

# A qualidade do ar no município do Rio de Janeiro: análise espaço-temporal de partículas em suspensão na atmosfera<sup>1</sup>

Paulo Roberto Russo<sup>2</sup>

**RESUMO:** A poluição do ar é um dos problemas mais complexos do meio urbano, devido não somente às dificuldades de identificar os reais efeitos dos contaminantes na saúde da população, mas ao enorme número de atores sociais envolvidos. Para analisar a distribuição espaço-temporal das concentrações de material particulado na atmosfera do Município do Rio de Janeiro, foram analisados dois transetos definidos com estações de

monitoramento da qualidade do ar. O método estatístico empregado para análise foi o de Krigging, aplicado através do software Surfer for Windows. Nos dois transetos, foi observado um processo de deslocamento das áreas de maior concentração de partículas como consequência da transferência de atividades poluidoras do Centro e da Zona Norte do Município do Rio de Janeiro para Zona Oeste e municípios da Baixada Fluminense.

**PALAVRAS-CHAVE:** Clima Urbano. Poluição Atmosférica. Qualidade ambiental no meio urbano.

## I - INTRODUÇÃO

No início do século XX, eram conhecidas as agruras da falta de água potável e de alimentos, mas julgava-se que o ar, necessário para respiração dos seres humanos e de outros seres vivos, nunca deixaria de estar disponível de forma adequada à manutenção da vida. Contudo, a qualidade do ar tornou-se uma das maiores preocupações da humanidade.

Os problemas gerados pela poluição do ar são decorrentes não somente

<sup>1</sup>Este artigo foi escrito baseado na dissertação de mestrado intitulada "A Distribuição das Concentrações de Partículas em Suspensão na Atmosfera da Porção Centro-Oriental do Município do Rio de Janeiro: Considerações Preliminares sobre a Correlação Saúde Pública e Poluição Atmosférica. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2002", cuja elaboração teve o apoio do CNPq e contou com a Orientação da Profa. Dra. Ana Maria de Paiva Macedo Brandão.

<sup>2</sup>Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Analista Ambiental do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Coordenador de Educação Ambiental do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque. Email: paulo.russo@icmbio.gov.br

da quantidade, mas também da diversidade de poluentes despejados e das complexas reações físico-químicas resultantes da presença simultânea de diferentes contaminantes com a ação de fatores atmosféricos.

É nesse contexto que a Geografia pode fornecer sua grande contribuição, pois é capaz de analisar o problema da poluição atmosférica aplicando dois de seus princípios básicos: o mapeamento da distribuição espacial dos contaminantes e as correlações existentes entre a poluição atmosférica e as demais características do meio, como a geometria do sítio urbano, a densidade demográfica, as funções urbanas e o ritmo dos tipos de tempo (GALLEGO, 1972, p. 11 – 12).

A Geografia analisa a poluição atmosférica tanto como uma consequência das atividades econômicas, como um fenômeno que, ao mesmo tempo, é determinado e influencia o meio. Uma análise que considere os interesses sociais e os atributos geocológicos dos locais afetados pode proporcionar medidas de planejamento que resultem em uma melhor qualidade de vida dos habitantes das áreas urbanas.

## **2 - O MEIO URBANO E A QUALIDADE DO AR**

É no meio urbano que são verificadas as condições de qualidade do ar mais críticas, graças às emissões de poluentes oriundas principalmente da circulação de veículos automotores e da produção industrial, sendo que os modernos centros urbano-industriais vêm se caracterizando por um incremento exponencial na sua capacidade de transformação (ALVA, 1996, p. 44). Para compreender os processos ambientais mais relevantes para as discussões que enfocam a poluição atmosférica, torna-se necessário inserir esta temática numa abordagem sistêmica do meio urbano.

Segundo Monteiro (1976, p. 124 – 125), o Sistema Clima Urbano é caracterizado por vários graus de hierarquia funcional e diferentes níveis de resolução, estando esses últimos ligados à percepção humana. Dessa forma, seriam estabelecidos canais de percepção associados intimamente aos principais níveis de resolução dos sistemas, separando, assim, os grandes conjuntos de fenômenos dentro do universo climático. Seguindo essa lógica, o referido autor define os seguintes canais de percepção: o conforto térmico (subsistema termodinâmico); a qualidade do ar (subsistema físico-químico); e o impacto meteórico (subsistema hidromecânico).

Os três canais de percepção apresentam-se interligados, como é ressaltado por Cavalheiro (1995, p. 119) quando este discute a influência dos estresses bioclimáticos na qualidade de vida da população, tais como: o aumento de casos de problemas circulatórios, cardíacos, respiratórios e de insônia. Um exemplo dessa interação dentro do Sistema Clima Urbano pode ser observado no momento de instalação da ilha de calor, que, além de gerar o desconforto térmico, dificulta ou mesmo impede a troca de ar da cidade com seu entorno, e a circulação passa a se processar de forma viciada, ampliando o tempo de exposição da população aos poluentes.

A setorização do espaço também ocasiona efeitos na qualidade ambiental do meio urbano. Martins (1991, p. 107) destaca que essa setorização, produzida pelas diferenças de uso do solo, gera repercussões em termos de tráfego. Quanto

mais especializado for o espaço, maior é o tráfego gerado e maiores os impactos e os custos ambientais e de imobilização.

A concentração das atividades somente se reverte em efeito inibidor à fixação de certas atividades, quando as deseconomias de aglomeração geradas são maiores do que as vantagens que são garantidas pela proximidade das facilidades urbanas, seja por sobrecarga ambiental (poluição atmosférica, por exemplo), seja por custos de imobilização (congestionamentos). Desse modo, o espaço urbano perde os atributos locacionais originais, o que repercute negativamente no valor do solo. Para garantir o desenvolvimento da área afetada, torna-se necessária a intervenção no espaço urbano.

### **3 - A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Um estudo pioneiro que discute a qualidade do ar na Cidade do Rio de Janeiro foi elaborado por Gallego (1972). Em seu estudo sobre a poluição atmosférica na Cidade do Rio de Janeiro nos anos de 1968 e 1969, observou que são nos meses da estação mais fria, de maio a setembro, que o nível de poluição do ar esteve mais elevado que os demais meses do ano. Esses meses, além de apresentarem temperaturas mais baixas, registraram baixa pluviosidade, concentrada em poucos dias. Foram também nesses meses registradas as maiores inversões térmicas de superfície.

A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema) em 1989 publicou um relatório de avaliação de qualidade do ar da Região Metropolitana do Rio de Janeiro no período de 1984 a 1987, dando ênfase às concentrações de partículas em suspensão ao longo do período. O trabalho revelou que o padrão anual ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi violado em 71% das estações. As maiores concentrações anuais foram registradas na estação de Bonsucesso, onde o índice chegou a  $182 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em 1985,  $169 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em 1986 e  $166 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em 1987. A menor concentração de partículas em suspensão foi encontrada em Santa Teresa,  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Em trabalho realizado para o Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro 1992/1993, a professora Ana Maria de Paiva Macedo Brandão fez um levantamento das áreas mais críticas de qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro no período de 1980-1992, considerando o padrão de qualidade do ar e o número de violações ao padrão estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Bonsucesso e São Gonçalo foram as áreas de pior qualidade, onde as concentrações de poluentes ultrapassaram o dobro dos níveis considerados aceitáveis. A Estação de Bonsucesso foi a que apresentou maior número de violações (97), seguida de São Gonçalo (54) e São João de Meriti (44).

No ano de 1994, a Feema realizou uma campanha de monitoramento através do Projeto de Cooperação Técnica Brasil/Alemanha, no período de maio a dezembro. A campanha consistiu na amostragem do ar em 13 pontos distribuídos em três municípios da Região Metropolitana. Para medição das partículas em suspensão, foram instalados amostradores de grandes volumes (HI-VOL) em todos os pontos. Os resultados da campanha apontaram que 6 das 13 estações apresentaram violação diversas vezes ao padrão de concentração média de 24h ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). O

grande destaque desse monitoramento foi a estação de São João de Meriti, onde as concentrações de partículas em suspensão alcançaram o nível de “atenção” em 22% dos dias e de “alerta” em 3% (FEEMA, 1995, p. 52).

Brandão et al. (1995) adotaram em seu estudo uma abordagem têmporo-espacial aplicada aos dados anuais de partículas em suspensão de dezesseis estações de monitoramento de qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro. Foram elaborados dois transetos com sentido geral E – W para a representação temporal das partículas em suspensão (média geométrica anual e valores máximos).

As análises apontaram para o período de 1980/1990 um pequeno declínio nos valores para as partículas em suspensão nas estações de monitoramento da qualidade do ar selecionadas.

O estudo de Barbosa (1997) teve como objetivo conjugar a situação geográfica da cidade do Rio de Janeiro, seu nível de poluição atmosférica (adotando somente valores referentes à concentração de partículas em suspensão) e a dinâmica de determinados elementos meteorológicos que estariam influenciando na dispersão ou concentração de poluentes. Foi realizada uma análise comparativa entre os anos de 1984 e 1988, visando a identificar episódios críticos de poluição do ar na Cidade do Rio de Janeiro. Foram selecionados para análise os anos de 1984 e 1988 em função de suas características pluviométricas adversas, tendo sido considerados anos padrão extremos da década de 1980. O ano de 1984 caracterizou-se por ser quente e seco, cuja pluviosidade anual foi cerca de 50% abaixo da normal. Por outro lado, o ano de 1988 foi caracterizado como extremamente chuvoso, apresentando, em média, um acréscimo de 30% à pluviosidade anual considerada típica.

O referido autor chegou à conclusão de que contribui para o aumento da poluição do ar a baixa pluviosidade ou sua queda concentrada, quando elevada, pois uma relação foi encontrada entre os “picos” de concentração de partículas e o período posterior às chuvas torrenciais que depositam lama e detritos que retornam ao ar através do fenômeno da turbulência. Também se obteve a conclusão de que nos meses mais frios, normalmente, a poluição aumenta, conjugando-se diversos fatores, como, por exemplo, as baixas temperaturas, as inversões térmicas e a maior frequência de calmarias. O estudo constatou que aos domingos os níveis de poluentes são reduzidos em relação às sextas-feiras e sábados, quando são registrados valores maiores. A redução aos domingos é consequência da diminuição das atividades urbanas, da menor circulação de pessoas, ocorrendo o oposto nos dois últimos dias da semana. Pela comparação entre os anos de 1984 e 1988, foi possível definir, como áreas de maior poluição, os bairros de Bonsucesso e São Cristóvão, e áreas menos poluídas, o bairro de Santa Teresa e a Ilha do Governador.

Em seu estudo, Cunha (1997) adotou uma abordagem têmporo-espacial para o período de 1990-1995, quando foram analisados os dados anuais e diários de partículas em suspensão de 10 estações de monitoramento da qualidade do ar operadas pela Feema. Essa análise verificou que, no período de 1990-1995, ocorreu um aumento nos valores para as partículas em suspensão, ao contrário dos resultados que foram encontrados para a década de 1980 em estudo realizado por Brandão

et al. (1995). Foi também constatado que é no inverno, quando é maior a frequência do fenômeno da inversão térmica, que a qualidade do ar piora, aumentando a ocorrência de doenças do aparelho respiratório.

#### **4 - METODOLOGIA**

##### **4.1 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO SÍTIO**

O Município do Rio de Janeiro situa-se a 22°54'24" Lat.S e 43°10'21" Long.W, estando pouco acima da linha do Trópico de Capricórnio, apresentando uma intensa radiação solar durante todo o ano, sendo muito maior no verão, posicionando-se numa região de conflito entre os sistemas polares e intertropicais.

Este município se destaca no conjunto dos que constituem a Região Metropolitana pela maior concentração de habitantes, indústrias e veículos. Limita-se ao Norte pelos municípios de Itaguaí, Nova Iguaçu, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias; ao Sul pelo Oceano Atlântico; a Leste pela Baía de Guanabara; e a Oeste pela Baía de Sepetiba. Sua área territorial é de 1255 km<sup>2</sup>, representando cerca de 3% da área total do Estado, onde residem 6 milhões de habitantes ou, aproximadamente, 50% da população total do Estado, com uma densidade demográfica de 4366 hab/km<sup>2</sup>, uma das mais elevadas do país (BRANDÃO, 1996, p. 50).

O sítio urbano carioca é bastante complexo, caracterizado por dois principais domínios fisiográficos: o relevo montanhoso, representado pelos maciços litorâneos (Tijuca, Pedra Branca e Gericinó), algumas serras, morros isolados e ilhas; e as zonas das amplas baixadas (Guanabara, Jacarepaguá e Sepetiba). Este relevo, além de ser responsável pela fragmentação da cidade, criando divisores microclimáticos naturais que influenciam a ventilação e, assim, os mecanismos de transporte e dispersão dos poluentes atmosféricos, também vem influenciando a implantação das grandes vias de circulação que orientam a expansão urbana.

Abreu (1992, p. 54) reforça a grande importância que o maciço da Tijuca teve na organização do espaço urbano carioca, impondo orientações ao crescimento da malha construída e definindo na cidade uma "Zona Sul" e uma "Zona Norte", diferenciadas pelos atributos geoambientais e, conseqüentemente, pelos padrões de ocupação. Em direção à Zona Oeste, acompanhando o eixo de penetração, que é a Avenida Brasil, percebe-se a influência que os maciços do Gericinó e da Pedra Branca têm no processo de ocupação dessa extremidade do município, propiciando concentrações populacionais no vale entre esses dois maciços no sentido da baixada de Sepetiba.

O transeto #01 se inicia em Copacabana e termina em Bangu, enquanto o transeto #02 tem seu início no centro da Cidade do Rio de Janeiro e seu término no Município de Nova Iguaçu, ambos indicados na Figura 1. Ambos cruzam a Bacia Aérea 3, a mais preocupante da Região Metropolitana, e tiveram, como princípio básico para seu desenho, os sentidos de penetração da malha urbana a partir da área central da Cidade do Rio de Janeiro.

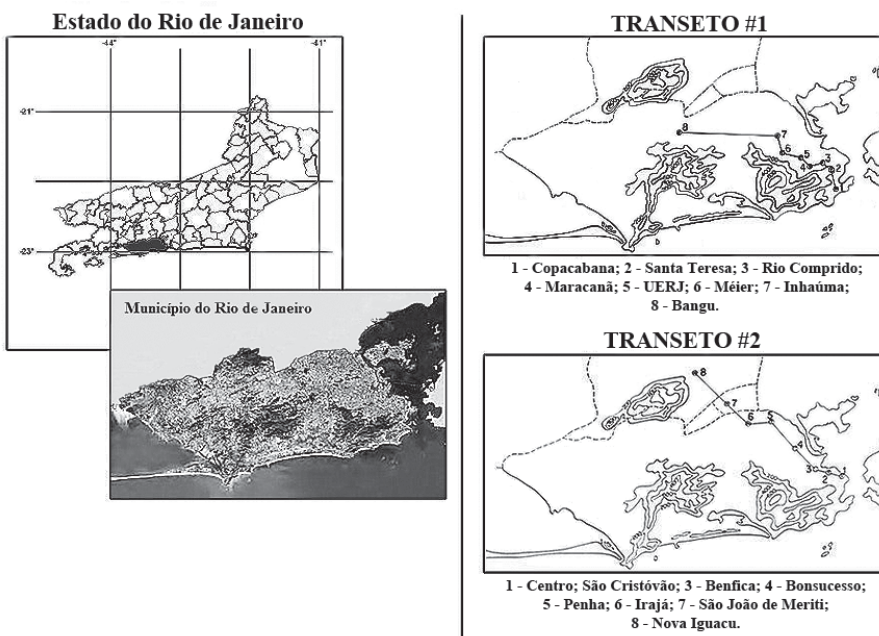
##### **4.2 - DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE ESTUDO**

Para elaborar os cenários da distribuição espaço-temporal das concentra-

ções de material particulado na atmosfera da porção centro-oriental do Município do Rio de Janeiro e seu entorno, foram elaborados dois transetos com as estações de monitoramento da Feema, que mensuram a concentração dessas partículas pelo método do amostrador de grandes volumes (HI-VOL). O material particulado coletado por esse instrumento possui diâmetro entre 0,1 e 100 micra.

Para a análise da distribuição desse parâmetro de qualidade do ar, foram elaborados gráficos de variação anual de concentrações de partículas para o período de 1968 a 1999 e gráficos de variação mensal durante as décadas de 1980 e 1990. O método estatístico empregado para a geração dos gráficos foi o de Krigging, aplicado através do software Surfer for Windows.

**Figura 1: Localização da área de estudo**



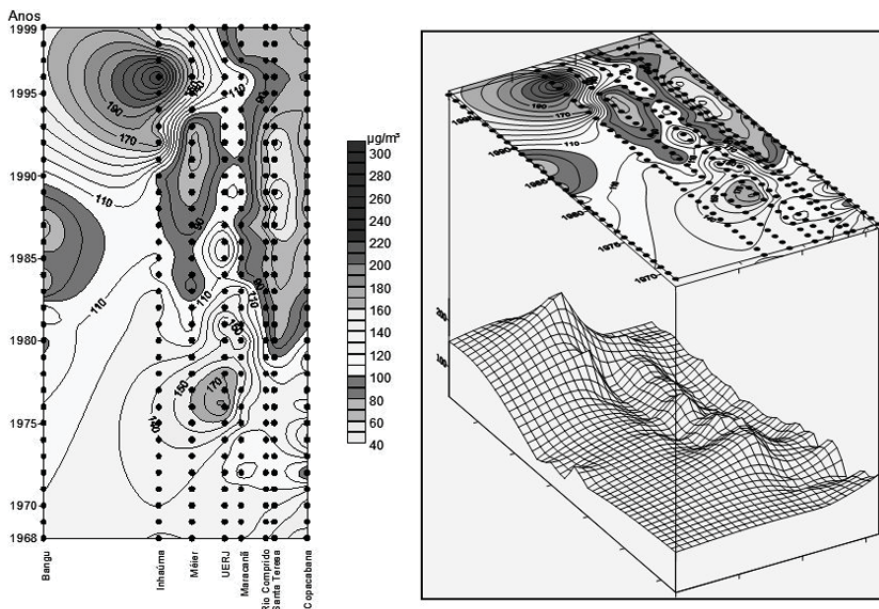
## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 - ANÁLISE DAS MÉDIAS GEOMÉTRICAS ANUAIS DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA (1968 – 1999)

#### 5.1.1 - ANÁLISE DO TRANSETO # 01

A Figura 2 mostra um cenário caracterizado por uma intensa mudança na distribuição dos níveis de concentração de partículas. A partir da década de 1980, as concentrações foram se reduzindo na área entre as estações Copacabana e Uerj, indicando, assim, uma melhoria na qualidade do ar, em contrapartida, a área compreendida entre as estações Uerj e Bangu vem passando, principalmente, a partir de meados da década de 1990, por um gradativo aumento das concentrações.

**Figura 2: Transecto #1 - Médias geométricas anuais de partículas em suspensão na atmosfera**



Fonte: Russo (2002, p. 62)

Vale salientar que a análise da espacialização das concentrações de material particulado na atmosfera requer diversos cuidados. Quando são registradas as concentrações de poluentes atmosféricos, a primeira dúvida que surge é referente à fonte emissora, ou seja, uma área que apresenta elevadas concentrações pode estar apresentando tal quadro como consequência de fatores geoecológicos que estejam direcionando uma determinada carga de contaminantes da área fonte para aquele local. Contudo, quando é adotada para análise a concentração de partículas de até 100 micra de diâmetro, a correlação espacial é mais direta. Esse material possui uma mobilidade mais reduzida, estando menos sujeito aos fatores de dispersão, como à ação dos ventos. Desse modo, as concentrações encontradas nessa análise servem como indicadores do potencial de geração de partículas com diâmetro de até 100 micra em cada área enfocada.

A mudança nos níveis de concentração verificada nesse cenário é decorrente, em grande parte, das políticas públicas que vêm sendo implementadas desde a década de 1980 no espaço urbano carioca. Planos urbanísticos têm reformulado o desenho dos bairros compreendidos pelas áreas onde é observada a redução nas concentrações, reduzindo principalmente os fatores de concentração de poluentes. A tendência ao aumento das concentrações em direção à Zona Oeste da cidade vem acompanhando a própria expansão da malha urbana estimulada pelo Poder Público.

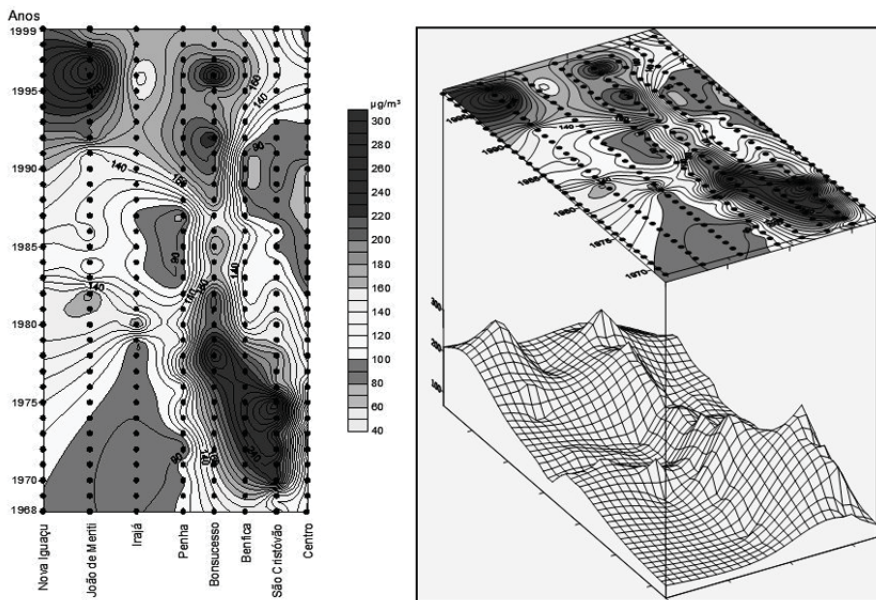
A área compreendida entre as estações Maracanã e Méier merece grande

atenção. Dotada de bairros com grande dinamismo urbano, devido à concentração de estabelecimentos comerciais e zonas residenciais, existe um intenso fluxo de veículos individuais e coletivos que contribuem significativamente na carga de partículas em suspensão na atmosfera local. Outro aspecto que deve ser mencionado é que na ocorrência de ventos de E–W o Maciço da Tijuca e as serras próximas agirão como um anteparo a essas correntes, concentrando os contaminantes gerados por esses bairros e pelos demais incididos. Em ocasiões em que ocorrem ventos do S – N, que podem estar associados às linhas de instabilidade pré-frontais, situações pós-frontais ou à incidência de brisas marítimas, esses ventos não alcançarão essa área, pois, por estarem próximos à vertente norte do Maciço da Tijuca, estão situados a sotavento da referida topografia, como consequência, a ventilação é impossibilitada de atuar na área, gerando uma zona de estagnação do ar que propicia um aumento da concentração dos poluentes.

### 5.1.2 - ANÁLISE DO TRANSETO # 02

O cenário evidenciado na Figura 3 mostra um processo de deslocamento das áreas de maior concentração de partículas, sendo isso consequência da transferência de determinadas atividades potencialmente poluidoras do Centro e da Zona Norte da Cidade do Rio de Janeiro para os municípios da Baixada Fluminense.

**Figura 3: Transeto #2 - Médias geométricas anuais de partículas em suspensão na atmosfera**



Fonte: Russo (2002, p. 66)



Os valores elevados de concentração entre o final da década de 1960 e meados da década de 1980 correspondem ao período em que bairros como São Cristóvão e Benfica eram caracterizados pela intensa atividade industrial.

A estação de Bonsucesso é a que apresentou concentrações mais uniformes, mantendo-se elevadas durante quase toda a série temporal. Por ser uma área de grande concentração comercial e de contato entre importantes e intensas vias de circulação, acaba sendo caracterizada por um notável dinamismo urbano e uma significativa liberação de material particulado na atmosfera.

As estações localizadas nos municípios de São João de Meriti e Nova Iguaçu passaram a apresentar valores tão elevados de material particulado devido à transferência de diversos setores produtivos de áreas do Município do Rio de Janeiro, cujos custos locais, como valor do lote urbano e tarifas de serviços públicos, estavam se tornando muito elevados. Com a facilidade de acesso aos mercados consumidores pela Rodovia Presidente Dutra (BR-116) e pela boa disponibilidade de mão de obra, por serem municípios populosos, tais locais passaram a ser visados pelo capital industrial.

## **5.2 - ANÁLISE DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS MENSAS DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA DURANTE A DÉCADA DE 1980**

### **5.2.1 - ANÁLISE DO TRANSETO # 01**

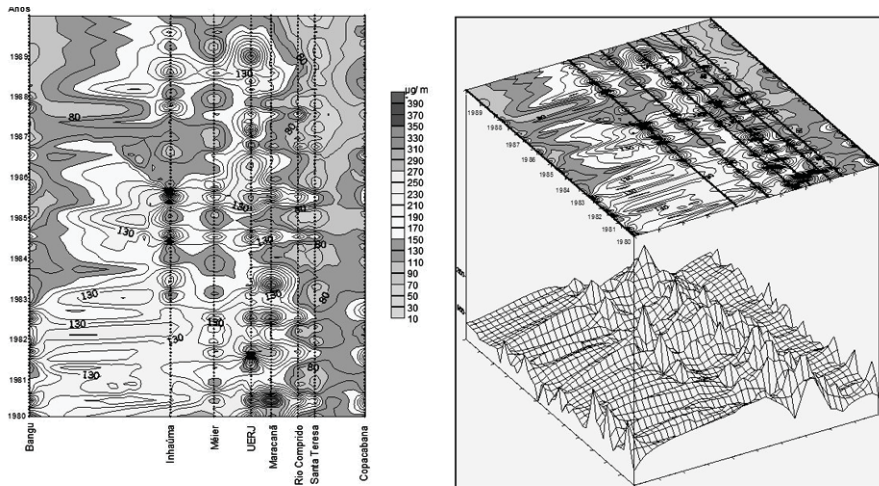
O cenário da Figura 4, obtido pela variação mensal de material particulado na atmosfera, indica uma melhoria na qualidade do ar para este trecho do Município do Rio de Janeiro na década de 1980.

Observa-se pelo gráfico que a melhoria da qualidade do ar foi mais significativa na área compreendida entre as estações Copacabana e Rio Comprido. Nota-se certa sazonalidade na estação UERJ, apresentando, inclusive, valores significativos de concentração de material particulado.

Também foram verificados registros elevados na estação Maracanã. A área compreendida entre as estações Méier e Bangu passou por uma gradativa redução de seus valores de concentração a partir da segunda metade do ano de 1983, sendo apenas interrompida em situações de picos caracterizados por grandes concentrações registradas nas estações Inhaúma em meados dos anos de 1985, 1986 e 1989. Vale salientar que os elevados níveis frequentemente constatados nas estações Uerj e Maracanã estão associados à dinâmica urbana local, caracterizada por intensos fluxos de pessoas e veículos devido à centralidade exercida por essa área pela grande concentração de estabelecimentos comerciais, áreas residenciais e demais focos de atração, como, por exemplo, a presença do campus da Uerj.

Deve-se atentar para o fato de que a melhoria na qualidade do ar verificada principalmente na área entre as estações Méier e Bangu deve apresentar uma forte ligação com a transferência de determinados setores produtivos potencialmente poluidores desse local para a Baixada Fluminense.

**Figura 4: Transeito #1 - Década de 1980. Médias aritméticas mensais de partículas em suspensão na atmosfera**



Fonte: Russo (2002, p. 71)

### 5.2.2 - ANÁLISE DO TRANSEITO # 02

A área abrangida pelo transeito #02 vem demonstrando uma melhoria gradativa da qualidade do ar, com exceção das localidades abarcadas pelos valores registrados pela estação Bonsucesso (Figura 5).

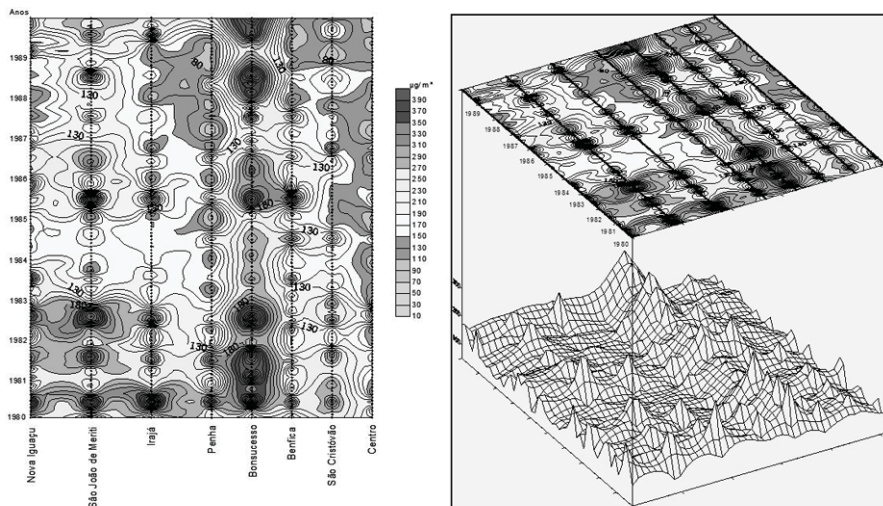
Observa-se que no início da década até o final do ano de 1983, os valores eram considerados extremamente elevados, principalmente no trecho do município compreendido entre as estações Benfica e São João de Meriti.

Vale salientar que a presença neste transeito das estações de São João de Meriti e Nova Iguaçu se explica tanto pelo fato de serem municípios adjacentes e poderem influenciar de alguma forma na qualidade do ar do sítio urbano carioca, quanto pelo fato de auxiliarem na compreensão das mudanças sofridas na configuração da distribuição de material particulado na atmosfera do Município do Rio de Janeiro, como, por exemplo, a transferência de atividades poluentes de bairros cariocas para a Baixada Fluminense.

Um fato que evidencia a influência da realocação de atividades econômicas na qualidade do ar está bem representado na significativa melhoria nas concentrações de material particulado das áreas entre as estações Centro e Benfica, associada justamente à transferência de unidades industriais em direção aos Municípios de São João de Meriti e Nova Iguaçu.

Os contínuos níveis elevados de material particulado entre as estações Benfica e Penha são consequência da intensa circulação de pessoas nesta destacada zona comercial do Município do Rio de Janeiro.

**Figura 5: Transeito #2 - Década de 1980. Médias aritméticas mensais de partículas em suspensão na atmosfera**



Fonte: Russo (2002, p. 92)

### 5.3 - ANÁLISE DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS MENSAIS DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA DURANTE A DÉCADA DE 1990

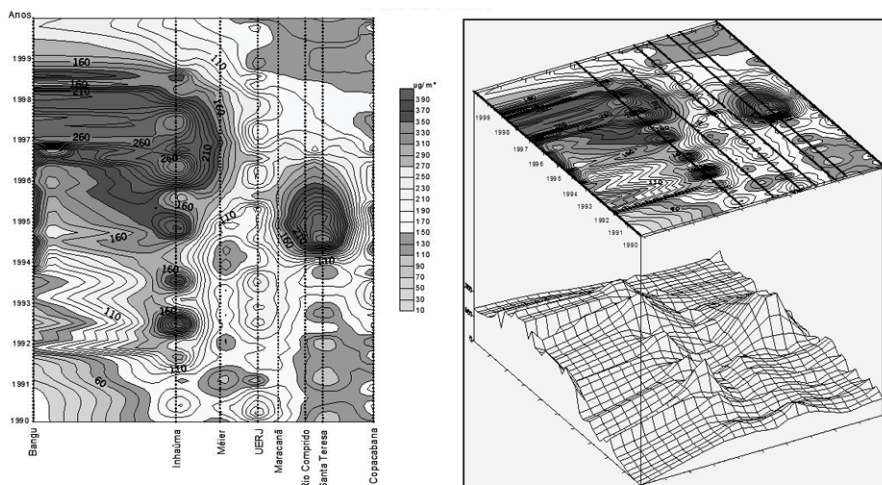
A década de 1990 requer certos cuidados, pois a rede de monitoramento da Feema ficou extremamente precária, restringindo-se a poucas estações em operação e com medições nem sempre contínuas. Portanto, as considerações tecidas para esta década refletem somente um panorama superficial da realidade.

#### 5.3.1 - ANÁLISE DO TRANSEITO # 01

O cenário representado na Figura 6 indica uma piora na qualidade do ar, principalmente em direção à Zona Oeste do município. Os elevados níveis de concentração que passaram a ser cada vez mais frequentes entre as estações Méier e Bangu a partir de 1984, denotam uma intensificação no processo de ocupação da Zona Oeste da cidade. A área compreendida entre as estações Rio Comprido e Méier vem apresentando constantes níveis elevados de concentração de material particulado em virtude do seu próprio dinamismo urbano, caracterizado por intensos fluxos de pessoas em direção principalmente ao comércio local.

Vale salientar que a expansão da malha urbana em direção à Zona Oeste tem no Poder Público um dos principais promotores. Essa expansão não tem sido efetuada com respeito a determinados aspectos geoecológicos do sítio, como a topografia, fortemente caracterizada pelos Maciços da Pedra Branca e do Gericinó. A criação de uma morfologia antropogênica inserida em um local confinado pela topografia natural propicia uma situação de represamento de poluentes (RUSSO, 2000, p. 80).

**Figura 6: Transeto #1 - Década de 1990. Médias aritméticas mensais de partículas em suspensão na atmosfera**



Fonte: Russo (2002, p. 112)

### 5.3.2 - ANÁLISE DO TRANSETO # 02

O cenário observado na Figura 7 retrata a lamentável situação da Feema na década de 1990. A configuração apresentada demonstra a grande carência de dados durante esse período.

Mesmo com a escassez de dados, constata-se, nas estações onde há maior disponibilidade de registros, como Bonsucesso e São João de Meriti, que os níveis de concentração de material particulado mantiveram um padrão elevado durante toda a década, apresentando pontos extremos dentro de uma regular sazonalidade que corresponde aos meses de inverno.

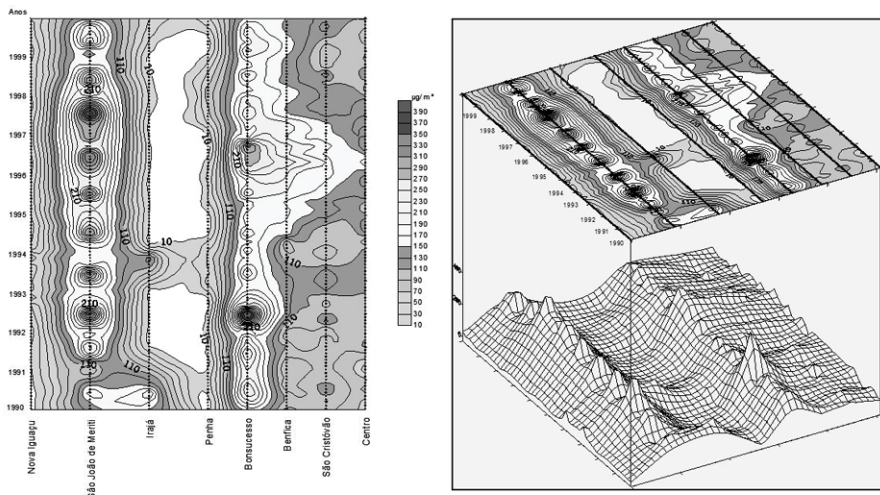
Torna-se difícil tecer considerações mais detalhadas por toda área abarcada pelo transeto, em especial o trecho compreendido entre as estações Penha e Irajá.

Todavia, é possível perceber as consequências do deslocamento de determinadas atividades da área central e Zona Norte do Município do Rio de Janeiro em direção aos municípios da Baixada Fluminense, e quando comparado este cenário com a década de 1980, notam-se para a presente década níveis de concentração menores em locais como o bairro de São Cristóvão.

## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A poluição atmosférica é um dos maiores desafios para a gestão das cidades devido justamente aos diversos fatores de ordem natural, social e econômica envolvidos. Toda proposta de solução deve passar pela reformulação do espaço urbano, caracterizado por usos diferenciados, reproduzindo a própria estrutura desigual da sociedade capitalista. Tratar dessas diferenças de uso do solo é discutir seus impactos no tráfego.

**Figura 7: Transeito #2 - Década de 1990. Médias aritméticas mensais de partículas em suspensão na atmosfera**



Fonte: Russo (2002, p. 133)

Transporte e uso do solo são dois entes que interagem para o aparecimento da sobrecarga ambiental e dos custos de imobilização; contudo, são tratados como fenômenos estanques, tanto para o controle da qualidade do meio urbano, quanto na manutenção da mobilidade. Os investimentos públicos em infraestrutura para a garantia da acessibilidade geram benefícios (vantagens locacionais) para o capital imobiliário, que, por sua vez, aumenta e diferencia o valor do solo, acarretando numa ocupação desigual do espaço.

A melhoria na qualidade ambiental das áreas urbanas somente será possível a partir do momento em que se alterarem os paradigmas que norteiam os modelos de desenvolvimento que transformam os setores produtivos da sociedade em agressores vorazes do meio. Sobral (1988, p. 104) e Russo (2001, p. 85) afirmam que a qualidade do ar fornece apenas alguns sintomas, que, somados a outros problemas, como a subnutrição, provocam um efeito sinérgico que retrata as condições precárias de largas parcelas da população. Portanto, não se pode afirmar que a poluição atmosférica seja a única causadora de doenças do aparelho respiratório, podendo ser um fator adjuvante, ao lado de outros, como a desnutrição e as condições intradomiciliares inadequadas. É evidente que indivíduos enfraquecidos pela subnutrição terão baixas defesas imunológicas e estarão mais susceptíveis às doenças.

Quanto aos resultados obtidos por este estudo, constata-se que vem ocorrendo um processo de deslocamento das áreas de maior concentração de material particulado acompanhando a transferência das atividades econômicas e do próprio crescimento da malha urbana no sentido da área central e Zona Norte da

Cidade do Rio de Janeiro para a Zona Oeste e para os municípios da Baixada Fluminense. Locais em que a conjugação de fatores naturais com as atividades poluidoras tem gerado situações de comprometimento da qualidade do ar. Esse deslocamento ocorre em virtude da transferência de determinados setores produtivos em busca de melhores vantagens locais. A instalação desses setores acaba repercutindo também na geração de fluxos de veículos mais intensos decorrentes do transporte de trabalhadores e das próprias mercadorias dessas novas áreas de produção em direção ao mercado consumidor. A concentração dessas atividades nesses locais não foi antecedida por estudos que realizassem prognósticos dos eventuais impactos que seriam gerados, ignorando completamente o objetivo central de um real processo de “ordenamento espacial”, baseado na ocupação do espaço considerando as características geoecológicas do sítio, a dinâmica social, a estrutura produtiva e o sistema de assentamento da população (BRANDÃO et al., 1999b, p. 70).

Torna-se necessário alertar que as análises para a década de 1990 se apresentam frágeis pela carência de dados. A postura do Poder Público deve se modificar, pois o monitoramento ambiental é um dos instrumentos mais valiosos ao planejamento urbano. Fica aqui registrada a necessidade premente que sejam investidos recursos em estações de monitoramento da qualidade do ar para que elas passem a ser em maior número, possibilitando, assim, a realização de análises que cubram espacialmente de forma satisfatória não somente o Município do Rio de Janeiro, mas também a região metropolitana. Também se aponta a necessidade de que essas estações tenham um funcionamento contínuo e que sejam equipadas com dispositivos que monitorem outros parâmetros, além das concentrações de material particulado, para que haja condição de elaborar cenários mais detalhados sobre a qualidade do ar.

Observa-se o quanto a qualidade ambiental das áreas urbanas está relacionada com interesses econômicos, provando que as ciências que se dedicam aos estudos ambientais não devem se prender a uma visão “atomista” da realidade, caso contrário, estarão distantes de propostas realmente aplicáveis. A poluição atmosférica é um exemplo disso, pois a compreensão de suas causas e efeitos necessita de um tratamento holístico que busque respostas na interação entre elementos referentes à dinâmica atmosférica (principalmente em termos microclimáticos); características da morfologia natural e antropogênica do sítio; e indicadores sociais da população.

A luta por uma melhor qualidade de vida nas áreas urbanas dever ser um compromisso assumido por toda a sociedade, havendo urgência na redefinição de certos valores em prol de um benefício coletivo. O atual padrão de consumo estimulado pela forte capacidade de persuasão da mídia gera uma imensa demanda por recursos naturais e uma enorme quantidade de rejeitos, ou seja, a “sociedade de consumo” é uma das maiores adversárias de um ambiente mais saudável.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVA, E. N. *Metrópoles da América Latina: Processos e Políticas*. In MELLO E SILVA, S. B. de & GMÜNDER, U. (orgs.). *Metrópoles e Desenvolvimento Sustentável*.

- Salvador: ICBA, 1996. p. 39 – 54.
- ABREU, M. de A. A Cidade, a Montanha e a Floresta. In: ABREU, M. de A. (org.). *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 1992. p. 54 – 103.
- BARBOSA, A. L. B. *Análise Comparativa da Qualidade do Ar no Município do Rio de Janeiro entre os Anos de 1984 e 1988*. Dissertação de Monografia de Graduação. Rio de Janeiro: Departamento de Geografia da UFRJ, 1997. 49 p.
- BRANDÃO, A. M. de P. M. et al. A Qualidade do Ar na Metrópole Carioca: Uma Análise Têmporo-Espacial das Partículas em Suspensão no Período de 1980 a 1990. In: Terceiro Seminário Internacional sobre Problemas Ambientais dos Centros Urbanos (ECO URB) e Primeira Exposição Internacional de Tecnologia Ambiental (ENVIRONTECH), 1995, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira para a Valorização do Meio Ambiente, 1995. p. 19 – 21.
- BRANDÃO, A. M. de P. M. *O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro*. São Paulo. Departamento de Geografia da USP – Tese de Doutorado, 1996. 362 p.
- BRANDÃO, A. M. de P. M.; RUSSO, P. R. & FIALHO, E. S. Impactos Pluviais e a Atuação do Poder Público na Gestão Territorial da Cidade do Rio de Janeiro. In: VIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 1999, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG e Fundação Nacional de Caratinga, 1999, v. 1, p. 70 – 71.
- CAVALHEIRO, F. Urbanização e Alterações Ambientais. In: TAUKA, S. M. (org.). *Análise Ambiental: Uma Visão Multidisciplinar*. São Paulo: Editora da UNESP, 1995. p. 114 – 124.
- CUNHA, A. P. da. *A Qualidade do Ar na Cidade do Rio de Janeiro no Período de 1990 – 1995*. Dissertação de Monografia de Graduação. Rio de Janeiro: Departamento de Geografia da UFRJ, 1997, 53 p.
- FEEMA. *Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Resultados obtidos através de Campanha expedida de Monitoramento realizado de maio a dezembro de 1994*. Rio de Janeiro: FEEMA, 1995.
- GALLEGO, L. P. *Tipos de Tempo e Poluição Atmosférica no Rio de Janeiro (Um Ensaio em Climatologia Urbana)*. Tese de Doutorado. São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 1972. 104 p.
- MARTINS, J. A. *O Papel Oculto do Transporte no Espaço Subdesenvolvido*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PET/COPPE/UFRJ, 1991. 124p.
- MONTEIRO, C. A. de F. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1976. 180 p.
- RUSSO, P. R. Poluição Atmosférica: Refletindo sobre a Qualidade Ambiental em Áreas Urbanas. *Ágora – Revista do Departamento de História e Geografia da UNISC*. Santa Cruz do Sul. v. 7, n o 1, p. 69 – 88, jan./jun. 2001.
- \_\_\_\_\_. *A Distribuição das Concentrações de Partículas em Suspensão na Atmosfera da Porção Centro-Oriental do Município do Rio de Janeiro: Considerações Preliminares sobre a Correlação Saúde Pública e Poluição Atmosférica*. Dis-

sertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2002. 158p.  
SOBRAL, H. R. W. *Poluição do Ar e Doenças Respiratórias em Crianças da Grande São Paulo: Um Estudo de Geografia Médica*. Tese de Doutorado. São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 1988. 164 p.