O Arco Metropolitano e a Poluição do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro/Brasil

Heitor Soares de Farias, Doutorando, Geógrafo, Univ. Federal Fluminense, Brasil.
Jorge Luis Fernandes de Oliveira, Professor do Departamento de Geografia, Meteorologista, Universidade Federal Fluminense, Brasil.
Ana Maria de Paiva Macedo Brandão, Professora do Departamento de Geografia, Geógrafa, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Introdução

O Arco Metropolitano, uma das obras do Projeto de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo Lula, está em fase final de construção. Trata-se de um arco rodoviário que se articula à outras rodovias que passam pela Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), por fora da capital fluminense, aliviando o trânsito das principais vias em direção ao Porto de Itaguaí, um dos mais importantes portos do país, conectado às redes globais de produção. Este grande projeto é visto como a oportunidade de o Estado do Rio de Janeiro recuperar o seu poder de atração de investimentos.

Mas, se investimentos desse porte trazem a esperança de uma forte retomada econômica, deve-se advertir que também trarão altos custos ambientais. Principalmente porque nas proximidades do arco rodoviário estão sendo instaladas indústrias pesadas, como por exemplo: o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) e a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), aumentando a concentração de poluentes atmosféricos na RMRJ.

Toda a transformação por que está passando o Estado do Rio de Janeiro é fruto do processo de ajustamento impulsionado pelas redes globais de produção. Mais uma vez o homem ajusta as condições do meio para atender às suas necessidades, historicamente, uma relação de harmonia e de conflito. A inserção da economia brasileira na rede global de produção é facilitada pelos potenciais do território fluminense, entretanto, é preciso que, em um momento onde se busca um desenvolvimento compatível com a sustentabilidade do planeta, sejam conhecidos os riscos potenciais que os novos empreendimentos podem provocar. Como conciliar estes dois cenários paradoxais? Indústrias poluentes chegando na RMRJ,

que atualmente tem a segunda maior concentração de veículos, de indústrias e de fontes de poluentes atmosféricos do país, em um momento em que o Brasil anunciou, na Conferência da ONU sobre o Clima que ocorreu em Copenhagen, a qual não teve o sucesso de estabelecer metas, a intenção de reduzir em mais de 35% as emissões de CO_2.

A ação humana sobre a superfície da Terra pode ser vista como sendo a história da criação de um meio ambiente cada vez mais complexo, onde a natureza primitiva parece estar ausente, dado que, na produção do ambiente, matérias-primas industrialmente produzidas são crescentemente utilizadas (CORRÊA, 1992); mas, atualmente, importantes atores da política internacional lutam para transformar essa triste realidade.

Para evitar uma degradação ainda maior da qualidade do ar, nos últimos anos foram adotados padrões norte-americanos para os principais poluentes críticos emitidos por veículos leves. Esses padrões, concentrações máximas permitidas na atmosfera, quando são ultrapassados afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionam danos à flora, à fauna e ao meio ambiente em geral (OLIVEIRA, 2004).

A gestão das cidades tem implicações na qualidade da vida humana, e esta se relaciona diretamente à interferência da obra do homem no meio natural urbano. Sendo assim, este trabalho se dedica a identificar as áreas mais atingidas pela poluição das indústrias e rodovias componentes do Arco Metropolitano, gerando subsídios à gestão do território fluminense.

1 - Área de Estudo

1.1 - Localização

O Estado do Rio de Janeiro limita-se por terra com Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, e tem como fronteira marítima o Oceano Atlântico. Juntamente com estes estados fronteiriços, o Rio de Janeiro compõe a Região Sudeste, a região geoeconômica mais importante do país, responsável por metade do PIB brasileiro.

Apesar de ser um dos menores estados da Federação em área, o Rio de Janeiro tem um litoral extenso e com posição privilegiada em relação ao litoral

brasileiro. É um dos principais portões de entrada do Brasil e está estrategicamente localizado em relação ao Mercosul.

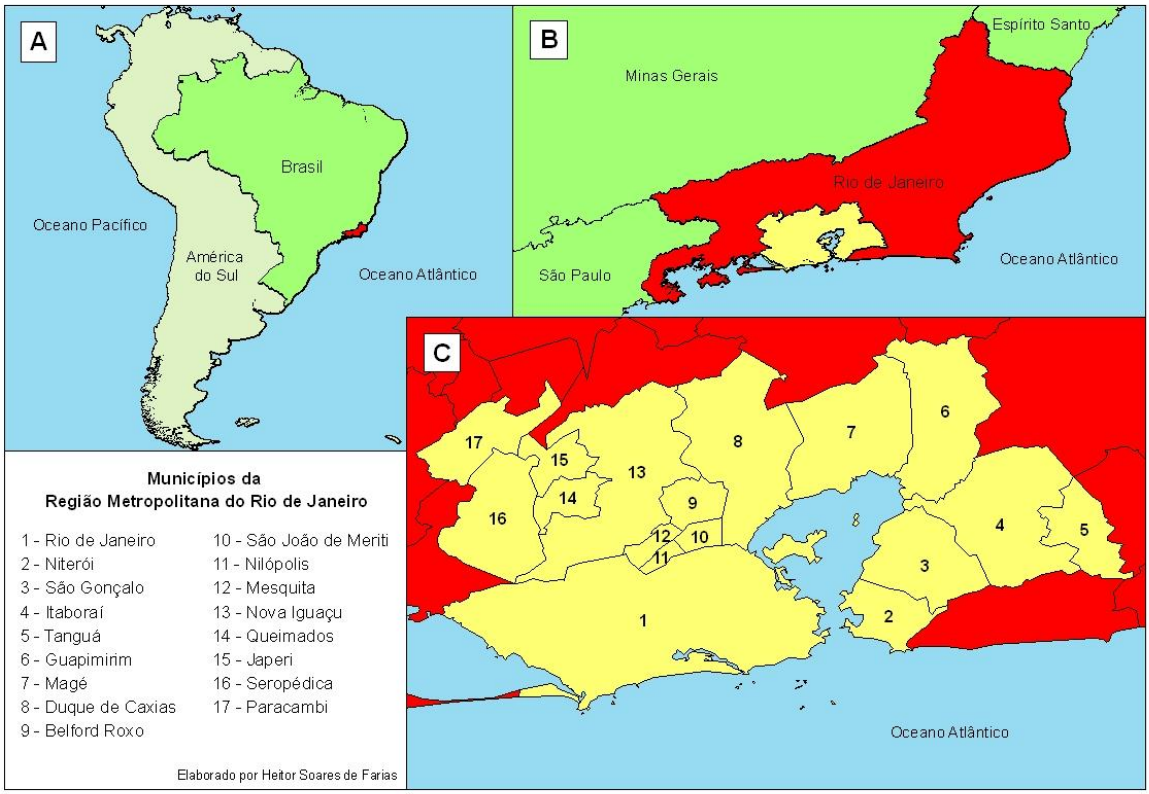

Figura 1 – Localização da RMRJ no Estado, no País e no continente Sulamericano

Em uma superfície com pouco menos que 6.500 km², aproximadamente 14,9% da área total do estado, a RMRJ concentra uma população superior a 11 milhões de pessoas, cerca de 74% de todo o Estado, sendo que 60% desta população vive no município do Rio de Janeiro. Estes dados indicam a existência de uma intensa polarização na região metropolitana, e principalmente no seu núcleo. No país, é a região metropolitana que tem a maior concentração econômica e demográfica, justificada pela grande concentração de capital, infraestrutura e força de trabalho.

Na RMRJ está localizada a maioria das indústrias do Estado, formando um parque industrial bastante diversificado, além de comércio e serviços altamente especializados nos diferentes setores, entre outros. Entretanto, também é um espaço marcado por grandes contradições sociais, já que muitas vezes, o crescimento econômico não é acompanhado pelo atendimento das necessidades básicas da população. Isso fica materializado no espaço quando, por exemplo,

existe a distribuição desigual dos serviços e equipamentos urbanos; a crescente demanda por habitações, diante da expansão das favelas ou a insegurança pública, demonstrada pelos altos índices de criminalidade.

1.2 - O Arco Metropolitano

Lançado no início de 2007, o PAC visa a impulsionar, principalmente, a produtividade em setores estratégicos, incrementar a modernização tecnológica, contribuir para ativar novas áreas da economia e acelerar outras que já encontram-se em expansão. Estas medidas objetivam aumentar a competitividade do Brasil no mercado global.

O PAC está dividido em três eixos de infraestrutura: logística (rodoviária, ferroviária, portuária, hidroviária e aeroportuária); energética (geração e transmissão de energia elétrica, petróleo, gás natural e energias renováveis) e, social e urbana (Luz para Todos, saneamento, habitação, metrôs, recursos hídricos). Se conseguir cumprir com todas as metas do Programa, compromissos de ação e diretrizes de governo, espera-se um crescimento econômico de 5% ao ano no período 2007/2010. No Estado do Rio de Janeiro estão previstas algumas obras importantes com investimentos da ordem de 4 bilhões de reais, gerando 14.652 empregos.

O Arco Metropolitano é uma destas obras do PAC no Estado do Rio de Janeiro. No total serão 145 km de estradas em pista dupla, que no projeto está dividido em quatro trechos.

Esta rodovia forma um verdadeiro arco que contorna a RMRJ desde Itaboraí, passando pelos municípios de Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Japeri, Seropédica e Itaguaí, que tem como objetivos:

- dar acesso de/para o Porto de Sepetiba à toda malha rodoviária do país já que o Arco Metropolitano se articula com as rodovias federais que atravessa, como BR-040 (Rio-Juiz de Fora), BR-116 (Presidente Dutra), BR-465 (Antiga Rio-SP) e BR-101 (Rio-Santos);
- permitir ligação transversal entre os grandes eixos rodoviários que convergem para o Rio de Janeiro;
- aumentar a acessibilidade entre os municípios que estão próximos ao Arco Rodoviário.

Figura 2 - Municípios atravessados pelo Arco Metropolitano: Itaboraí, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Japeri, Seropédica e Itaguaí.

A partir da construção do Arco Rodoviário, os dois últimos objetivos se tornarão possíveis sem que fosse necessário utilizar conexão pela Avenida Brasil e Ponte Rio-Niterói, o que desviará o tráfego pesado de cargas e desafogará o trânsito destas rodovias que passam por dentro da cidade do Rio de Janeiro. Este é um detalhe importante, pois para o arco rodoviário é esperado um fluxo de 922 mil caminhões no início das atividades e, superior a 1 milhão de caminhões em 2015.

O Arco Metropolitano é reconhecidamente importante pelos mais diversos setores, fato demonstrado pela prioridade com que esta obra é conduzida pelo governo federal. A obra teve início em 2006 com a liberação de R$ 63 milhões aplicados em serviços de terraplenagem e contenção de encostas. O projeto inclui ainda a duplicação de pistas, a construção de viadutos, o alargamento e construção de pontes, passagens inferiores e passarelas.

No entanto o projeto Arco Metropolitano não se resume às vias, mas também compreende desde a construção do maior pólo petroquímico da América do Sul, o Comperj, localizado em Itaboraí no recôncavo da Baía de Guanabara, até um complexo portuário-siderúrgico, na orla da Baía de Sepetiba, que comportará a ampliação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e a construção de uma grande usina para a produção de aço, a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), localizada no Distrito Industrial de Santa Cruz, na cidade do Rio de Janeiro.

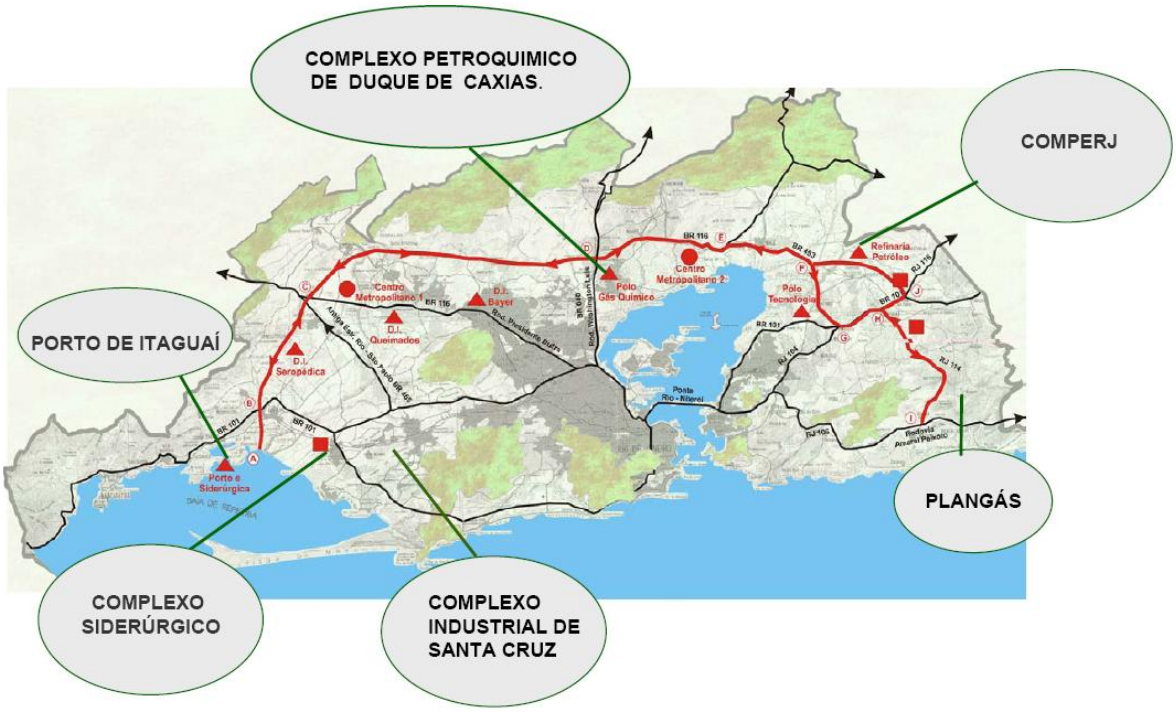

Figura 3 – Principais empreendimentos na área de influência do Arco Metropolitano: PLANGÁS, Comperj, Complexo Petroquímico de Duque de Caxias, Complexo Industrial de Santa Cruz, CSA e Porto de Itaguaí.

Assim, o Arco Metropolitano cumprirá o importante papel de dinamizar a economia do Estado do Rio de Janeiro. Porque na medida em que a rodovia permite a instalação de indústrias de grande porte, através da ampliação da acessibilidade ao Porto de Itaguaí que facilita o escoamento da produção, também introduz novos vetores de expansão urbana para os municípios atendidos pela via, atraindo novos investimentos.

1.3 – As Bacias Aéreas

Para pesquisar sobre a poluição do ar na RMRJ, é preciso entender que o sítio em que se assenta a metrópole do Rio de Janeiro constitui um fator importante na definição do quadro climático local. A cidade se expandiu pela planície que recebe localmente denominações como baixada Fluminense, baixada de Santa Cruz e baixada de Jacarepaguá e, no processo de crescimento, acabou por envolver completamente os maciços litorâneos (BRANDÃO, 1996).

Assim, o relevo, a cobertura do solo e as características climáticas da região, produziram áreas homogêneas quanto aos mecanismos responsáveis pela

dispersão dos poluentes do ar. Estas áreas delimitadas pela topografia e os espaços aéreos horizontal e vertical constituem uma bacia aérea.

O conceito de bacia aérea vem sendo amplamente utilizado, sobretudo por instituições responsáveis pela gestão da qualidade do ar da RMRJ, como a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), por exemplo. Desta forma, levando-se em consideração as influências da topografia e da meteorologia na capacidade dispersiva dos poluentes atmosféricos da RMRJ, foram delimitadas quatro bacias aéreas apresentadas a seguir e visualizadas na figura 4:

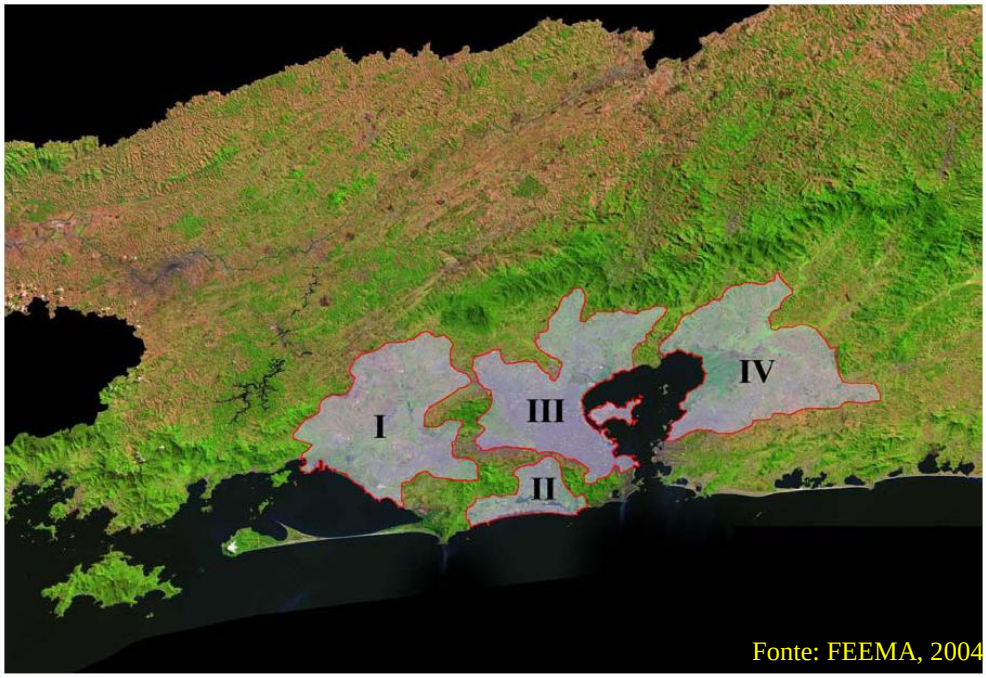

Figura 4 – As quatro bacias aéreas da RMRJ

- Bacia Aérea I: inserida na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba, localizada na zona oeste da RMRJ, com cerca de 730 km² de área.
- Bacia Aérea II: localizada no município do Rio de Janeiro, envolve as regiões administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, possuindo cerca de 14 km² de área.
- Bacia Aérea III: compreende a zona norte do município do Rio de Janeiro e grande parte dos municípios da baixada fluminense, ocupando cerca de 700 km².
- Bacia Aérea IV: localizada a leste da baía de Guanabara, possui uma are de 830 km².

2 - Objetivo

O objetivo deste trabalho é identificar as áreas que são mais atingidas pela emissão de poluentes originados pela CSA, como também, as áreas onde a população está menos preparada para resistir aos efeitos da poluição do ar.

3 – Metodologia

3.1 - Utilização do modelo trajetórias cinemáticas 3D

Nesta etapa foram gerados os campos de vento no domínio das Bacias Aéreas da RMRJ, principalmente, as Bacias I, III e IV. Utilizou-se o modelo Brazilian Regional Atmospheric Modeling System - BRAMS alimentado com as informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As trajetórias cinemáticas dos poluentes emitidos em pontos e horários específicos nas bacias aéreas foram calculadas pelo modelo de trajetórias cinemáticas 3D, desenvolvido na Universidade de São Paulo – USP, por FREITAS (1999), e alimentado com as três componentes do campo de vento (u, v, w) geradas pelo BRAMS. Para visualização das trajetórias foi utilizado o programa *Grid Analysis and Display System* – GRADS.

Para funcionar como um simulador de três dimensões, o programa utiliza as cores para indicar as altitudes alcançadas pelas trajetórias. Inicia no azul marinho em 0 metro, passando pelo verde, amarelo, vermelho e lilás, que indica 2000 metros.

Para a utilização do BRAMS foi escolhido um evento de poluição registrado no dia 24/12/2010, por moradores do bairro Santa Cruz, próximo a CSA, que foi amplamente divulgado pelos meios de comunicação. Simulamos seis pontos de saída de poluentes dentro da área da indústria.

3.2 - Construção do Índice de Condição de Vida e Saúde - ICVS

A medição dos efeitos da poluição atmosférica na saúde do indivíduo enfrenta grandes obstáculos de ordem metodológica. Contudo, é possível identificar os grupos populacionais que podem sofrer mais com os efeitos da exposição aos poluentes. É preciso considerar não somente os diferenciais de risco pela distribuição desigual da poluição, como também os diferenciais das condições materiais de vida no espaço urbano.

Nesta etapa foi construído um índice para o reconhecimento das desigualdades de condição de vida e saúde presentes na RMRJ. O primeiro passo

para a construção do ICVS foi a escolha de indicadores que refletissem a realidade da população e suas condições de enfrentar situações de poluição atmosférica mais graves. O marco teórico de referência foi uma adaptação da proposta desenvolvida por Castellanos (1994) à literatura especializada, apresentada anteriormente, de onde foi possível extrair características de grupos populacionais mais suscetíveis aos riscos de morbidade e mortalidade, transformadas em 11 indicadores, que foram divididos em cinco dimensões – serviço de saúde, saneamento, demografia, renda e educação.

A construção dos indicadores se baseou, principalmente, nos dados do Censo Demográfico de 2000, mas também no DATASUS, quando estavam relacionados diretamente à saúde. Apesar dos dados do IBGE apresentarem uma defasagem de dez anos, é a base mais recente disponível capaz de atender a todos os municípios que compõem a RMRJ e garantir uma unidade metodológica. Com relação aos dados do DATASUS, foram utilizados os dados mais recentes no momento da construção do indicador, dezembro de 2009.

O segundo passo foi o escalonamento dos 11 indicadores referentes aos 14.759 setores censitários referentes aos 17 municípios que compõem a RMRJ. O setor censitário foi escolhido como base geográfica por ser a menor unidade espacial de informação divulgada pelo IBGE.

Para que os valores dos indicadores pudessem ficar em uma mesma escala, possibilitando a comparação entre os setores censitários, foi utilizada a clássica fórmula consagrada por Armartya Sen na criação do Índice de Desenvolvimento Humano, o IDH, (ONU/PNUD, 2002).

A utilização desta fórmula faz com que os dados fiquem compreendidos em uma escala adimensional que vai de zero a um, para o menor e o maior valor, respectivamente. Utilizando-se a média aritmética entre os indicadores de uma mesma dimensão foi possível obter cinco indicadores compostos, correspondentes às cinco dimensões identificadas inicialmente. O ICVS é dado pela média aritmética destes cinco indicadores compostos.

O terceiro passo consistiu na divisão dos 14.759 setores censitários em seis diferentes grupos, de acordo com o grau de vulnerabilidade social da população. Os setores foram ordenados crescentemente, a partir do menor valor de ICVS. No grau 1 estão os setores que contém os 10% da população da RMRJ mais vulneráveis. No grau 2 estão os setores com 20% seguintes da população da RMRJ mais

vulneráveis. No grau 3 estão os setores com 20% seguintes da população mais vulneráveis. No grau 4 estão os setores com 20% seguintes da população menos vulneráveis. No grau 5 estão os setores com 20% seguintes da população menos vulneráveis. No grau 6 estão os setores com 10% seguintes da população menos vulneráveis. Em alguns setores não foi possível calcular o IVSS devido: a inexistência do município de Mesquita no ano 2000 e a ausência de dados em pelo menos um dos indicadores.

4 – Resultados

4.1 - O modelo trajetórias cinemáticas 3D

No dia 26/12/2010, foi publicado no *site* de um jornal de grande circulação (http://oglobo.globo.com/rio/mat/2010/12/26/csa-recebe-30-dias-de-prazo-para-dar-solucao-definitiva-para-poluicao-em-santa-cruz-923357134.asp) que durante o final de semana moradores do bairro de Santa Cruz tiveram suas casas atingidas por fuligem. Utilizamos o BRAMS para saber em que condições atmosféricas o vazamento e deposição aconteceram.

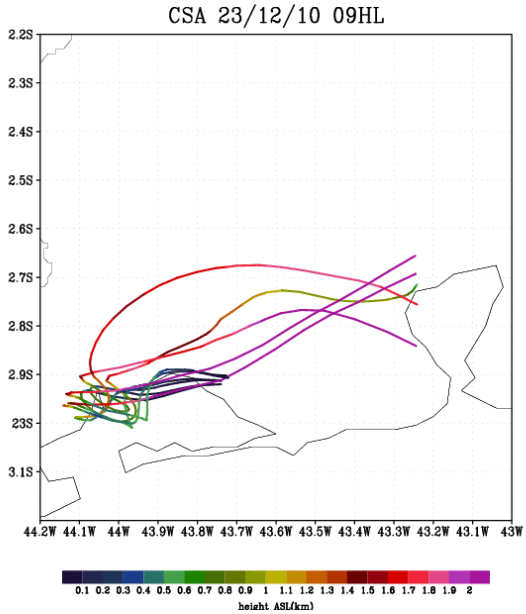

Figura 4 – Trajetórias partindo da CSA no dia 23/12/2010, as 9 UTC 3 6 horas local

No dia 23/12/2010, as 9 UTC 3 6 horas local, percebe-se uma turbulência no ar. As trajetórias se direcionam para a Baía de Sepetiba, à oeste, e logo em seguida ganham altitude, subindo a 2000 metros (cor lilás).

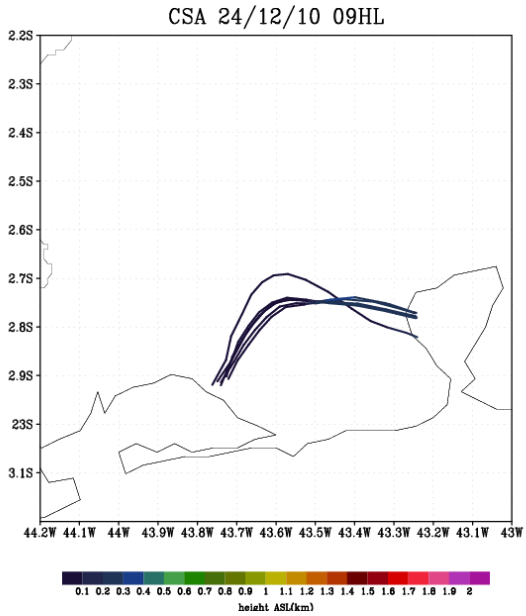

Figura 5 – Trajetórias partindo da CSA no dia 24/12/2010, as 9 UTC 3 6 horas local

No dia 24/12/2010, as 9 UTC 3 6 horas local, a atmosfera encontra-se estável. Isto se reflete na baixa altitude alcançada pelas trajetórias (300 metros), que se deslocam para leste, passando por diferentes bairros da cidade do Rio de Janeiro, inclusive Santa Cruz.

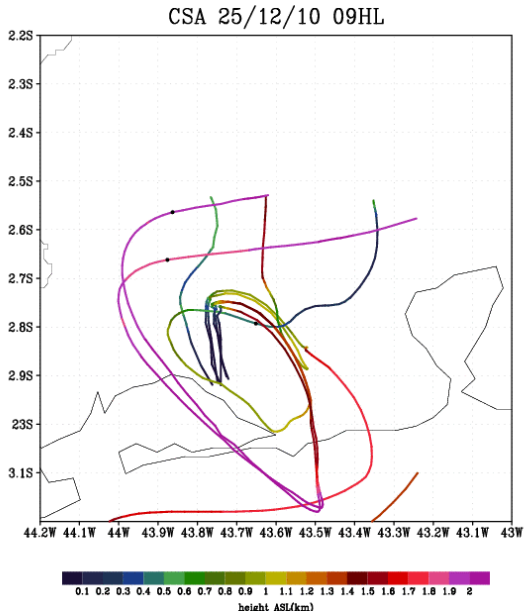

Figura 6 – Trajetórias partindo da CSA no dia 25/12/2010, as 9 UTC 3 6 horas local

No dia 25/12/2010, as 9 UTC 3 6 horas local, novamente percebe-se a atmosfera turbulenta. As trajetórias, inicialmente se deslocam para norte, mas rapidamente ganham altitude, atingindo até 2000 metros (cor lilás).

4.2 - O Índice de Condição de Vida e Saúde – ICVS

A espacialização do permite visualizar que o Grupo 1, em vermelho, que apresenta as piores condições de vida e saúde, se concentram nos municípios que compõem a periferia da cidade do Rio de Janeiro, núcleo da região metropolitana. Nestes municípios se localizará a rodovia que é parte integrante do projeto Arco Metropolitano.

Nas proximidades da localidade onde está instalado o Comperj, no município de Itaboraí, os moradores estão no Grupo 1 de condição de vida e saúde.Já nas proximidades da localidade onde está instalada a CSA, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, há maior incidência de população dos Grupos 2 e 3, que também não é das melhores condições de vida e saúde.

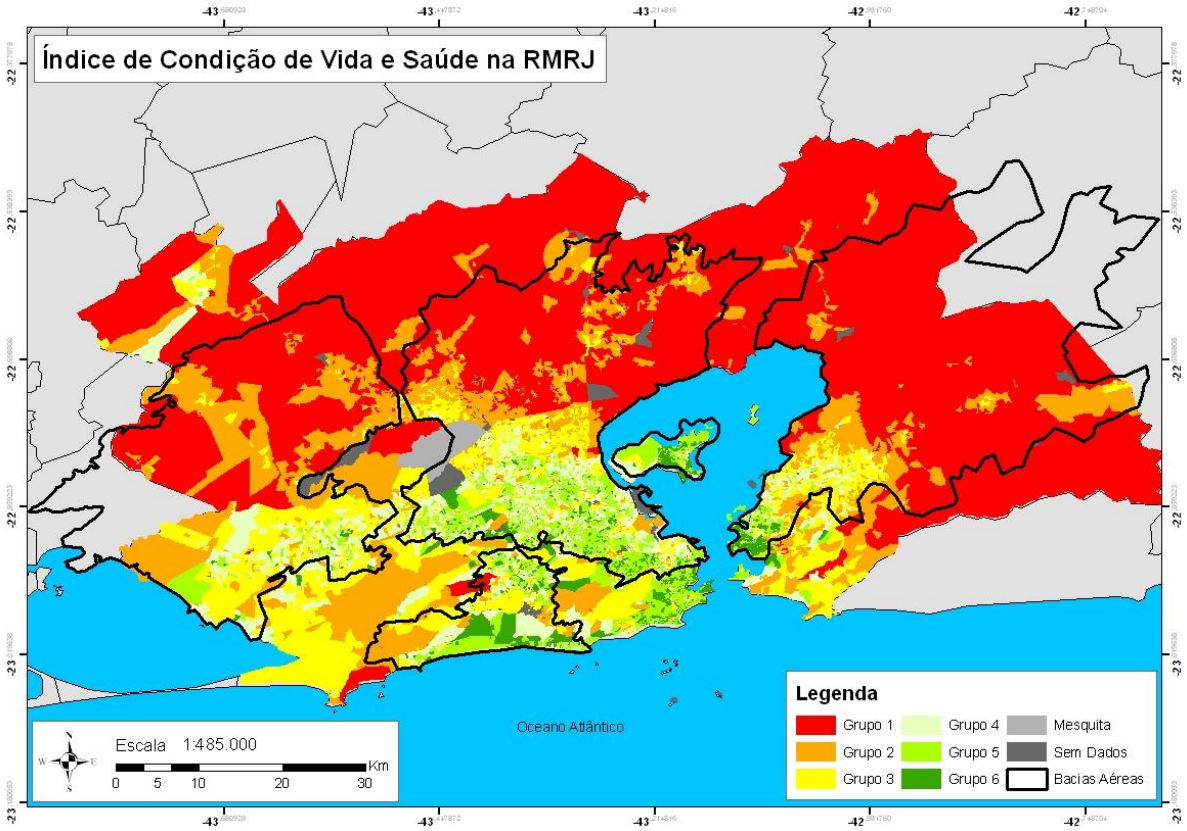

Figura 7 – Mapa de Condição de Vida e Saúde na RMRJ

Utilizando o contorno das bacias aéreas para calcular em qual delas existem mais pessoas em situação de vulnerabilidade diante da poluição do ar (tabela 1), constata-se que na Bacia Aérea 1 tem menos setores censitários (1470) que as Bacias Aéreas 3 (7748) e 4 (2037). No entanto, considerando-se apenas os setores de graus 1 e 2, a Bacia Aérea 1 (44,55%) tem maior percentual de setores em

condição de vulnerabilidade se comparada com as Bacias Aéreas 3 (28,02%) e 4 (34,75%).

Tabela 1 – Número de Setores Censitários divididos por Grau de Vulnerabilidade nas Bacias Aéreas da RMRJ

	Bacia Aérea 1		Bacia Aérea 2		Bacia Aérea 3		Bacia Aérea 4	
	Setores	%	Setores	%	Setores	%	Setores	%
Grupo 1	180	12,24%	6	0,74%	685	8,84%	294	14,43%
Grupo 2	475	32,31%	77	9,55%	1486	19,18%	414	20,32%
Grupo 3	387	26,33%	125	15,51%	1583	20,43%	519	25,48%
Grupo 4	330	22,45%	212	26,30%	1920	24,78%	348	17,08%
Grupo 5	81	5,51%	192	23,82%	1661	21,44%	143	7,02%
Grupo 6	17	1,16%	194	24,07%	413	5,33%	319	15,66%
Total	1470	100,00%	806	100,00%	7748	100,00%	2037	100,00%

Fonte: Elaborado pelo Autor

5 – Conclusão

Após unir as informações sobre a dispersão e deposição dos poluentes, com o índice de condição de vida, percebe-se que as indústrias e rodovias do Arco Metropolitano estão localizadas em áreas onde a população tem as piores condições de resistir aos efeitos da poluição do ar, se tornando ainda mais vulneráveis. Este fato é ainda mais grave na Bacia Aérea 1, não só por ser a área que apresenta maior percentual de população vulnerável, mas principalmente por ser a área onde está a CSA. Esta indústria vem apresentando consecutivos casos de emissão de poluentes, e já foi multada em duas ocasiões. A empresa continua gerando desconforto na população local que tem organizado passeatas e manifestações no centro da cidade do Rio de Janeiro.

Bibliografía

Brandão, A. M. P. M. (1996). O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro. Departamento de Geografia. FFLCH/USP. Tese de Doutorado. São Paulo.

Castellanos, P. L. (1994). Proyecto: sistemas nacionales de vigilancia de la situación de salud según condiciones de vida y del impacto de las acciones de salud y bienestar. Washington: Organización Panamericana de la Salud.

CENSO DEMOGRÁFICO 2000. IBGE. Disponível em www.ibge.org.br

Corrêa, R. L. (1992). O meio ambiente e a metrópole. In: Abreu, M. A. (org.).: Natureza e sociedade no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esporte, p.27-36.

DATASUS – Banco de dados do Sistema Único de Saúde. Disponível em www.datasus.gov.br

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (2004). Inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos da região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. FEEMA, 26p.

Oliveira, J. L. F. (2004). Análise espacial e modelagem atmosférica: contribuições ao gerenciamento da qualidade do ar da bacia aérea III da região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Tese de Doutorado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 144p.