre a saúde da população, seja através de estudos realizados na sua área de atuação, seja através de estudos internacionais publicados na literatura, a construção de ações, programas e políticas públicas para a melhoria da qualidade do ar não está vinculada aos resultados apresentados por estes estudos, sendo planejada de forma independente e sem a participação direta da população ou através das suas representações nos conselhos de meio ambiente ou de saúde. Este distanciamento entre os pesquisadores, que desenham os estudos epidemiológicos sobre a qualidade do ar e seus efeitos à saúde, e os gestores, responsáveis pela tomada de decisão e formulação de políticas públicas, está associado aos objetivos específicos de cada ator e tem contribuído para o isolamento de ambos. Os gestores direcionam suas ações à geração de informações e diagnósticos baseados nos padrões de qualidade do ar vigentes, enquanto os pesquisadores buscam consolidar relações negativas entre a poluição atmosférica e a saúde pública, colocando-os em posições opostas, particularmente na mídia e reforçando desconfianças. Associado a isso, a magnitude dos riscos à saúde em função dos níveis de contaminação atmosférica no Rio de Janeiro são menores que em outros centros urbanos.

O acompanhamento regular, e em alguns períodos do ano diários, dos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde da população podem ser considerados indicadores mais eficientes da degradação da qualidade do ar e da qualidade de vida da população do que a comparação das concentrações dos poluentes critério presentes no ar com padrões internalizados nas décadas de 1970 e 1980.

A avaliação dos resultados do monitoramento da qualidade do ar no município do Rio de Janeiro, associado às pesquisas no campo da saúde pública, permitem concluir que:

A. o nível de degradação da qualidade do ar na RMRJ traz danos à saúde pública e prejuízos à qualidade de vida da população, em particular daquela mais vulnerável;

B. a legislação brasileira não define os padrões de qualidade do ar para os hidrocarbonetos, os compostos orgânicos oxigenados derivados do álcool e nem para a composição elementar do material particulado;

C. as ações indicadas no Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, previsto no CONAMA nº 05/89, não foram implantadas em sua plenitude;

D. a avaliação da qualidade do ar é marcada pela falta de garantia da operacionalidade das diferentes redes de vigilância em função dos altos custos envolvidos na sua manutenção, das dificuldades de atualização dos profissionais e da falta de articulação e integração entre os gestores públicos das diferentes esferas de governo, dificultando a construção de séries históricas confiáveis e a sensibilização do poder público e da sociedade em geral, a fim de garantir um maior volume de investimentos para a avaliação e melhoria da qualidade do ar;

E. em paralelo à escassez de recursos financeiros, coexistem redes de avaliação da poluição atmosférica independentes, operadas pelo estado e pelos municípios, incapazes de permitir a formulação integrada de uma política para a melhoria da qualidade do ar na região metropolitana.

F. apesar da adoção de ações importantes nas últimas décadas para a melhoria da qualidade do ar na RMRJ, como a proibição do uso de incineradores domésticos, construções de vias expressas e a adoção de um programa de inspeção e manutenção da frota circulante similar ao indicado no PROCONVE, poucos avanços são identificados em termos da construção de modelos de gestão da qualidade do ar participativos e que considerem a vigilância dos efeitos na saúde decorrentes da poluição atmosférica como elemento principal da avaliação do impacto de medidas de controle e redução da poluição ambiental na qualidade de vida do cidadão, evitando que as ações sejam avaliadas apenas sob a ótica da redução das concentrações de determinados contaminantes atmosféricos, mas sim permitindo uma avaliação mais ampla dos benefícios gerados no Rio de Janeiro.

O tratamento dos dados gerados pela rede de monitoramento da Secretaria de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro indicou que o estado da qualidade do ar, no período analisado, pode ser classificado como REGULAR, tendo o PM 10 como o principal poluente dentre aqueles contaminantes monitorados. Apesar dos resultados não apontarem para ultrapassagens de padrões diários brasileiros, há constantes

ultrapassagens dos padrões anuais para este poluente.

Os resultados do monitoramento ambiental e das pesquisas no campo da saúde pública na RMRJ identificam que o nível de degradação da qualidade do ar traz danos à saúde pública e prejuízos à qualidade de vida da população do Rio de Janeiro, apontando a necessidade de construção e integração de políticas públicas que busquem reverter tal quadro. Tal reversão impõe ao poder público atentar para um modelo de gestão ambiental participativa e integrada, visando a efetividade das ações governamentais. Para tal, devem se manter atualizados diagnósticos capazes de indicar os poluentes e suas fontes prioritárias, direcionando os esforços na busca da qualidade ambiental e da qualidade de vida da população.

Em função da natureza interdisciplinar da questão ambiental, são necessários o equacionamento de tais problemas e a construção de políticas públicas baseadas em formas de planejamento que incorporem o pluralismo de ideias e de interesses, com abordagens que evoluam da forma multissetorial, até que atinjamos a forma trans-setorial. A solução desta complexa relação envolve ainda a articulação entre os diferentes níveis de governo, União, Estado e Municípios, particularmente em grandes centros urbanos e regiões metropolitanas. Nesse contexto, a coordenação e a integração entre diferentes setores de governo na implementação de ações para a melhoria ambiental são condições essenciais ao sucesso de qualquer política pública.

Futuros modelos de gestão da qualidade do ar devem manter redes de monitoramento capazes de avaliar e informar a população a concentração de poluentes critério de forma confiável e representativa, entretanto, considerando os altos custos envolvidos na implantação e manutenção de sistemas de monitoramento ambiental, e em particular o da qualidade do ar, deve-se, em situações específicas, priorizar o monitoramento do PM 10, com ações distribuídas tanto entre as fontes fixas, principal responsável pelas emissões de deste poluente, quanto entre as fontes móveis, principal responsável pelas emissões totais de poluentes atmosféricos.

Os municípios, que administrativamente estão mais próximos aos problemas da população e já são atores na formulação de políticas de uso do solo, de saúde pública e educação, assumem um papel de destaque no planejamento e na implementação de ações mais efetivas na redução dos níveis de poluição atmosférica. Entretanto, a falta de infraestrutura e de conhecimentos técnicos dos municípios da RMRJ, ou mesmo o grande número de municípios envolvidos nas discussões sobre poluição atmosférica, não devem afastá-los do planejamento e da implementação das ações para a melhoria da qualidade do ar na região. No plano de gestão proposto, foi destacada a necessidade de

uma participação do órgão ambiental estadual, presidindo um comitê gestor da qualidade do ar, mas garantindo representatividade dos municípios da RMRJ. Um comitê técnico deverá buscar integrar as diferentes ações propostas por câmaras técnicas, construindo políticas públicas consistentes. As câmaras técnicas devem ser espaços onde seja estimulada a participação dos diferentes setores da sociedade.

O fortalecimento e o desenvolvimento de uma conscientização crítica entre os atores envolvidos na busca pela melhoria da qualidade de vida, através da melhoria da qualidade do ar, devem levar a um afastamento da postura tradicional, seja da iniciativa privada em fechar os olhos aos problemas sócio-ambientais, ou atender apenas às exigências legais quando inevitáveis, seja de um posicionamento extremado por parte dos órgãos ambientais e de segmentos da sociedade que inviabilize o crescimento das atividades produtivas, construindo uma concepção de crescimento baseado nas necessidades reais, respeito ao meio ambiente e inclusão social e buscando evitar uma crescente pressão sobre o meio ambiente.

A implementação de políticas públicas que busquem a melhoria da qualidade de vida relacionada à qualidade do ar, a partir da proteção à saúde humana, deve ter, como indicador, parâmetros a mortalidade e morbidade por problemas respiratórios e cardiovasculares, em particular entre os idosos e as crianças, para a avaliação dos programas e das ações que compõem tal conjunto de políticas. Isto evita que as ações sejam avaliadas apenas sob a ótica da redução das concentrações de contaminantes atmosféricos, e principalmente enfatiza o papel da saúde pública como um indicador fundamental dos resultados dos programas e das ações para a melhoria da qualidade do ar de uma região.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDERSON, H. R.; PONCE DE LEON, A.; BLAND, J. M.; BOWER, J. S. & STRACHAN, D. P. Air pollution and daily mortality in London: 1987-92. **BMJ**, 312:665-69, 1996.

ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T. & CARVALHO, A. B. **Gestão ambiental – enfoque aplicado ao desenvolvimento sustentado**. São Paulo: MAKRON Book, 2000.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2 Ed. Porto Alegre. Bookman, 2002.

BAKONYI, S. M. C.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MARTINS, L. C. & BRAGA, A. L. F. Air pollution and respiratory diseases among children in Brazil. **Rev Saúde Pública**, 38:695-700, 2004.

BANCO MUNDIAL. **Centrar la atención en el calentamiento global y la calidad de aire en América Latina**, 2006. Disponível em <<http://www.bancomundial.org/alc>>. Acesso em 23 Set 2007.

\_\_\_\_\_. **Gestão da poluição ambiental no Estado do Rio de Janeiro**. v. I: Relatório de Política. Rio de Janeiro: Banco Mundial; 1996.

BARBIERI, J. C. A educação ambiental e a gestão ambiental em cursos de graduação em administração: objetivos, desafios e propostas. **Revista de Administração Pública**, 38:919-46, 2004.

BOUBEL, R. W.; FOX, D. L.; TURNER, D. B. & STERN, A. C. **Fundamental of air pollution**. San Diego: Academic Press Inc., 1984.

BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; MENEZES, J. J. C.; CONCEIÇÃO, G. M. S; LIN, C. A. et al. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in Sao Paulo, Brazil. **Pediatr Pulmonol**, 31:106-13, 2001.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 018, de 06 de maio de 1986. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 17 Jun 1986. Seção 1, p. 8792-95.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 25 Ago 1989. Seção 1, p. 114713-14.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 22 Ago 1990. Seção 1, p. 15937-39.a

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 008, de 06 de dezembro de 1990. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 28 Dez 1990. Seção 1, p. 25539.b

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 237, de 22 de dezembro de 1997. **Diário Oficial da União**. Brasília, 22 Dez 1997. Seção 1, p. 30841-43.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 9795. Lei de Educação Ambiental, de 27 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**. Brasília, 28 Abr 1999.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 291, de 25 de outubro de 2001. **Diário Oficial da União**. Brasília, 25 Abr 2002. Seção 1, p. 130-31.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 02 Jan 2007. Seção 1, p. 131.

BRETSCHNEIDER, B. & KURFURST, J. **Air pollution control technology**. Amsterdam-Oxford-New York: Elsevier; 1987.

BRILHANTE, O. M. & TAMBELLINI, A. M. Particulate suspended matters and cases of respiratory disease in Rio de Janeiro city (Brazil). **Int J Environ Health Res**, 12:169-74, 2002.

CARVALHO, M. S. M. V. Desafios contemporâneos de gestão. **Revista de Administração Pública**, 38:307-16, 2004.

CASTRO, B. A. & ARAÚJO, M. A. D. Gestão dos resíduos sólidos sob a ótica da agenda 21: um estudo de caso em uma cidade nordestina. **Revista de Administração Pública**, 38:561-87, 2004.

CASTRO, H. M.; GOUVEIA, N. & ESCAMILLA-CEJUDO, J. A. Methodological issues of the research on the health effects of air pollution. **Rev Bras Epidemiol**, 6:135-49, 2003.

CAVALCANTI, P. M. S. **Avaliação dos impactos causados na qualidade ar pela geração termelétrica**. Tese de Mestrado apresentada no Programa de Pós-graduação em Engenharia da COPPE, Rio de Janeiro: UFRJ; 2003.

CEPIS – Centro Panamericano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente. **Red Panamericana de Muestreo de la Contaminación (REDPANAIRE), informe final 1967-1980**. Lima: CEPIS, 1982.

\_\_\_\_\_. Programa Regional de Evaluación de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire en América Latina y el Caribe. Lima: CEPIS, 2001.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2002**. São Paulo: CETESB, 2003.

\_\_\_\_\_. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2006**. São Paulo: CETESB, 2007.

CIDE – FUNDAÇÃO CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO. **Rio de Janeiro em dados**. Rio de Janeiro: Fundação CIDE, 2006. Disponível em <<http://www.cide.rj.gov.br>>. Acesso em 23 Set 2007.

CONCEIÇÃO, G. M.; MIRAGLIA, S. G.; KISHI, H. S.; SALDIVA, P. H. N. & SINGER, J. M. Air pollution and child mortality: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. **Environ Health Perspect**, 109(Suppl 3):347-50, 2001.

CONPET. **Programa nacional da racionalização do uso dos derivados do petróleo e do gás natural**. Disponível em <<http://www.petrobras.com.br/conpet>>. Acesso em 01 Abr 2004.

CRESPO, S. Meio ambiente, desenvolvimento e sustentabilidade: O que pensa o povo brasileiro? **Revista Debates Sócioambientais**, 9: 24-5, 1998.

CSILLAG, C. Turning point. Environmental health in Brazil. **Environ Health Perspect**, 108:A504-11, 2000.

CULSHAW, M. G.; NATHANAIL, C. P.; LEEKS, G. J. L.; ALKER, S.; BRIDGE, D.; DUFFY, T. et al. The role of web-based environmental information in urban planning: the environmental information system for planners. **Science of The Total Environment**, 360:233-45, 2006.

D'AMATO, G. Environment urban factor (air pollution and allergens) and the rising trends in allergic respiratory diseases. **Allergy**, 57(Suppl.72):30-33, 2002.

DALES, R. E.; CAKMAK, S.; BURNETT, R. T.; JUDEK, S.; COATES, F. & BROOK, J. R.. Influence of ambient fungal spores on emergency visits for asthma to a Regional Children's Hospital. **Am J Respir Crit Care Med**, 162:2087-90, 2000.

DAUMAS, R. P.; MENDONÇA, G. A. & PONCE DE LEON, A. C. A poluição do ar e a mortalidade em idosos no Município do Rio de Janeiro: análise de série temporal. **Cad Saúde Pública**, 38:311-19, 2004.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo. CETESB. 1992.

DETRAN-RJ – DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO & FEEMA – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **Poluição Veicular no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: FEEMA, 2001.

DUARTE, C. M. R. Qualidade de vida e indicadores de saúde: aspectos da mortalidade infantil no Estado do Rio de Janeiro e suas regiões. **Cad. Saúde Públ**, 8:414-27, 1992.

DUCHIADE, M. P. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Cad Saúde Públ**, 8:115-37, 1992.

\_\_\_\_\_ & BELTRÃO, K. I. Mortalidade infantil por causas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 1976-1986: associação com variáveis socioeconômicas, climáticas e ligadas à poluição do ar. **Rev Bras Est Pop**, 9:311-30, 1992.

EAGLEMAN, J. R. **Meteorology: the atmosphere in action**. 2 ed. Belmont, Wadsworth Publishing Company, 1985.

EEA – EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **Atmospheric Emission Inventory Guidebook**. 3ed. Copenhagen: EEA; 2003.

\_\_\_\_\_. **Environmental Signals 2002 – Benchmarking the millennium**. Environmental Assessment Report no 9. Denmark: CCE; 2002.

ETI – Environnement et Technologie International. **Relatório de estudo de viabilidade do sistema nacional de monitoramento da qualidade do ar**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2000.

EVANS, M. F. & SMITH, V. K. Do new health conditions support mortality–air pollution effects? **J Environ Econom Management**, 50:496-518, 2005.

FARAH, M. A. **Caracterização do petróleo e seus produtos. Apostila do curso de formação de engenheiros de processamento**. 2ª Revisão. Universidade Cooperativa da Petrobrás; Rio de Janeiro: Petrobrás, 2003.

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente, GTZ – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Krätzig Ingenieurgesellschaft & UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: relatório de resultados obtidos através de campanha expedita de monitoramento realizada de maio a dezembro de 1994**. Rio de Janeiro. 1995.

FEEMA – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **Caracterização da qualidade do ar na Bacia Aérea III do Estado do Rio de Janeiro: Iniciativa do Ar Limpo das Cidades Latino-americanas**. Rio de Janeiro. FEEMA, 1999.

\_\_\_\_\_. **Inventário de Fontes Emissoras de Poluentes Atmosféricos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: FEEMA; 2004a.

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de qualidade do ar 2003**. Rio de Janeiro: FEEMA; 2004b.

FILLEUL, L.; ZEGHNOUN, A.; DECLERCQ, C.; LE GOASTER, C.; LE TERTRE, A.; EILSTEIN, D. et al.. Relations à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et la mortalité respiratoire: la place des études temporelles. Exemple de l'Étude des 9 Villes (PSAS-9). **Rev Mal Respir** 18:387-95, 2001.

FUNTOWICZ, S. & DE MARCHI, B. **Ciencia Posnormal. Complejidad Reflexiva y Sustentabilidad**. In: Leff E, editor. **La Complejidad Ambiental**. Mexico: Siglo XXI; 2000.

GARCIA, R. **Combustíveis e combustão industrial**. Rio de Janeiro. Interciência, 2002.

GEIPOT – GRUPO EXECUTIVO DE INTEGRAÇÃO DA POLÍTICA DE TRANSPORTES. **Anuário Estatístico de Transportes 2001**. Disponível em <http://www.geipot.gov.br>. Acesso em 01 Abr 2006.

GEOBRASIL. **Estado da saúde e do meio ambiente**. In: **GEO Brasil 2002 - Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: Edições Ibama; 2002.

GOUVEIA, N. & FLETCHER, T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis. **Occup Environ Méd**, 57:477-83, 2000.

GOUVEIA, N.; BREMNER, S. A. & NOVAES, H. M. Association between ambient air pollution and birth weight in Sao Paulo, Brazil. **J Epidemiol Community Health**., 58:11-17, 2004.

GUIMARÃES, P. V.; DEMAJOROVIC, J. & OLIVEIRA, R.G. Estratégias

empresariais e os instrumentos econômicos de gestão ambiental. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, 2:29-34, 1995.

HACON, S.; BARROCAS, P. & SICILIANO, S. Avaliação de risco para a saúde humana: uma contribuição para a gestão integrada de saúde e ambiente. **Cadernos Saúde Coletiva**, 13:811-36, 2005.

HAJAT, S.; ANDERSON, H. R.; ATKINSON, R. W.; HAINES, A. & SEATON, A. Effects of air pollution on general practitioner consultations for upper respiratory disease in London. **Occup Environ Med**, 59:294-99, 2002.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria 85, de 17 de outubro de 1996. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 21 Out 1996. Seção 1, p. 8792-95.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente 2002**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; 2005.

IES – INSTITUTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. Considerações sobre os efeitos da poluição atmosférica. In: III Congresso Brasileiro de Engenharia e Indústria. Estado da Guanabara; 1966.

\_\_\_\_\_. Efeitos da poluição atmosférica sobre a visibilidade na Cidade do Rio de Janeiro. In: V Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Recife; 1969.

\_\_\_\_\_. Poluição atmosférica no Brasil. In: Seminário Latino Americano de Poluição do Ar. Rio de Janeiro; 1968.

IGNOTTI, E., HACON, S. S., SILVA, A. M. C., JUNGER, W. L. & CASTRO, H. Efeitos das queimadas na Amazônia: métodos de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. **Rev Bras Epidemiol**, 4: 453-64, 2007.

IPP – Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. **Indicadores ambientais da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Urbanismo /

Secretaria Municipal de Meio Ambiente; 2005.

LA ROVERE, E. L. (coordenador). **Relatório Técnico – Avaliação do programa de inspeção e manutenção de veículos em uso do Rio de Janeiro**. Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente – LIMA, Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas, e Estudos Tecnológicos – COPPETEC, Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente – FEEMA. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2002.

LATHA, K. M. & HIGHWOOD, E. J. Studies on particulate matter (PM10) and its precursors over urban environment. **JQSRT**, 101:367-379, 2006.

LAVE, L. B. & SESKIN, E. P. An analyses of the association between U.S. mortality and air pollution. **J Am Stat Assoc**, 68:284-90, 1973.

LEBOWITZ, M. D.; TOYAMA, T. & MCCARROL, J. The relationship between air pollution and weather as stimuli and daily mortality as response in Tokyo, Japan wiyh comparisions with other cities. **Environ Res**, 6:327-33, 1973.

LIN, C. A.; PEREIRA, L. A.; NISHIOKA, D. C.; CONCEIÇÃO, G. M.; BRAGA, A. L. & SALDIVA, P. H. Air pollution and neonatal deaths in Sao Paulo, Brazil. **Braz J Med Biol Res**, 37:765-70, 2004.

LOUREIRO, L. N. **Panorâmica sobre emissões atmosféricas. Estudo de caso: avaliação do inventário de emissões atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para fontes móveis**. Tese de Mestrado apresentada no Programa de Pós-graduação em Engenharia da COPPE, Rio de Janeiro: UFRJ; 2005.

MAIA, L. F. P. G.; MARTINS, E.; MONCUNNIL, D. F. & FREITAS, P. R. C. Alguns aspectos climatológicos do ar superior no Rio de Janeiro. In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Salvador,. p. 399-404, 1990.

MAIA, L. F. P .G. **Estudo de dimensionamento da rede de monitoramento da qualidade do ar para cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAC; 1997.

MARTINS, L. C.; LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A.; GONÇALVES, F. L. T.; SALDIVA, P. H. N. & BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública**, 36:88-94, 2002.

MEDIAVILLA-SAHAGÚN, A. & APSIMON, H. M. Urban scale integrated assessment for London: Which emission reduction strategies are more effective in attaining prescribed PM10 air quality standards by 2005? **Environmental Modelling & Software**, 21:501-13, 2006.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, IMS – INSTITUTO DE MEDICINA SOCIAL & CESTEJ – CENTRO DE ESTUDOS DA SAÚDE DO TRABALHADOR E ECOLOGIA HUMANA. **Qualidade do ar e efeitos na saúde da população do Município do Rio de Janeiro: relatório de conclusão**. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente. 2005.

MOREIRA, A. Curso de Poluição Atmosférica na Indústria de Petróleo. Rio de Janeiro: Universidade Corporativa da Petrobrás; Rio de Janeiro: Petrobrás, 2004.

MOREIRA, D. & TIRABASSI, T. Modelo matemático de dispersão de poluentes na atmosfera: um instrumento técnico para gestão ambiental. **Ambiente & Sociedade**, Vol. VII, 2, 159-173, 2004.

MOURA, M. **Qualidade do ar e atendimentos médicos de emergência por sintomas respiratórios em crianças residentes em Jacarepaguá, Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do IMS, Rio de Janeiro: UERJ; 2006.

NOVAES, W. **A década do impasse. Da Rio-92 à Rio+10**. São Paulo: Estação Liberdade; 2002.

OLIVEIRA, J. A. P. Análise da situação da gestão ambiental nas indústrias do estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**, 38:261-86, 2004.

\_\_\_\_\_. Desafios do planejamento em políticas: diferentes visões e práticas. **Revista de Administração Pública**, 40:273-88, 2006.

OLIVEIRA, J. L. F.; SANTOS, I. A.; ROSAS, R. O. & LANDAU, L. Bacia Aérea III: uma unidade de gerenciamento da qualidade do ar da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. In: 1º Congresso Acadêmico Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004. p. 111.

OLIVEIRA, V. & FERREIRA, A. P. Use of indicator as the basis to evaluate the exposure to PM10 air pollution and its significance in public health: case study - Rio de Janeiro, Brazil. **Rev Biomed**,18:117-24, 2007a.

\_\_\_\_\_. Poluição do ar e saúde ambiental na cidade do Rio de Janeiro: contribuição para a definição de estratégias de monitoramento. **Revista Eletrônica do Prodem**, 1:7-22, 2007b.

\_\_\_\_\_. Brazilian environmental legislation: adverse health impacts by air pollution – a review. **Revista Saúde e Ambiente**, 1: 57-65, 2008.

OMS – Organización Mundial de la Salud. **Guías para la calidad del aire**. Ginebra, OMS; 2000.

\_\_\_\_\_ & PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. GEMS/AIRE. **Programa Mundial de Vigilancia y Evaluación de la Calidad del Aire Urbano**. Ginebra: OMS, 1993.

ONURSAL, B. & GAUTAM, S. P. **Vehicular air pollution: experiences from seven latino american**. World Bank Technical Paper, nº. 373 Washington DC: World Bank, 1997.

PIRES, D. O. **Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua contribuição para a poluição do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese de Mestrado apresentada no Programa de Pós-graduação em Engenharia da COPPE, Rio de Janeiro: UFRJ; 2005.

QUITÉRIO, S. L.; SOUSA, C. R.; ARBILLA, G. & ESCALEIRA, V. Evaluation of levels, sources and distribution of airborne trace metals in seven districts of Baixada

- Fluminense, Rio de Janeiro, Brazil. **Atmospheric Environment**, 39: 3503-12, 2005.
- RIEDIKER, M.; MONN, C.; KOLLER, T.; STAHEL, W. & WÜTHRICH, B. Air pollutants enhance rhinoconjunctivitis symptoms in pollen-allergic individuals. **Ann Allergy Asthma Immunol**, 87:311-18, 2001.
- RIOS, J. L. M.; BOECHAT, J. L.; SANTAN'ANA, C. C. & FRANÇA, A. .. Atmospheric pollution and the prevalence of the asthma: study among schoolchildren of 2 areas in Rio de Janeiro, Brazil. **Ann Allergy Asthma Immunol**, 92:629-64, 2004.
- ROMIEU, I.; SAMET, J. M.; SMITH, K. R. & BRUCE, N. Outdoor air pollution and acute respiratory infections among children in developing countries. **Occup Environ Méd**, 44:640-49, 2002.
- SALDIVA, P. H. N.; POPE, C. A., SCHWARTZ, J., DOCKERY, D. W.; LICHTENFELS, A. J.; SALGE, J. M. et al. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brazil. **Arch Environ Health**, 2:159-163, 1995.
- SANTOS, R. S. & RIBEIRO, E. M. Poder municipal: participação, descentralização e políticas inovadoras. **Revista de Administração Pública**, 39:703-29, 2005.
- SCHIMMEL, H. & MURAWSKI, T. J. The relation of air pollution to mortality. **J Occup Med**, 18:316-33, 1976.
- SCHWARTZ, J. & MARCUS, A. Mortality and air pollution in London: a time series analysis. **Am J Epidemiol**; 131:185-94, 1990.
- SCHWARTZ, J. Air pollution and daily mortality: a review and meta analysis. **Environ Res**, 64:36-52, 1994.
- SEGALA, C.; FAUROUX, B.; JUST, J.; PASCUAL, L.; GRIMFELD, A. & NEUKIRCH, F. Short-term of winter air pollution on respiratory health asthmatic children in Paris. **Eur Respir J**, 11:677-85, 1998.

SHER, E. Editor. **Handbook of air pollution from internal combustion engines: pollutant formation and control**. Paris: Lavoisier; 1998.

SILVA, C. T. C. **Bacia Aérea III da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: caracterização, fontes poluidoras do ar e redelimitação com apoio de sistema de informações georreferenciadas**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentada no Curso de Geografia. Niterói: UFF, 2003.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cad Saúde Pública**, 13:585-93, 1997.

SOARES, B. E. C. & FERREIRA, A. P. Desenvolvimento sustentável e biodiversidade: Gestão racional e ecológica dos recursos ambientais. **Biotecnologia ciência & desenvolvimento**, 33:72-75, 2004.

STEWART, C. T. **Air pollution, human health and public policy**. 1ed. Massachusetts: LexingBooks, 1984.

STRUM, M.; COOK, R.; THURMAN, J.; ENSLEY, D.; POPE, A.; PALMA, T. et al. Projection of hazardous air pollutant emissions to future years. **Science of The Total Environment**, 366:590-601, 2006.

TELLES FILHO, P. D. **Asma brônquica**. Disponível em <<http://www.asmabronquica.com.br/medical/>>. Acesso em 01 Out 2005.

TRASANDE, L. & THURSTON, G. D. The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities. Update review. **J Allergy Clin Immunol**, 115:689-99, 2005.

TSAI, Y. I. & CHEN, C. L. Characterization of Asian dust storm and non-Asian dust storm PM<sub>2.5</sub> aerosol in southern Taiwan. **Atmospheric Environment**, 40: 4734-50, 2006.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. **Integrating environment and development: 1972 - 2002**. In: **Global Environmental Outlook 3 - Past, present and future Perspectives**. London: Earthscan Publications; 2002.

USEPA – U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **AP-42. Compilation of air pollutant emission factor vol. 1: Stationary point and area sources. Introduction.** 5ed. 1995. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em 10 Jan 2008.

\_\_\_\_\_. **Handbook for criteria pollutant inventory development: a beginner's guide for point and area sources.** Washington DC; 1999. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em 10 Jan 2008.

\_\_\_\_\_. **National Ambient Air Quality Standards (NAAQS).** Washington DC; 2002. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em 10 Jan 2008.

WEITZENFELD, H. & ROMIEU, I. **Resultados de la encuesta sobre la situación de la contaminación del aire en América Latina y El Caribe.** Metepec: ECO, 1990.

WILLIAMS, M. Air pollution and policy – 1952-2002. **Science of the Total Environment.** 334-335: 15-20, 2004.

WORLD BANK. **Environmental guidelines for new plants.** Washington DC: World Bank; 1995.

XIAO, F.; BRAJER, V. & MEAD, R. W. Blowing in the wind: the impact of China's Pearl River Delta on Hong Kong's air quality. **Science of The Total Environment,** 367:96-111, 2006.

XU, X.; LI, B. & HUANG, H. Air pollution and unschedule hospital outpatient and emergency room visits. **Environ Health Perspect,** 103:286-89, 1995.

**ANEXO 1****PESQUISA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE AÇÕES PARA A MELHORIA DA  
QUALIDADE DO AR E SUA RELAÇÃO COM OS EFEITOS À SAÚDE NA  
REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO VISANDO A  
CONSTRUÇÃO DE GESTÃO SÓCIO-AMBIENTAL A PARTIR DO CENÁRIO  
ATUAL****ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SÉRGIO AROUCA  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ****Identificação**

1. Nome  
2. Instituição:  
3. Formação básica (tempo de formado):  
4. Função:  
5. Pós-graduação (qual, quando e em que área de concentração):

**Envolvimento com o tema**

6. Qual a sua área prioritária atualmente de atuação?

- Saúde  
 Meio ambiente  
 Outros: \_\_\_\_\_

7. A quanto tempo trabalha diretamente ou indiretamente com qualidade do ar?

- Menos de 1 ano  
 1 – 5 anos  
 5 – 10 anos  
 Acima de 10 anos

8. (a) Diante da sua dinâmica diária de trabalho, como você define qualidade do ar?

(b) Qual a sua opinião sobre a representatividade dos padrões de qualidade do ar atuais quanto a segurança à saúde da população exposta?

(c) Quais os melhores indicadores para a qualidade do ar para sua região?

9. Como você avalia as redes de monitoramento de qualidade do ar na sua área/região de atuação.

- Satisfatória
- Insatisfatória
- Inexistente

Comentário:

10. Como você avalia os resultados gerados pelas redes de monitoramento de qualidade do ar na sua área/região de atuação.

- Satisfatória
- Insatisfatória
- Indisponível
- Inexistente

Comentário:

11. Como você avalia o número de estações de monitoramento da qualidade do ar, o número de poluentes medidos e a localização destas estações na sua área/região de atuação.

- Satisfatória
- Insatisfatória
- Inexistente

Comentário:

12. Como você avalia a relação entre as medições das estações de monitoramento da

qualidade do ar e o grau de acometimentos/agravos relacionados a problemas cardio-respiratórios na população exposta na sua área/região de atuação.

- Há uma relação direta comprovada a partir de estudos/projetos desenvolvidos por sua instituição
- Há uma relação direta comprovada a partir da consulta a literatura técnica desenvolvida em outras instituições nacionais/internacionais
- Há uma relação direta comprovada a partir da observação informal de ambos os resultados
- Não é possível estabelecer relação entre as medições das estações de monitoramento da qualidade do ar e o grau de acometimentos/agravos relacionados a problemas cardio-respiratórios por falta de sistematização e/ou disponibilização dos dados
- Não há relação

Comentário:

13. Qual a maior dificuldade para a manutenção das estações de monitoramento da qualidade do ar visando a avaliação e a adoção de ações para a melhoria da qualidade do ar?

- Alto custo das redes automáticas de monitoramento
- Desconhecimento técnico quanto aos equipamentos envolvidos
- Dificuldades operacionais para a obtenção de dados das redes manuais
- Confiabilidade e representatividades das redes de monitoramento
- Falta de políticas públicas que priorizem a avaliação e a melhoria da qualidade do ar, melhorando a saúde da população
- Outros: \_\_\_\_\_

Comentário:

14. Com relação a intersectorialidade, como são formuladas as ações em qualidade do ar

em sua área/região de atuação?

- Os projetos de avaliação e melhoria da qualidade do ar são planejados e implantados de forma integrada aos projetos de avaliação e melhoria das condições de saúde da população, desde sua concepção até a sua conclusão/re-avaliação
- Os projetos de avaliação e melhoria da qualidade do ar são planejados de forma independente dos projetos de avaliação e melhoria das condições de saúde da população, entretanto, busca-se uma convergência na sua implantação.
- Os projetos de avaliação e melhoria da qualidade do ar são planejados e implantados de forma independente dos projetos de avaliação e melhoria das condições de saúde da população

Comentário:

15. Como se dá a participação da população na concepção, planejamento, implantação e avaliação dos projetos visando a melhoria da qualidade do ar e da qualidade das condições de saúde sua área/região de atuação?

- Diretamente através dos conselhos de meio ambiente e/ou saúde em todas as etapas
- Diretamente através dos conselhos de meio ambiente e/ou saúde em apenas algumas etapas: \_\_\_\_\_
- Indiretamente através de mídia
- O tema qualidade do ar não mobiliza a população
- Não há participação da população

16. Diante da sua experiência, quais ações você acredita deveriam ser adotadas para a melhoria da qualidade do ar e proteção à saúde da população na região?

17. Quais instrumentos de gestão você acredita que devem ser adotados/enfatizados na formulação de políticas públicas para a melhoria da qualidade do ar?

18. A operação e a manutenção de redes automáticas de avaliação da qualidade do ar têm demonstrado descontinuidades em diferentes regiões do Brasil. Na sua visão:

(a) O poder público e/ou iniciativa privada devem investir em melhoria da qualidade do ar? Por quê?

(b) Você acredita que altos investimentos em monitoração, avaliação e ações para a melhoria da qualidade do ar podem ser vistos como economicamente vantajosos se comparados aos gastos com saúde pública?

(c) Como garantir a manutenção/sustentabilidade/continuidade das políticas públicas para a monitoração, avaliação e ações para a melhoria da qualidade do ar?

19. Na sua visão, num cenário de construção de sistema de gestão integrado de qualidade do ar qual deveria ser o papel:

a. da união

b. dos estados

c. das prefeituras

d. da iniciativa privada

e. das universidades e dos centros de pesquisa

f. da sociedade em geral

Comentários:

20. Quais os projetos em curso na sua instituição para a monitoração, avaliação e/ou melhoria da qualidade do ar e da saúde da população exposta, em particular no que diz respeito aos problemas cardio-respiratórios?

ANEXO 2CONCENTRAÇÕES DE PM 10, SO<sub>2</sub> E CO ENTRE 2001 E 2004

## Partículas Inaláveis em São Cristóvão

Estação : São Cristóvão		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01	20	60	169	127	0	0	0	0
Fev/01	9		124	123	0	0	0	0
Mar/01	3		84	76	0	0	0	0
Abr/01	19	64	228	222	0	0	0	0
Mai/01	29	60	197	194	0	0	0	0
Jun/01	26	68	669	552	0	0	0	0
Jul/01	31	74	264	251	0	0	0	0
Ago/01	28	86	532	503	1	0	0	0
Set/01	30	52	650	309	0	0	0	0
Out/01	27	50	239	200	0	0	0	0
Nov/01	30	52	209	192	0	0	0	0
Dez/01	31	52	173	156	0	0	0	0
Jan/02	27	82	314	271	0	0	0	0
Fev/02	28	66	255	253	0	0	0	0
Mar/02	31	69	218	216	0	0	0	0
Abr/02	30	81	470	422	1	0	0	0
Mai/02	31	62	697	483	1	0	0	0
Jun/02	30	105	618	605	3	0	0	0
Jul/02	31	68	474	436	1	0	0	0
Ago/02	28	90	383	376	1	0	0	0
Set/02	27	60	323	233	0	0	0	0
Out/02	29	94	400	379	0	0	0	0
Nov/02	26	61	411	239	0	0	0	0
Dez/02	31	56	349	340	0	0	0	0
Jan/03	31	53	251	245	0	0	0	0
Fev/03	21	85	588	528	1	0	0	0
Mar/03	24	51	225	183	0	0	0	0
Abr/03	27	61	507	341	0	0	0	0
Mai/03	31	71	376	373	0	0	0	0
Jun/03	30	87	434	294	1	0	0	0

Jul/03	29	73	206	201	0	0	0	0
Ago/03	31	50	165	137	0	0	0	0
Set/03	30	54	318	211	0	0	0	0
Out/03	29	49	174	131	0	0	0	0
Nov/03	25	48	356	144	0	0	0	0
Dez/03	31	46	158	119	0	0	0	0
Jan/04	28	42	112	105	0	0	0	0
Fev/04	29	41	143	132	0	0	0	0
Mar/04	30	40	93	83	0	0	0	0
Abr/04	30	47	109	99	0	0	0	0
Mai/04	31	59	255	247	0	0	0	0
Jun/04	30	74	287	242	0	0	0	0
Jul/04	30	52	218	196	0	0	0	0
Ago/04	31	55	166	150	0	0	0	0
Set/04	28	64	217	176	0	0	0	0
Out/04	31	52	136	103	0	0	0	0
Nov/04	30	49	128	104	0	0	0	0
Dez/04	31	50	110	105	0	0	0	0

## Partículas Inaláveis em Saens Pena

Estação : Saens Peña		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01	30	56	146	129	0	0	0	0
Fev/01	26	59	149	144	0	0	0	0
Mar/01	26	62	232	135	0	0	0	0
Abr/01	30	57	138	133	0	0	0	0
Mai/01	31	59	234	196	0	0	0	0
Jun/01	28	63	175	163	0	0	0	0
Jul/01	31	65	303	246	0	0	0	0
Ago/01	31	71	245	199	0	0	0	0
Set/01	27	57	176	166	0	0	0	0
Out/01	19	47	127	126	0	0	0	0
Nov/01								
Dez/01								
Jan/02	9		134	125	0	0	0	0
Fev/02	28	47	192	110	0	0	0	0
Mar/02	29	60	355	162	0	0	0	0
Abr/02	30	63	180	174	0	0	0	0
Mai/02	28	49	181	113	0	0	0	0
Jun/02	27	68	288	186	0	0	0	0
Jul/02	31	54	161	142	0	0	0	0
Ago/02	31	63	207	165	0	0	0	0
Set/02	30	48	167	109	0	0	0	0
Out/02	30	78	156	155	0	0	0	0
Nov/02	30	58	168	128	0	0	0	0
Dez/02	31	55	131	124	0	0	0	0
Jan/03	31	50	132	111	0	0	0	0
Fev/03	26	58	127	114	0	0	0	0
Mar/03	31	48	117	112	0	0	0	0
Abr/03	24	49	125	121	0	0	0	0
Mai/03	31	46	184	163	0	0	0	0
Jun/03	30	69	214	213	0	0	0	0
Jul/03	31	64	200	188	0	0	0	0
Ago/03	31	48	146	138	0	0	0	0
Set/03	30	50	120	118	0	0	0	0

Out/03	31	47	188	103	0	0	0	0
Nov/03	30	45	100	97	0	0	0	0
Dez/03	31	45	112	99	0	0	0	0
Jan/04	31	43	106	93	0	0	0	0
Fev/04	29	44	106	102	0	0	0	0
Mar/04	31	47	140	112	0	0	0	0
Abr/04	30	48	100	96	0	0	0	0
Mai/04	31	51	151	148	0	0	0	0
Jun/04	30	57	175	170	0	0	0	0
Jul/04	31	44	172	143	0	0	0	0
Ago/04	31	55	229	203	0	0	0	0
Set/04	29	64	156	149	0	0	0	0
Out/04	31	44	114	88	0	0	0	0
Nov/04	30	42	140	100	0	0	0	0
Dez/04	31	44	99	97	0	0	0	0

## Partículas Inaláveis no Largo da Carioca

Estação : Largo da Carioca		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01								
Fev/01	27	78	175	159	0	0	0	0
Mar/01	17		161	142				
Abr/01	30	93	233	220	0	0	0	0
Mai/01	31	89	222	215	0	0	0	0
Jun/01	30	89	212	211	0	0	0	0
Jul/01	31	97	322	306	1	0	0	0
Ago/01	29	97	626	612	2	0	0	0
Set/01	27	78	171	154	0	0	0	0
Out/01	31	70	208	176	0	0	0	0
Nov/01	30	81	166	155	0	0	0	0
Dez/01	25	76	177	170	0	0	0	0
Jan/02	9		180	165				
Fev/02	24	73	143	142	0	0	0	0
Mar/02	31	89	200	174	0	0	0	0
Abr/02	30	91	277	212	1	0	0	0
Mai/02	31	79	239	212	0	0	0	0
Jun/02	30	108	293	288	2	0	0	0
Jul/02	23	82	170	162	1	0	0	0
Ago/02	6		176	167				
Set/02	12		141	139				
Out/02								
Nov/02	9		171	114				
Dez/02	31	61	129	126	0	0	0	0
Jan/03	31	56	194	160	0	0	0	0
Fev/03	28	65	418	145	0	0	0	0
Mar/03	31	61	149	120	0	0	0	0
Abr/03	29	62	163	142	0	0	0	0
Mai/03	30	67	158	151	0	0	0	0
Jun/03	30	82	234	218	0	0	0	0
Jul/03	31	75	244	177	0	0	0	0
Ago/03	29	59	155	144	0	0	0	0
Set/03	30	63	206	169	0	0	0	0

Out/03	31	63	182	173	0	0	0	0
Nov/03	30	62	172	163	0	0	0	0
Dez/03	31	72	173	172	0	0	0	0
Jan/04	31	65	156	153	0	0	0	0
Fev/04	29	63	433	163	0	0	0	0
Mar/04	31	61	144	137	0	0	0	0
Abr/04	23	67	140	135	0	0	0	0
Mai/04	31	70	187	186	0	0	0	0
Jun/04	30	77	197	187	0	0	0	0
Jul/04	8	58	143	140	0	0	0	0
Ago/04	10	62	170	158	0	0	0	0
Set/04	17	50	122	107	0	0	0	0
Out/04	30	45	134	105	0	0	0	0
Nov/04	30	45	122	118	0	0	0	0
Dez/04	31	43	108	103	0	0	0	0

## Partículas Inaláveis em Arcoverde

Estação : Arcoverde		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01	5		249	91				
Fev/01	23	51	177	134	0	0	0	0
Mar/01	30	59	158	157	0	0	0	0
Abr/01	30	61	292	163	0	0	0	0
Mai/01	27	60	262	169	0	0	0	0
Jun/01	30	64	170	159	0	0	0	0
Jul/01	31	65	246	166	0	0	0	0
Ago/01	31	67	304	178	0	0	0	0
Set/01	27	55	175	172	0	0	0	0
Out/01	30	42	309	152	0	0	0	0
Nov/01	30	45	146	136	0	0	0	0
Dez/01	27	33	75	73	0	0	0	0
Jan/02	19		269	105				
Fev/02	1		83					
Mar/02	31	62	268	183	0	0	0	0
Abr/02	29	32	155	150	0	0	0	0
Mai/02	30	37	229	146	0	0	0	0
Jun/02	30	78	281	185	0	0	0	0
Jul/02	31	53	142	117	0	0	0	0
Ago/02	31	67	200	199	0	0	0	0
Set/02	30	56	233	182	0	0	0	0
Out/02	28	82	414	278	1	0	0	0
Nov/02	30	49	136	131	0	0	0	0
Dez/02	31	48	141	127	0	0	0	0
Jan/03	30	41	230	205	0	0	0	0
Fev/03	28	53	201	174	0	0	0	0
Mar/03	31	44	134	108	0	0	0	0
Abr/03	30	39	131	129	0	0	0	0
Mai/03	31	47	154	150	0	0	0	0
Jun/03	30	67	226	200	0	0	0	0
Jul/03	29	59	146	139	0	0	0	0
Ago/03	31	44	138	107	0	0	0	0
Set/03	30	47	136	109	0	0	0	0

Out/03	31	44	151	139	0	0	0	0
Nov/03	30	45	118	117	0	0	0	0
Dez/03	30	51	317	184	0	0	0	0
Jan/04	31	46	162	159	0	0	0	0
Fev/04	29	42	258	195	0	0	0	0
Mar/04	31	40	190	122	0	0	0	0
Abr/04	30	43	301	217	0	0	0	0
Mai/04	31	48	421	260	0	0	0	0
Jun/04	30	48	145	138	0	0	0	0
Jul/04	31	32	139	136	0	0	0	0
Ago/04	31	41	620	218	0	0	0	0
Set/04	30	43	144	109	0	0	0	0
Out/04	31	30	118	108	0	0	0	0
Nov/04	30	39	189	185	0	0	0	0
Dez/04	29	39	256	126	0	0	0	0

## Dióxido de Enxofre em São Cristóvão

Estação : São Cristóvão		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01		3	44	32	0	0	0	0
Fev/01		15	290	246	0	0	0	0
Mar/01		17	139	119	0	0	0	0
Abr/01		15	198	143	0	0	0	0
Mai/01		15	145	121	0	0	0	0
Jun/01		19	211	114	0	0	0	0
Jul/01		16	133	119	0	0	0	0
Ago/01		12	115	105	0	0	0	0
Set/01		7	108	76	0	0	0	0
Out/01		8	145	50	0	0	0	0
Nov/01		9	72	64	0	0	0	0
Dez/01		7	125	80	0	0	0	0
Jan/02		10	113	77	0	0	0	0
Fev/02		12	109	101	0	0	0	0
Mar/02		14	162	155	0	0	0	0
Abr/02		15	252	178	0	0	0	0
Mai/02		11	237	97	0	0	0	0
Jun/02		16	141	138	0	0	0	0
Jul/02		9	97	74	0	0	0	0
Ago/02		12	94	86	0	0	0	0
Set/02		7	50	42	0	0	0	0
Out/02		9	99	60	0	0	0	0
Nov/02		6	99	89	0	0	0	0
Dez/02		5	58	50	0	0	0	0
Jan/03		6	91	56	0	0	0	0
Fev/03		10	64	52	0	0	0	0
Mar/03		9	216	106	0	0	0	0
Abr/03		7	156	91	0	0	0	0
Mai/03		13	350	150	0	0	0	0
Jun/03		16	214	134	0	0	0	0
Jul/03		14	146	127	0	0	0	0
Ago/03		11	248	206	0	0	0	0
Set/03		9	55	54	0	0	0	0

Out/03	29	8	50	46	0	0	0	0
Nov/03	27	9	101	82	0	0	0	0
Dez/03	29	5	51	43	0	0	0	0
Jan/04	29	6	75	56	0	0	0	0
Fev/04	29	7	208	62	0	0	0	0
Mar/04	30	7	98	72	0	0	0	0
Abr/04	30	9	64	63	0	0	0	0
Mai/04	31	10	101	82	0	0	0	0
Jun/04	30	14	85	77	0	0	0	0
Jul/04	29	10	96	69	0	0	0	0
Ago/04	27	8	122	73	0	0	0	0
Set/04	26	8	105	50	0	0	0	0
Out/04	5	7	45	37	0	0	0	0
Nov/04								
Dez/04								

## Dióxido de Enxofre em Saens Pena

Estação : Saens Peña		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01		11	113	74	0	0	0	0
Fev/01		10	141	98	0	0	0	0
Mar/01		16	154	94	0	0	0	0
Abr/01		10	104	79	0	0	0	0
Mai/01		11	69	68	0	0	0	0
Jun/01		12	181	87	0	0	0	0
Jul/01		13	101	99	0	0	0	0
Ago/01		12	85	73	0	0	0	0
Set/01		8	127	118	0	0	0	0
Out/01		7	95	47	0	0	0	0
Nov/01		8	99	83	0	0	0	0
Dez/01		10	230	91	0	0	0	0
Jan/02		16	302	74	0	0	0	0
Fev/02		10	91	66	0	0	0	0
Mar/02		14	168	143	0	0	0	0
Abr/02		12	117	84	0	0	0	0
Mai/02		10	97	95	0	0	0	0
Jun/02		13	139	129	0	0	0	0
Jul/02		9	171	170	0	0	0	0
Ago/02		11	111	74	0	0	0	0
Set/02		6	67	60	0	0	0	0
Out/02		10	66	49	0	0	0	0
Nov/02		9	88	68	0	0	0	0
Dez/02		7	89	53	0	0	0	0
Jan/03		7	140	126	0	0	0	0
Fev/03		12	86	60	0	0	0	0
Mar/03		10	206	106	0	0	0	0
Abr/03		9	73	71	0	0	0	0
Mai/03		9	121	83	0	0	0	0
Jun/03		12	161	135	0	0	0	0
Jul/03		10	101	90	0	0	0	0
Ago/03		7	138	115	0	0	0	0
Set/03		6	54	39	0	0	0	0

Out/03	31	6	57	49	0	0	0	0
Nov/03	30	7	90	72	0	0	0	0
Dez/03	31	6	42	41	0	0	0	0
Jan/04	31	6	47	28	0	0	0	0
Fev/04	29	6	64	39	0	0	0	0
Mar/04	31	6	57	42	0	0	0	0
Abr/04	30	8	44	40	0	0	0	0
Mai/04	31	8	79	54	0	0	0	0
Jun/04	30	10	84	76	0	0	0	0
Jul/04	31	8	136	91	0	0	0	0
Ago/04	31	7	64	54	0	0	0	0
Set/04	28	6	100	61	0	0	0	0
Out/04	31	5	43	33	0	0	0	0
Nov/04	30	6	39	38	0	0	0	0
Dez/04	31	5	39	37	0	0	0	0

## Dióxido de Enxofre no Largo da Carioca

Estação : Largo da Carioca		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01								
Fev/01								
Mar/01		19	176	162	0	0	0	0
Abr/01		11	393	131	0	0	0	0
Mai/01		18	236	193	0	0	0	0
Jun/01		23	366	305	0	0	0	0
Jul/01		20	193	138	0	0	0	0
Ago/01		16	189	175	0	0	0	0
Set/01		11	94	69	0	0	0	0
Out/01		10	107	51	0	0	0	0
Nov/01		6	55	49	0	0	0	0
Dez/01		15	302	169	0	0	0	0
Jan/02		13	172	121	0	0	0	0
Fev/02		12	111	110	0	0	0	0
Mar/02		11	356	203	0	0	0	0
Abr/02		6	168	146	0	0	0	0
Mai/02		5	76	68	0	0	0	0
Jun/02		10	149	143	0	0	0	0
Jul/02		13	128	119	0	0	0	0
Ago/02		12	202	121	0	0	0	0
Set/02		9	93	79	0	0	0	0
Out/02		9	74	64	0	0	0	0
Nov/02		7	192	98	0	0	0	0
Dez/02		3	75	37	0	0	0	0
Jan/03		5	149	39	0	0	0	0
Fev/03		10	81	72	0	0	0	0
Mar/03		12	192	172	0	0	0	0
Abr/03		8	163	116	0	0	0	0
Mai/03		13	381	131	0	0	0	0
Jun/03		16	149	115	0	0	0	0
Jul/03								
Ago/03								
Set/03		8	100	94	0	0	0	0

Out/03	31	8	118	67	0	0	0	0
Nov/03	30	8	87	55	0	0	0	0
Dez/03	31	6	62	61	0	0	0	0
Jan/04	31	5	81	44	0	0	0	0
Fev/04	29	7	108	76	0	0	0	0
Mar/04	30	5	129	41	0	0	0	0
Abr/04	30	6	39	30	0	0	0	0
Mai/04	31	11	148	132	0	0	0	0
Jun/04	30	15	72	55	0	0	0	0
Jul/04	31	12	139	82	0	0	0	0
Ago/04	31	11	134	119	0	0	0	0
Set/04	29	9	113	81	0	0	0	0
Out/04	31	7	45	36	0	0	0	0
Nov/04	30	7	85	54	0	0	0	0
Dez/04	31	4	61	60	0	0	0	0

## Dióxido de Enxofre em Arcoverde

Estação : Arcoverde		Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Média	1ª Máxima	2ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01								
Fev/01								
Mar/01			15	189	154	0	0	0
Abr/01			14	219	98	0	0	0
Mai/01			14	129	117	0	0	0
Jun/01			15	106	105	0	0	0
Jul/01			15	122	102	0	0	0
Ago/01			10	78	60	0	0	0
Set/01			8	91	61	0	0	0
Out/01			8	71	61	0	0	0
Nov/01			9	74	69	0	0	0
Dez/01			10	138	69	0	0	0
Jan/02			10	93	89	0	0	0
Fev/02			10	59	54	0	0	0
Mar/02			12	116	91	0	0	0
Abr/02			8	133	84	0	0	0
Mai/02			10	112	70	0	0	0
Jun/02								
Jul/02								
Ago/02								
Set/02								
Out/02								
Nov/02			11	82	78	0	0	0
Dez/02			9	66	64	0	0	0
Jan/03			8	69	61	0	0	0
Fev/03			12	71	67	0	0	0
Mar/03			11	71	67	0	0	0
Abr/03			9	95	77	0	0	0
Mai/03			14	146	63	0	0	0
Jun/03			15	101	93	0	0	0
Jul/03			15	109	92	0	0	0
Ago/03			12	107	87	0	0	0
Set/03			9	127	77	0	0	0

Out/03	29	9	68	65	0	0	0	0
Nov/03	30	11	93	73	0	0	0	0
Dez/03	31	7	70	66	0	0	0	0
Jan/04	31	7	61	54	0	0	0	0
Fev/04	29	6	82	63	0	0	0	0
Mar/04	27	7	66	55	0	0	0	0
Abr/04	30	10	76	60	0	0	0	0
Mai/04	31	11	96	88	0	0	0	0
Jun/04	30	15	67	62	0	0	0	0
Jul/04	30	13	85	82	0	0	0	0
Ago/04	31	8	67	62	0	0	0	0
Set/04	26	8	66	51	0	0	0	0
Out/04	31	8	54	37	0	0	0	0
Nov/04	30	8	69	64	0	0	0	0
Dez/04	31	5	59	36	0	0	0	0

## Monóxido de Carbono em São Cristóvão

Estação : São Cristóvão		Concentração ( ppm )			Violação Padrão 24 hs				
Mês / Ano	Nº dias válidos	Máx.Méd. (1h)	Máx.Méd. (8h)	1ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM	
Jan/01			2,66	2,27	3,05	0	0	0	0
Fev/01			3,39	2,39	3,51	0	0	0	0
Mar/01			2,36	1,78	2,60	0	0	0	0
Abr/01			4,54	3,47	5,21	0	0	0	0
Mai/01			6,30	3,47	7,18	0	0	0	0
Jun/01			9,26	4,41	11,06	0	0	0	0
Jul/01			6,26	4,53	7,00	0	0	0	0
Ago/01			4,26	2,82	4,74	0	0	0	0
Set/01			2,62	1,49	3,34	0	0	0	0
Out/01			2,43	1,14	2,86	0	0	0	0
Nov/01			2,10	1,17	2,07	0	0	0	0
Dez/01			3,76	3,19	4,07	0	0	0	0
Jan/02			2,45	1,19	2,71	0	0	0	0
Fev/02			2,81	1,89	3,49	0	0	0	0
Mar/02			2,03	1,27	2,86	0	0	0	0
Abr/02			3,52	3,08	3,78	0	0	0	0
Mai/02			2,91	2,52	3,12	0	0	0	0
Jun/02			5,54	3,66	4,78	0	0	0	0
Jul/02			4,83	3,74	5,96	0	0	0	0
Ago/02			4,96	3,15	5,29	0	0	0	0
Set/02			5,11	3,48	5,74	0	0	0	0
Out/02			2,55	1,46	4,01	0	0	0	0
Nov/02			2,00	1,75	3,43	0	0	0	0
Dez/02			2,09	1,51	2,34	0	0	0	0
Jan/03			0,90	0,56	2,83	0	0	0	0
Fev/03			0,80	0,46	2,41	0	0	0	0
Mar/03			0,99	0,60	2,36	0	0	0	0
Abr/03			1,34	0,79	5,21	0	0	0	0
Mai/03			1,66	1,16	4,68	0	0	0	0
Jun/03			2,23	1,56	5,11	0	0	0	0
Jul/03			2,19	1,66	4,77	0	0	0	0
Ago/03			1,38	0,83	4,05	0	0	0	0
Set/03			1,09	0,73	3,30	0	0	0	0

Ou/03	29	3,11	2,22	3,23	0	0	0	0
Nov/03	28	2,46	1,64	2,72	0	0	0	0
Dez/03	31	2,96	2,27	4,96	0	0	0	0
Jan/04	30	2,09	1,30	2,27	0	0	0	0
Fev/04	29	2,21	1,26	2,41	0	0	0	0
Mar/04	30	1,78	1,36	1,93	0	0	0	0
Abr/04	30	2,61	1,62	2,93	0	0	0	0
Mai/04	31	3,28	2,53	3,90	0	0	0	0
Jun/04	30	4,76	3,98	5,37	0	0	0	0
Jul/04	30	4,59	3,24	7,66	0	0	0	0
Ago/04	31	3,89	3,29	5,02	0	0	0	0
Set/04	29	3,34	1,77	4,07	0	0	0	0
Out/04	31	2,26	1,47	2,46	0	0	0	0
Nov/04	30	2,86	2,29	3,33	0	0	0	0
Dez/04	31	1,57	1,11	1,93	0	0	0	0

## Monóxido de Carbono em Saens Peña

Estação : Saens Peña		Concentração ( ppm )			Violação Padrão 24hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Máx.Méd. (1h)	Máx.Méd. (8h)	1ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01		2,08	1,29	3,29	0	0	0	0
Fev/01		2,71	1,83	12,94	0	0	0	0
Mar/01		2,51	1,72	2,90	0	0	0	0
Abr/01		2,74	1,69	4,46	0	0	0	0
Mai/01		4,59	2,10	8,65	0	0	0	0
Jun/01		3,76	2,05	4,20	0	0	0	0
Jul/01		3,39	2,45	5,17	0	0	0	0
Ago/01		2,91	2,56	5,27	0	0	0	0
Set/01		3,48	2,11	4,17	0	0	0	0
Out/01		2,17	0,99	4,02	0	0	0	0
Nov/01		2,47	1,67	2,99	0	0	0	0
Dez/01		2,32	1,71	7,47	0	0	0	0
Jan/02		2,44	1,31	2,78	0	0	0	0
Fev/02		2,36	1,72	2,80	0	0	0	0
Mar/02		2,52	1,80	2,58	0	0	0	0
Abr/02		2,88	1,64	4,43	0	0	0	0
Mai/02		2,48	2,08	7,44	0	0	0	0
Jun/02		4,01	2,12	4,46	0	0	0	0
Jul/02		3,22	1,41	3,93	0	0	0	0
Ago/02		4,21	2,53	5,35	0	0	0	0
Set/02		3,67	2,76	10,19	0	0	0	0
Out/02		2,16	1,86	3,60	0	0	0	0
Nov/02		2,48	1,18	7,00	0	0	0	0
Dez/02		1,98	1,29	3,60	0	0	0	0
Jan/03		1,41	1,02	2,03	0	0	0	0
Fev/03		1,87	1,04	2,21	0	0	0	0
Mar/03		2,27	1,60	2,49	0	0	0	0
Abr/03		2,09	1,35	3,71	0	0	0	0
Mai/03		1,80	1,05	7,91	0	0	0	0
Jun/03		1,61	1,27	1,73	0	0	0	0
Jul/03		3,34	2,01	4,26	0	0	0	0
Ago/03		2,75	1,46	3,53	0	0	0	0

y

	Set/03		2,08	1,35	2,65	0	0	0	0
Ou/03	31	3,14	1,55	4,16	0	0	0	0	
Nov/03	29	1,88	1,04	2,35	0	0	0	0	
Dez/03	31	1,91	1,35	3,09	0	0	0	0	
Jan/04	31	1,46	0,95	2,72	0	0	0	0	
Fev/04	29	1,45	0,85	3,27	0	0	0	0	
Mar/04	31	1,68	1,30	2,73	0	0	0	0	
Abr/04	30	1,87	1,04	2,20	0	0	0	0	
Mai/04	31	2,17	1,58	2,83	0	0	0	0	
Jun/04	30	3,20	1,79	4,35	0	0	0	0	
Jul/04	31	2,31	2,34	3,07	0	0	0	0	
Ago/04	31	2,48	1,24	3,99	0	0	0	0	
Set/04	30	2,00	1,11	2,63	0	0	0	0	
Out/04	31	1,68	1,33	2,07	0	0	0	0	
Nov/04	29	2,70	1,45	3,15	0	0	0	0	
Dez/04	31	1,63	0,86	2,24	0	0	0	0	

## Monóxido de Carbono no Largo da Carioca

Estação : Largo da Carioca		Concentração ( ppm )			Violação Padrão 24 hs					
Mês / Ano	Nº dias válidos	Máx.Méd. (1h)	Máx.Méd. (8h)	1ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM		
Jan/01			2,86	1,62	3,36		0	0	0	0
Fev/01			3,07	1,57	3,40		0	0	0	0
Mar/01			2,34	1,86	2,85		0	0	0	0
Abr/01			3,97	3,01	4,48		0	0	0	0
Mai/01			7,40	2,10	8,88		0	0	0	0
Jun/01			3,27	2,62	4,27		0	0	0	0
Jul/01			8,07	5,25	9,77		0	0	0	0
Ago/01			4,45	2,92	5,56		0	0	0	0
Set/01			2,83	1,89	3,47		0	0	0	0
Out/01			2,59	1,72	2,97		0	0	0	0
Nov/01			2,49	1,97	2,75		0	0	0	0
Dez/01			2,78	1,87	3,36		0	0	0	0
Jan/02			2,05	1,32	2,51		0	0	0	0
Fev/02			1,79	1,46	2,86		0	0	0	0
Mar/02			2,65	1,54	3,43		0	0	0	0
Abr/02			3,14	2,28	3,59		0	0	0	0
Mai/02			3,53	2,35	4,54		0	0	0	0
Jun/02			3,57	2,28	4,06		0	0	0	0
Jul/02			4,45	2,43	6,40		0	0	0	0
Ago/02			3,82	2,34	7,86		0	0	0	0
Set/02			6,89	2,90	8,03		0	0	0	0
Out/02			3,11	2,70	3,54		0	0	0	0
Nov/02			2,54	1,35	6,11		0	0	0	0
Dez/02			2,06	1,52	2,83		0	0	0	0
Jan/03			2,42	1,44	2,92		0	0	0	0
Fev/03			1,71	1,63	2,37		0	0	0	0
Mar/03			2,51	1,82	2,70		0	0	0	0
Abr/03			2,58	1,77	2,80		0	0	0	0
Mai/03			2,89	1,87	4,57		0	0	0	0
Jun/03			4,67	2,76	5,06		0	0	0	0
Jul/03			4,01	2,50	4,72		0	0	0	0
Ago/03			2,38	1,32	3,15		0	0	0	0
Set/03			2,81	1,30	4,43		0	0	0	0

Out/03	31	3,63	2,27	5,36	0	0	0	0
Nov/03	29	4,28	2,08	5,17	0	0	0	0
Dez/03	31	4,59	2,01	5,91	0	0	0	0
Jan/04	31	3,13	1,47	5,09	0	0	0	0
Fev/04	29	2,69	1,16	4,01	0	0	0	0
Mar/04	31	2,09	1,27	3,35	0	0	0	0
Abr/04	30	2,97	1,55	3,15	0	0	0	0
Mai/04	31	2,56	1,85	3,38	0	0	0	0
Jun/04	30	3,22	2,34	4,52	0	0	0	0
Jul/04	31	4,41	2,72	4,63	0	0	0	0
Ago/04	31	2,73	2,01	3,38	0	0	0	0
Set/04	30	4,42	2,63	5,03	0	0	0	0
Out/04	31	2,23	1,16	2,68	0	0	0	0
Nov/04	30	3,94	2,75	5,20	0	0	0	0
Dez/04	31	1,81	1,18	2,11	0	0	0	0

## Monóxido de Carbono em Arcoverde

Estação : Arcoverde		Concentração ( ppm )			Violação Padrão 24 hs			
Mês / Ano	Nº dias válidos	Máx.Méd. (1h)	Máx.Méd. (8h)	1ª Máxima	PQ <sub>AR</sub>	AT	AL	EM
Jan/01			1,48	0,98	1,91	0	0	0
Fev/01			2,41	1,79	3,20	0	0	0
Mar/01			3,41	1,87	3,94	0	0	0
Abr/01			3,41	2,31	4,57	0	0	0
Mai/01			2,78	1,92	3,39	0	0	0
Jun/01			3,51	2,44	4,22	0	0	0
Jul/01			4,70	2,38	5,34	0	0	0
Ago/01			3,04	2,18	3,69	0	0	0
Set/01			2,78	2,11	3,29	0	0	0
Out/01			3,71	2,27	4,14	0	0	0
Nov/01			3,84	2,05	6,07	0	0	0
Dez/01			2,53	1,67	3,60	0	0	0
Jan/02			3,03	1,49	4,10	0	0	0
Fev/02			2,45	1,77	3,21	0	0	0
Mar/02			4,10	2,68	5,10	0	0	0
Abr/02								
Mai/02								
Jun/02								
Jul/02								
Ago/02								
Set/02								
Out/02			4,28	1,45	20,73	0	0	0
Nov/02			2,35	1,29	2,77	0	0	0
Dez/02			2,19	1,60	2,64	0	0	0
Jan/03			2,64	1,81	3,21	0	0	0
Fev/03			3,04	1,45	3,99	0	0	0
Mar/03			2,14	1,28	2,75	0	0	0
Abr/03			2,40	1,63	2,63	0	0	0
Mai/03			2,36	1,60	2,85	0	0	0
Jun/03			2,70	1,89	3,44	0	0	0
Jul/03			2,51	2,18	3,42	0	0	0
Ago/03			2,42	1,37	3,00	0	0	0

	Set/03		1,87	1,17	2,21	0	0	0	0
Out/03	31	2,69	1,52	3,40	0	0	0	0	
Nov/03	29	2,96	1,42	4,85	0	0	0	0	
Dez/03	31	3,15	1,77	4,14	0	0	0	0	
Jan/04	31	2,45	1,34	2,89	0	0	0	0	
Fev/04	29	3,05	1,82	3,57	0	0	0	0	
Mar/04	31	2,06	1,29	2,47	0	0	0	0	
Abr/04	30	1,77	1,24	2,56	0	0	0	0	
Mai/04	31	2,36	1,49	2,95	0	0	0	0	
Jun/04	30	2,70	1,82	3,42	0	0	0	0	
Jul/04	31	2,57	1,71	3,53	0	0	0	0	
Ago/04	31	2,08	1,44	2,96	0	0	0	0	
Set/04	30	2,71	1,49	3,62	0	0	0	0	
Out/04	31	2,15	1,63	2,52	0	0	0	0	
Nov/04	30	3,01	2,62	3,48	0	0	0	0	
Dez/04	31	2,68	1,14	3,00	0	0	0	0	