



POLUIÇÃO DO AR E SAÚDE AMBIENTAL NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: contribuição para a definição de estratégias de monitoramento

Vinicius de Oliveira

Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro,
Secretaria de Meio Ambiente
Mestre em Química Inorgânica pela UFRJ
E-mail: viniloliveira@terra.com.br

Aldo Pacheco Ferreira

Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana,
Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz
Doutor em Engenharia Biomédica pela COPPE/UFRJ
E-mail: aldoferreira@ensp.fiocruz.br

RESUMO

Existem inúmeras evidências de degradação da qualidade de vida e de agravamento de algumas patologias do foro respiratório e alergológico provocadas pelo *modus vivendi* urbano. Para estimar a poluição do ar, foi analisada uma série histórica da concentração de poluentes monitorados por 4 estações de amostragem no Rio de Janeiro (RJ), entre 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2004. Diante do alto custo envolvido no monitoramento eficiente da qualidade do ar nos grandes centros urbanos, da escassez de recursos públicos destinados a melhoria ambiental, da dificuldade de sensibilização dos gestores e da sociedade em geral para o investimento em medidas visando à melhora saúde da população com a redução de contaminantes atmosféricos, é necessário a eleição de poluentes prioritários e a identificação de suas fontes de emissão principais a fim de permitir o planejamento urbano-ambiental racional e sustentável.

Palavras-chave: poluição atmosférica, gestão sócio-ambiental, saúde ambiental

ABSTRACT

Countless evidences exist of the life quality degradation and aggravation of some pathology of the respiratory forum and allergologic provoked by the urban *modus vivendi*. To estimate the air pollution, it was analyzed a historical series of concentration pollutants monitored by 4 sampling stations in Rio de Janeiro (RJ), among January 01, 2001 on December 31, 2004. Due to the high cost involved in the efficient air quality monitoring in the great urban centers, the scarcity of public resources destined for environmental improvement, the difficulty of managers' sensitization and the society in general for the investment in measures seeking the improvement the population health with the reduction of atmospheric pollutants, it is necessary the election of pollutant priority and the identification of their main emission sources in order to allow the rational and maintainable urban-environmental planning.

Key words: atmospheric pollution, socio-environmental assessment, environmental health

1 INTRODUÇÃO

O ar, um recurso indispensável para a sobrevivência do homem, pode exercer uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, em particular para aquelas mais vulneráveis como crianças, idosos e indivíduos com pré-disposição a doenças pulmonares e cardio-respiratórias. Contudo, o crescimento urbano observado nos últimos 30 anos nos grandes centros latino-americanos não tem adotado, de forma eficiente, 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 qualidade de vida.

A questão ambiental está cada vez mais presente no cotidiano da população das nossas cidades, principalmente no que se refere ao desafio de preservar a qualidade de vida. Entretanto, a dinâmica de urbanização predatória tem provocado o aumento dos problemas ambientais nas nossas cidades. Todos os grandes centros urbanos têm sido afetados pelos problemas, em particular os setores mais carentes da população. Isso ocorre porque no contexto urbano metropolitano brasileiro os problemas ambientais têm-se avolumado a passos agigantados e sua lenta resolução causa sérios impactos sobre a população (ROSEIRO, 2003).

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), além de concentrar aproximadamente 75% da população do Estado em apenas 11% do seu território abriga um grande adensamento industrial. Esta situação, que pode gerar sérios problemas de poluição do ar, fica ainda mais agravada em função das suas características físicas como a topografia acidentada, 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, além do clima tropical, que favorece os processos fotoquímicos e outras reações na atmosfera, gerando poluentes secundários. Além destes fatores físicos alia-se a sua heterogênea e intensa ocupação do solo (FEEMA, 2004; CIDE, 2007).

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 (CIDE, 2007). A Tabela 1 apresenta a concentração populacional na Região Metropolitana e na Cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 1 - Distribuição da população do Estado do Rio de Janeiro na Região Metropolitana e na Cidade do Rio de Janeiro

Região	Área km ² (%)	População (%)
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, 2007

* em relação ao Brasil;

** em relação do Estado do Rio de Janeiro;

*** em relação à Região Metropolitana.

Diante deste cenário, é necessária a construção de modelos de gestão sócio-ambiental da qualidade do ar que considere a percepção integrada do ambiente e a sua sustentabilidade diante do excesso de emissões lançadas na atmosfera por automóveis ou

por indústrias, na busca de minimizar seus efeitos sobre a degradação da qualidade de vida. Desta forma, o objetivo deste artigo 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, um modelo de gestão para a região metropolitana baseada na participação dos atores envolvidos e no desenvolvimento de uma política de planejamento urbano-ambiental que estimule a adoção de ações mitigadoras dos níveis de poluição atmosférica, proporcionando a melhoria a qualidade de vida da população.

2 LIMITES E MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A BACIA AÉREA

O estado da qualidade do ar de uma região é função de um sistema complexo que envolve a presença de fontes de emissão naturais ou antropogênicas, a topografia e as condições meteorológicas locais.

Uma bacia aérea, embora o nome sugira um volume da atmosfera, é uma área cuja topografia, delimitada por uma cota mínima, dificulta a dispersão de poluentes gerados pelas atividades industriais, sócio-econômicas e setor de transporte. As bacias aéreas por estarem submetidas a constantes estratégias de controle da poluição do ar podem ser consideradas verdadeiras unidades de gerenciamento da qualidade do ar (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

A bacia aérea III abriga a maior parte da ocupação industrial e a maior parcela da população da RMRJ, sendo considerada como a área onde a qualidade do ar encontra-se mais degradada no Rio de Janeiro (SILVA, 2003). A área, relativamente plana, é parte integrante da região denominada de Baixada Fluminense e está inserida no espaço do segundo pólo econômico do país, com elevado grau de urbanização e industrialização. Está localizada entre os paralelos 22 48' 14" e 22 54' 10" de latitude Sul, e os meridianos 43 02' 26" e 43 27' 04" de longitude Oeste. Ocupa uma área de aproximadamente 910 km², dos 6.500 km² da RMRJ, abrangendo os municípios de São João de Meriti e Nilópolis, parte dos municípios de Belford Roxo, Nova Iguaçu, Duque de Caxias e Mesquita, os distritos de Guia Pacoaíba, Inhomirim, Suruí e Olinda, as regiões administrativas, Portuária, Centro, Rio Comprido, Botafogo, São Cristóvão, Tijuca, Maracanã, Vila Isabel, Bonsucesso, Ramos, Penha, Méier, Engenho Novo, Irajá, Coelho Neto, Madureira, Bangu, Ilha do Governador, Anchieta e Santa Tereza (Figura 1).

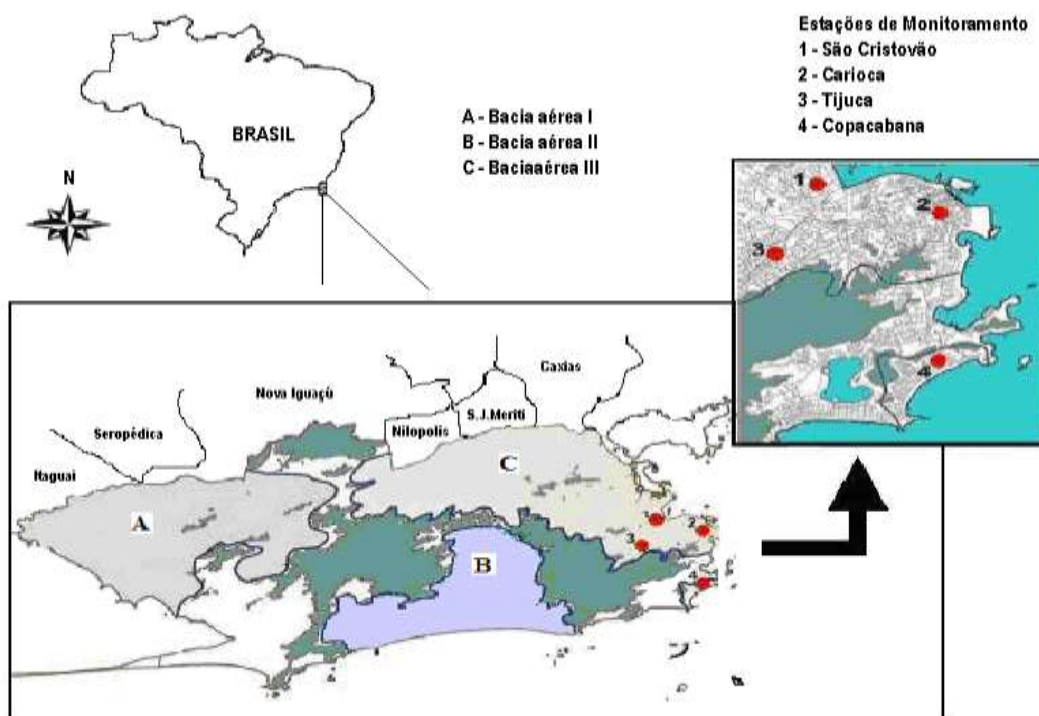


Figura 1 - Divisão da Região Metropolitana do Rio de Janeiro em Bacias Aéreas e localização das estações de monitoramento da qualidade do ar

O problema da poluição atmosférica vem sendo trabalhado, no campo da saúde pública, com diversos enfoques. Em particular no que tange a saúde ambiental, os efeitos podem se manifestar como doenças agudas e/ou crônicas, e assim prejudicar a qualidade de vida das populações afetadas, podendo, em situações extremas, levar ao aumento da mortalidade nas áreas de maior concentração de poluentes.

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. Com isso, a avaliação da qualidade do ar deve considerar o parâmetro espaço na interpretação dos resultados obtidos a partir da concentração de poluentes atmosféricos (CORREA, 2003; CETESB, 2004; FEEMA, 2004). Neste contexto, a construção de modelos de gestão ambiental deve considerar tanto os impactos atuais observados sobre a saúde humana, como também os impactos potenciais decorrentes dos cenários prospectivos nacionais e internacionais (DUCHIADE, 1992; DUCHIADE & BELTRÃO, 1992; GOUVEIA *et al.*, 2004).

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.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Como parâmetro internacional, em 1952 na cidade de Londres, observava-se uma combinação de intensa estagnação atmosférica, resultado de uma inversão térmica, e a manutenção dos níveis de emissão de material particulado devido a queima de carvão para aquecimento residencial 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 foi seguido de uma lenta queda desta concentração após 1 dia associado a um rápido aumento na taxa de mortalidade diária (MEDIIVILLA-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.*, 2003).

No Brasil, a maioria dos grupos de pesquisa que estudam a qualidade do ar e seus efeitos à saúde está concentrada em São Paulo (DUCIADE, 1992; DUCIADE & BELTRÃO, 1992; SALDIVA *et al.*, 1995; GOUVEIA & FLETCHER, 2000; BRAGA *et al.* 2001; CONCEIÇÃO *et al.*, 2001; GOUVEIA *et al.*, 2004). Dentre outros fatores, este fato é resultado da construção de uma infra-estrutura de levantamento e disponibilização de dados de qualidade do ar através do órgão ambiental estadual nas últimas 4 décadas, que permitiu 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 (BRILHANTE & TAMBELLINI, 2002; CORREA, 2003; DAUMAS *et al.*, 2004; OLIVEIRA & FERREIRA, 2007).

No país, os marcos legais para a avaliação da qualidade do ar utilizam as resoluções CONAMA N^{os} 18/86, 05/89 e 03/90. A primeira 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 para os grandes centros urbanos e regiões metropolitanas do Brasil a poluição de origem veicular tende a ser a principal responsável pela degradação da qualidade do ar. A segunda institui o PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, e a terceira define os parâmetros e padrões de qualidade do ar em vigor atualmente. A Tabela 2 apresenta os padrões de qualidade do ar.

Tabela 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
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	Quimiluminescência
Dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	Quimiluminescência
	Média Aritmética Anual	100	100	

Fonte: CONAMA, 1990

Entretanto, a legislação brasileira sobre a qualidade do ar não define atualmente os padrões para a concentração de hidrocarbonetos, para a concentração de compostos orgânicos oxigenados derivados do álcool e nem para a composição elementar do material particulado. Estes parâmetros são de fundamental importância tanto para o melhor entendimento da relação entre a qualidade do ar e os seus efeitos à saúde nas cidades brasileiras, quanto para a formulação de políticas públicas que visem a diminuição dos níveis de concentração de poluentes atmosféricos (DAUMAS *et al.*, 2004).

4 O RIO DE JANEIRO E A AVALIAÇÃO DO AR

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 (MMA, 2007). 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 de então. 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 a variação da capacidade de dispersão da atmosfera e ao tráfego nas principais vias, sendo registradas as contrações mais elevadas no inverno.

Em 1975, após a fusão do Estado da Guanabara com o Estado do Rio de Janeiro, foi criada a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA). E, em 1984, a FEEMA publicou um primeiro relatório sobre a qualidade do ar na RMRJ, onde os resultados indicaram que os parâmetros monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), partículas totais em suspensão (PTS) e partículas sedimentáveis (PS),

tinham apresentado níveis acima dos valores padrões, indistintamente, em pelo menos uma estação (FEEMA, 1984).

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.

Em 1996, o Banco Mundial 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 (OMS, 2000). 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. Mesmo com uma rede sub-dimensionada e 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 junto a FEEMA (1995) e, em paralelo, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro para suprir a ausência de informações sistemáticas e confiáveis necessárias ao planejamento urbano-ambiental 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.

A rede operada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) era composta de 4 estações fixas e uma unidade móvel. 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 no estudo inicial. Neste mesmo período a rede da FEEMA foi ampliada a partir da aquisição de 4 estações automáticas de monitoramento de poluentes gasosos e partículas inaláveis e cerca de 20 mostradores manuais para material particulado e para partículas inaláveis.

5 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no Município do Rio de Janeiro com monitoramento por 4 estações de amostragem de qualidade do ar. Devido à disponibilidade dos dados, como período de referência para as análises, foi utilizado o período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2004. Procedeu-se a avaliação os níveis de concentração atmosférica de material particulado inalável com até 10 micra de volume aerodinâmico (PM₁₀), obtidos das estações de amostragem instaladas no Centro, Copacabana, São Cristóvão e Tijuca.

As concentrações de PM₁₀ foram geradas a partir do Monitor Beta de Atenuação Mássica, Modelo BAM 1020, fabricado pela *Met One Instruments, Inc.* Os registros de concentração do poluente foram gerados com intervalos de 10 a 15 minutos e transmitidos de forma remota para uma central capaz de realizar o pré-tratamento dos dados, através do programa *WinCollect Data Retrieval and Reporting Software*, comercializado pela *Ecotech Pty Ltd.* Para a validação dos registros de concentração do PM₁₀ considerou-se necessário a obtenção 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, conforme previsto na legislação. Não foi adotado nenhum método para a imputação de dados para os dados faltantes.

As médias das concentrações diárias de todos os poluentes monitorados foram convertidas em um índice de qualidade do ar (IQA) adimensional, baseado no “*Guideline for Public Reporting of Daily Air Quality - Pollutant Standards Index*” (EPA, 1998). 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 o índice mais elevado, determinando que a qualidade do ar de uma dada estação é definida pelo poluente que apresentar a maior concentração relativa e o maior IQA, logo, a pior classificação da qualidade do ar naquela estação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo-se como base os resultados disponibilizados pela SMAC em 2000, de todos os poluentes monitorados na RMRJ evidenciados na Tabela 3, estes denotam que, dentre os poluentes monitorados, o que apresenta maiores concentrações relativas é o PM₁₀. Na ausência de monitoramento deste poluente, a classificação de qualquer estação da rede de monitoramento operada pela municipalidade obtida era **boa**. Portanto, somente a análise dos dias onde o monitor de PM₁₀ havia funcionado plenamente teria significado na avaliação da qualidade do ar.

Tabela 3 - Níveis de poluentes obtidos na RMRJ, em 2000

ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS		PARÂMETROS						
Localização	Operador	PI	SO ₂	O ₃	NO _x	CO	HC	Met
Copacabana	SMAC	X	X			X		
São Cristovão	SMAC	X	X			X		
Tijuca	SMAC	X	X			X		
Centro	SMAC	X	X			X		
Unidade móvel	SMAC	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: SMAC, 2000

PI – Partículas Inaláveis/PM₁₀; O₃ – Ozônio; NO_x – Óxidos de nitrogênio;

HC – Hidrocarbonetos; Met – Parâmetros meteorológicos

Dados obtidos por Roseiro (2003) indicam que uma associação positiva significativa pode ser observada entre morbidade e níveis elevados de PM₁₀, especialmente em dias quentes. Alerta, ainda, para fatos como morar em áreas onde sua concentração seja elevada está associado a altas taxas de mortalidade e, embora sem significado estatístico, ao aumento de câncer pulmonar. Os sinais e sintomas agudos incluem a restrição de atividades, perda de dias letivos e de trabalho, doenças respiratórias, exacerbações de asma e de doenças pulmonares de obstrução crônica (DPOC). Observações clínicas mostraram diminuição da função pulmonar, diminuição da variabilidade de batimentos cardíacos, aumento do uso de medicação para asma, aumento das visitas ao departamento de emergências, aumento de hospitalizações, elevação das taxas de mortalidade por problemas cardíacos e respiratórios. Os idosos (65 anos ou mais) e os portadores de doenças cardíacas e pulmonares constituem um grupo de risco particular.

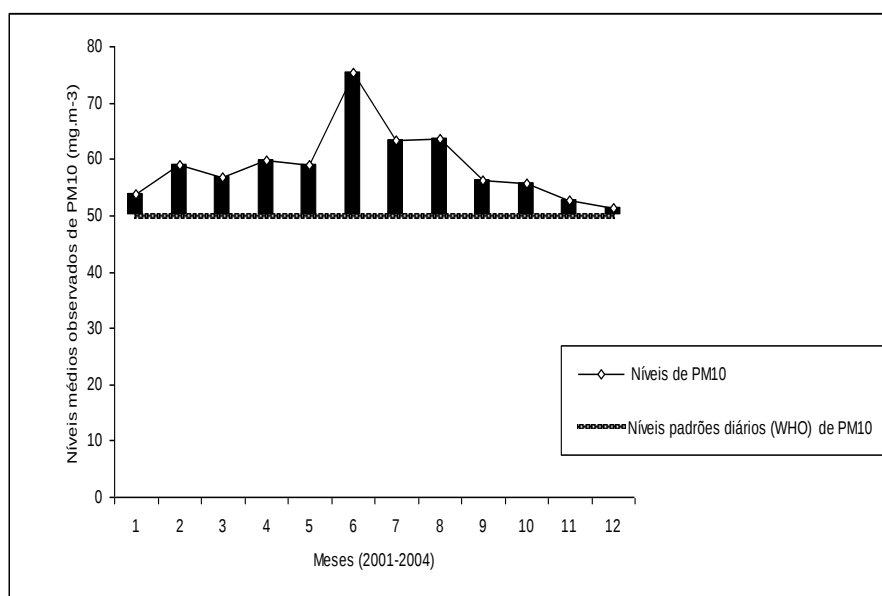
Como desdobramento das observações obtidas nas pesquisas de PM₁₀, foi elaborado um consolidado com o resultado da classificação dos dias em função do IQA calculado para PM₁₀ por estação entre os anos de 2001 a 2004. A tabela 4 reflete os resultados obtidos.

Tabela 4 - Número de dias e o percentual por classe de qualidade do ar entre 2001-2004

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: SMAC, 2006

A Tabela 4 indica que para a maioria dos dias, a qualidade do ar é classificada como **regular**. Os resultados indicaram ainda que o padrão diário de qualidade do ar para o PM₁₀ de 150 µg/m³ foi poucas vezes ultrapassado no período avaliado, entretanto, nas estações do Centro e de São Cristóvão foram registradas ultrapassagens no inverno. Contudo, se o padrão diário para o PM₁₀ foi poucas vezes ultrapassado, o padrão anual para este poluente foi ultrapassado por todas as estações a maior parte do período monitorado, conforme indica a Figura 2.

**Figura 2** - Níveis médios de PM₁₀ observados nas estações de monitoramento entre 2001-2004

Tais resultados apontam para um cenário onde no Rio de Janeiro a qualidade do ar pode ser classificada como **regular**, tendo o PM_{10} como o principal poluente dentre aqueles contaminantes atmosféricos monitorados e os efeitos deletérios da poluição do ar à saúde humana estariam relacionados a permanente ultrapassagem dos padrões anuais, ou seja, a exposições cumulativas, e não a eventos agudos por ultrapassagens de padrões diários.

6.1 A relação entre a poluição do ar e saúde no Rio de Janeiro

Daumas *et al.* (2004) em estudo realizado na RMRJ buscaram 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_2 e CO e as internações por Doenças do Aparelho Respiratório (DAR), para o mesmo dia, e a mortalidade com defasagem de um a três dias, em idosos e em crianças até 5 anos de idade, em particular no aumento das internações hospitalares por asma.

Castro *et al.* (2003) obtiveram 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_3 e NO_2 .

Em de Manguinhos, uma região de classe social baixa do Município do Rio de Janeiro, com notória exposição a diferentes fontes de poluentes atmosféricos, Castro *et al.* (2003) avaliaram 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_2 e a diminuição da capacidade respiratória de escolares, sendo mais pronunciada para o PM_{10} .

Estes estudos confirmaram hipóteses levantadas em outros estudos tanto no Rio de Janeiro (BRILHANTE & TAMBELLINI, 2002; DAUMAS *et al.*, 2002; CORREA, 2003; OLIVEIRA & FERREIRA, 2007), quanto para São Paulo, onde as publicações sobre o tema são mais freqüentes 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).

O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, previsto na legislação, não foi implantado na sua plenitude no Brasil. Mesmo diante do fato dos padrões de qualidade do ar adotado no Brasil ser a reprodução da legislação norte-americana, com anos de defasagem e sem a incorporação de aspectos técnicos, sociais e econômicos é possível a partir dos resultados do monitoramento ambiental e das pesquisas no campo da saúde pública identificar que o nível de degradação da qualidade do ar observado traz danos à saúde pública e prejuízos a qualidade de vida a população do Rio de Janeiro, apontando a necessidade de construção de políticas públicas que busquem reverter tal quadro.

Mesmo diante da ausência de um modelo gestor da qualidade do ar, devem ser destacadas algumas ações 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 ao indicando na Resolução CONAMA 18/86, além da implantação de redes automáticas de monitoramento da qualidade do ar.

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.

A falta de modelos gestores para a qualidade do ar nas metrópoles latino-americanas motivou a criação em 1998 da Iniciativa de Ar Limpo nas Cidades da América Latina, promovida pelo Banco Mundial, onde participavam as Cidades do Rio de Janeiro, México, Buenos Aires, Lima-Callao, Santiago do Chile, São Paulo e Bogotá, além de várias companhias privadas, agências ambientais, ONG's, fundações e institutos de desenvolvimento internacionais. Esta iniciativa visava a união de esforços entre os setores público e privado e a sociedade organizada para a melhoria da qualidade do ar a partir da troca de experiências e junção de esforços entre os participantes (OMS, 2000).

Poucos avanços são identificados em termos de modelos de gestão que considerem a vigilância dos efeitos na saúde decorrentes da poluição atmosférica, sendo prioritária a construção de indicadores capazes de avaliar também o 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, as fontes móveis são indicadas como a principal responsável pela degradação da qualidade do ar (MAIA *et al.*, 1997). Entre 1994 e 2004 a frota ativa do município aumentou cerca de 90%, enquanto a população, no mesmo período, cresceu apenas 7% (30), conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - População e taxa de motorização no Município do Rio de Janeiro entre 1994 e 2004

Ano	Veículos Particulares	População	Taxa de Motorização (hab/veíc partic)
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: SMAC, 2006

Logo, diante do quadro de um estado da qualidade do ar **regular** no Rio de Janeiro, onde o principal poluente atmosférico é o PM₁₀, com permanente ultrapassagem do padrão anual e tendo como principal fonte as emissões veiculares, as ações para a melhoria da

qualidade do ar devem ser interinstitucionais, perpassando as diferentes esferas governamentais, 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 atores é que tais objetivos podem ser atingidos. A nosso ver, a garantia de sustentabilidade deste modelo gestor deve vir desta participação efetiva, ao invés de soluções definitivas e impostas 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. Este processo deverá assegurar a sustentabilidade ambiental, política e econômica do modelo gestor.

Um modelo gestor sócio-ambiental para a qualidade do ar na RMRJ deve ter funções claramente definidas para os atores envolvidos. 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, onde assumem um papel fundamental na implantação de um programa para controle e melhoria da qualidade do ar, além de rever periodicamente os padrões nacionais de emissão e de qualidade do ar, por exemplo;
2. No âmbito estadual, a secretaria de meio ambiente que possui a atribuição legal para a avaliação da qualidade do ar e o departamento de trânsito responsável, junto com a FEEMA, pelo programa de inspeção e manutenção da frota circulante;
3. No âmbito municipal, as secretarias responsáveis pela formulação das políticas ambientais e de uso e ocupação do solo da RMRJ;
4. No âmbito da iniciativa privada, setores como o refino e distribuição de combustíveis face à presença de duas refinarias e da expressiva frota veicular circulante, além da participação do modal rodoviário no transporte de passageiros da Região Metropolitana. Há ainda a presença de várias atividades de pequeno e médio porte com baixo potencial poluidor da qualidade do ar relativo, mas que quando analisadas em conjunto, assumem um papel importante na contaminação do ar local; e
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, alguns destes desenvolvendo linhas de pesquisa na área de qualidade do ar.

Como proposta final, deve-se criar um comitê gestor de gestão da qualidade do ar presidido pelo representante do governo estadual responsável pela questão ambiental, com um conselho com a participação de gestores municipais de meio ambiente daqueles municípios da região metropolitana que apresentem diagnósticos ou indícios de degradação da qualidade do ar, representantes governo federal, representantes do setor industrial e do setor transportes, representantes de centros de pesquisas e universidades que desenvolvam projetos relacionados à qualidade do ar e representantes da sociedade civil, a fim de criar a sustentabilidade política do grupo, não totalizando mais de 20 participantes. Este comitê deve formular, analisar e recomendar políticas públicas a serem adotadas pelo Estado e pelos Municípios de forma integrada e complementar, visando a melhoria da qualidade do ar da RMRJ.

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 serem apresentadas ao comitê gestor. Para tal, este comitê técnico deverá combinar as

informações geradas em câmaras técnicas, a fim de construir ações que integrem os diferentes setores envolvidos. O comitê técnico deve possuir um quadro de técnicos efetivamente vinculados as instituições estaduais e municipais participantes a fim de permitir o acesso a memória dos diagnósticos elaborados e a sustentabilidade em longo prazo das políticas públicas propostas pelo grupo. As câmaras técnicas deverão avaliar e propor ações relativas a: avaliação da qualidade do ar, poluição atmosférica e seus efeitos a saúde, emissões atmosféricas por fontes fixas e emissões atmosféricas por fontes móveis. Estas câmaras devem garantir a participação da sociedade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos altos custos envolvidos na avaliação dos níveis de poluição atmosférica e na formulação de ações para a melhoria dos índices de qualidade do ar, o poder público deve atentar para uma gestão ambiental participativa e integrada, visando a efetividade das ações governamentais. Para tal, os diagnósticos devem ser capazes de indicar poluentes e fontes prioritárias para que sejam direcionados os esforços do Estado na busca por garantir a qualidade ambiental e a qualidade de vida da população.

Historicamente, vários artigos buscam relacionar a poluição atmosférica com os seus possíveis efeitos sobre a morbi-mortalidade, particularmente entre as crianças e os idosos, mais susceptíveis aos seus efeitos, através de estudos quantitativos como as séries temporais, metanálises e estudos multicêntricos. Entretanto, poucas publicações buscam fazer reflexões sobre os possíveis caminhos a serem seguidos ou propõem modelos de gestão ambiental para a reversão do cenário atual.

Nosso grupo tem buscado resgatar a evolução das políticas públicas para a avaliação e melhoria da qualidade do ar, além de pesquisar a visão dos gestores públicos e da sociedade civil envolvida com o tema, na busca de posturas pró-ativa e não apenas reativa aos agravos à saúde causados pela poluição do ar.

Artigo recebido em: 26/09/2007
Artigo aceito em: 04/11/2007

REFERÊNCIAS

- BRAGA, A.L.; SALDIVA, P.H.; PEREIRA, L.A. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. **Pediatric Pulmonology**, v.31, n. 2, p.106-113, 2001.
- BRILHANTE, O.M.; TAMBELLINI, A.M. Particulate suspended matters and cases of respiratory disease in Rio de Janeiro city (Brazil). **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 2, p. 169-174, 2002.
- CASTRO, H.M.; GOUVEIA, N.; ESCAMILLA-CEJUDO, J.A. Methodological issues of the research on the health effects of air pollution. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v 6, n. 2, p. 135-149, 2003.
- CETESB. **Relatório de Qualidade do Ar do Estado de São Paulo 2004**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2005.

CIDE. Centro de informações e dados do Rio de Janeiro – Fundação CIDE do Governo do Rio de Janeiro. Disponível em: <www.cide.rj.gov.br>. Acesso em: 23 set. 2007.

CONCEIÇÃO, G.M.; MIRAGLIA, S.G.; KISHI, H.S.; SALDIVA, P.H.; SINGER, J.M. Air pollution and child mortality: a time-series study in São Paulo, Brazil. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, n. 3, p. 347-350, 2001.

CORREA, Sérgio Machado. **Qualidade do ar da cidade do Rio de Janeiro: Sinergia entre simulação e monitoramento**. Tese de Doutorado. Instituto de Química da UFRJ, 2003.

DAUMAS, R.P.; MENDONÇA, G.A.; PONCE, D.L. A poluição do ar e a mortalidade em idosos no Município do Rio de Janeiro: análise de série temporal. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 1, p. 311-319, 2004.

DUCHIADE, M.P. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 3, p. 115-137, 1992.

DUCHIADE, M.P.; 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. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 9, n. 2, p. 311-330, 1992.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guideline for reporting of daily air quality – pollutant standards index**. United States, 1998.

FEEMA - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **Qualidade da água e do ar no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1984.

_____, Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ). **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.

_____. **Relatório Anual de Qualidade do Ar 2003**. Departamento de Planejamento Ambiental, Divisão de Qualidade do Ar, Rio de Janeiro, 2004.

FILLEUL, L.; MEDINA, S.; CASSADOU, S. Urban particulate air pollution: from epidemiology to health impact in public health. **Revue d'épidémiologie et de santé publique**, v. 51, p. 527-452, 2003.

GOUVEIA, N.; FLETCHER, T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 57, n. 7, p. 477-483, 2000.

GOUVEIA, N.; BREMNER, S.A.; NOVAES, H.M. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 58, n. 1, p. 11-17, 2004.

LIN, C.A.; PEREIRA, L.A.; NISHIOKA, D.C.; CONCEIÇÃO, G.M.; BRAGA, A.L.; SALDIVA, P.H. **Air pollution and neonatal deaths in São Paulo, Brazil**. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 37, n. 5, p. 765-770, 2004.

MAIA, L.F.P.G. **Estudo de Dimensionamento da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar para Cidade do Rio de Janeiro**. Parte I: Estudo Dinâmico-Climatológico. Departamento de Meteorologia-UFRJ/Secretaria Municipal de Meio Ambiente/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1997.

MARTINS, L.C.; LATORRE, M.R.D.O.; CARDOSO, M.R.A. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 1, p. 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**, v. 21, n. 4, p. 501-513, 2006.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Qualidade do ar e efeitos na saúde da população do município do Rio de Janeiro**: relatório de conclusão. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos/MMA, Instituto de Medicina Social/UERJ, Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana da ESNP/FIOCRUZ. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

_____. **Resolução N° 018 de 06 de maio de 1986. Resolução N° 005 de 15 de junho de 1990. Resolução N° 003 de 28 de junho de 1990**. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 23 set. 2007.

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. **Revista Biomédica**, v. 18, n.2, p. 35-43, 2007.

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, 2004.

OMS - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Guías para la calidad del aire**. OMS: Genebra, 2000.

ROSEIRO, M.N.V. **Poluentes Atmosféricos**: algumas conseqüências respiratórias na saúde humana. VII Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva, ABRASCO, UNB, Brasília-DF, 2003.

SALDIVA, P.H.N.; POPE, C.A.; SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D.W.; LICHTENFELS, A.J.; SALGE, J.M.; BARONE, I.; BOHM, G.M. Air pollution and mortality in elderly People: a time-series study in São Paulo, Brazil. **Archives of Environmental Health**, v. 50, n. 2, p. 159-163, 1995.

SCHWARTZ, J. Air Pollution and Daily Mortality: A Review and Meta Analysis. **Environmental Research**, v. 64, p. 36-52, 1994.

SMAC - SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE. **Indicadores de qualidade ambiental do Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2000.

_____. **Indicadores de qualidade ambiental do Rio de Janeiro**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, Celina Tavares Coelho da. **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 (Graduação em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, 2003.