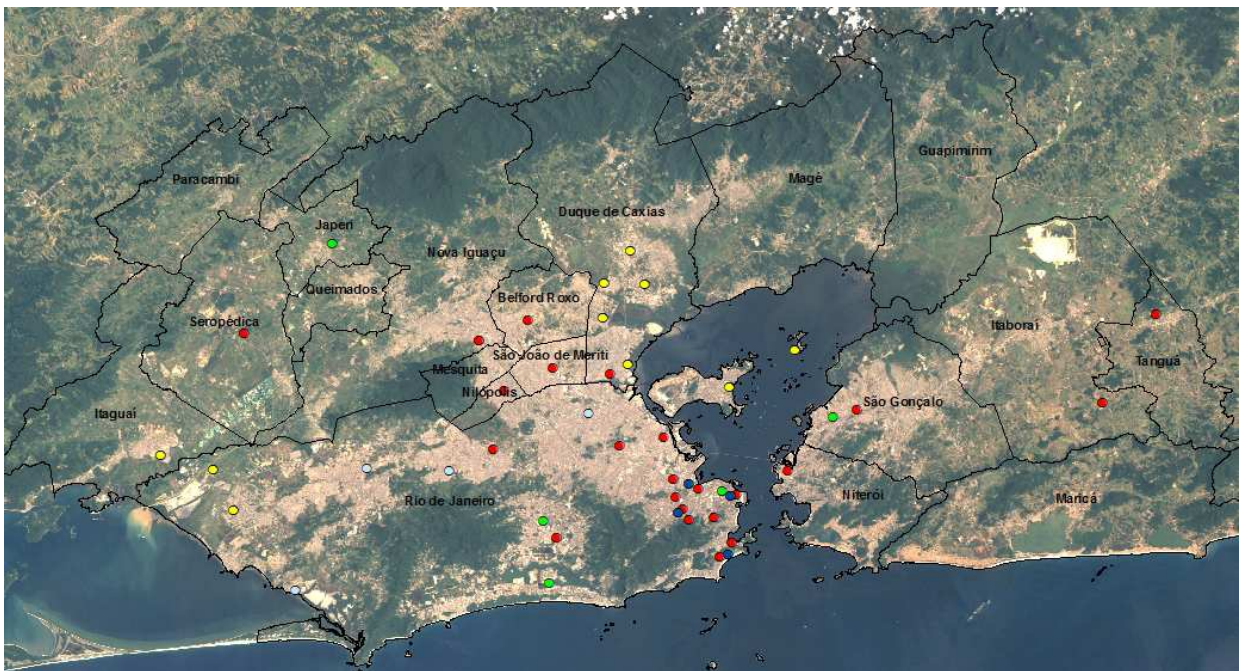


### 2.2.3 Rede de monitoramento

Após gerar os *layers* com a distribuição espacial das estações de monitoramento, pode-se ter a visualização da atual distribuição das estações de monitoramento na RMRJ sobre as imagens Landsat.

Na Figura 31 os pontos vermelhos e verdes identificam as estações de monitoramento manuais e automáticas do INEA. Os pontos amarelos identificam estações automáticas da rede privada instaladas em virtude de grandes empreendimentos licenciados pelo INEA, enquanto os pontos azuis escuros representam as estações automáticas da Prefeitura e os azuis claros representam as estações automáticas da ampliação da rede de monitoramento da Prefeitura instaladas ao final do ano de 2011.

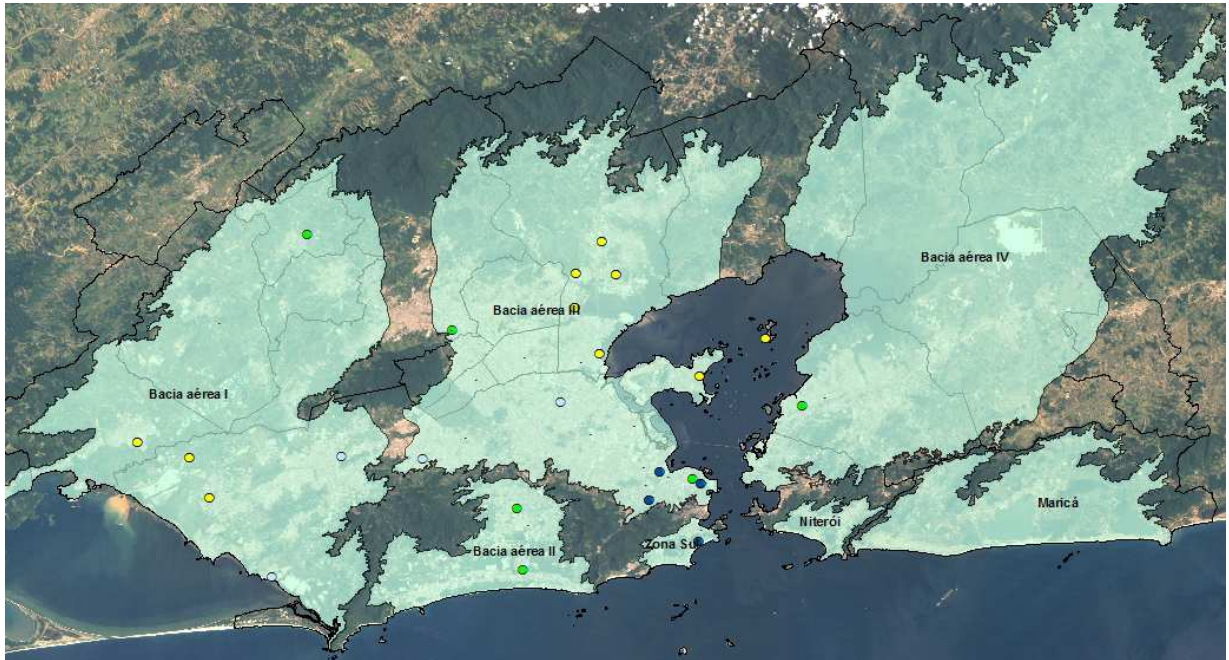
Na região de Itaboraí, devido ao licenciamento de um complexo petroquímico deverão ser instaladas novas estações de monitoramento. A localização geográfica das estações de monitoramento no entorno deste empreendimento não foram fornecidas pelo órgão fiscalizador do Estado até o momento da impressão deste documento.



**Figura 31: Distribuição espacial das estações de monitoramento da RMRJ**

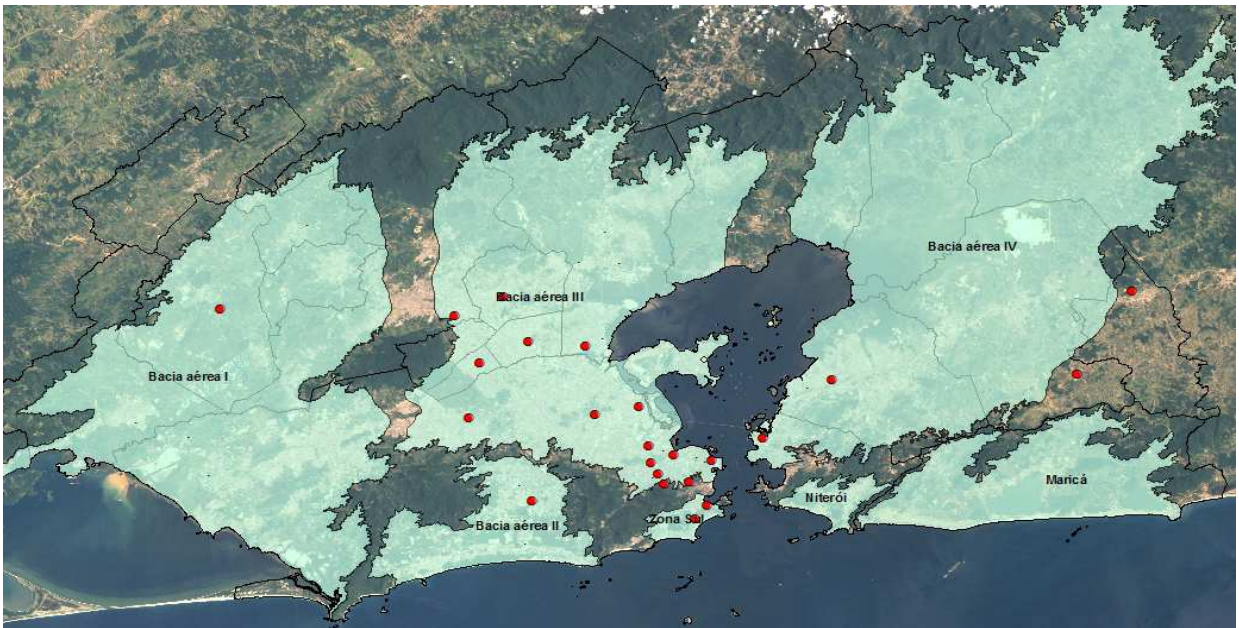
Utilizando o SIG para a visualização da imagem Landsat, dos dados das estações e dos limites das bacias aéreas para a altitude de 100 metros, foi possível verificar uma concentração das estações de monitoramento na Bacia aérea III enquanto nas outras bacias aéreas a quantidade de estações é visivelmente inferior.

A Figura 32 mostra a distribuição espacial das estações de monitoramento automáticas nas bacias aéreas de 100 metros de altitude onde podemos identificar que a Bacia aérea III possui 13 estações automáticas de monitoramento o que representa um número superior a quantidade de estações das outras bacias aéreas.



**Figura 32: Distribuição espacial das estações de monitoramento automáticas nas bacias aéreas de 100 metros de altitude**

A Figura 33 ilustra a distribuição espacial das estações manuais de monitoramento nas bacias aéreas de 100 metros de altitude onde novamente verificamos uma concentração de estações na Bacia aérea III que possui 15 estações enquanto o número de estações de monitoramento das outras bacias aéreas é inferior.



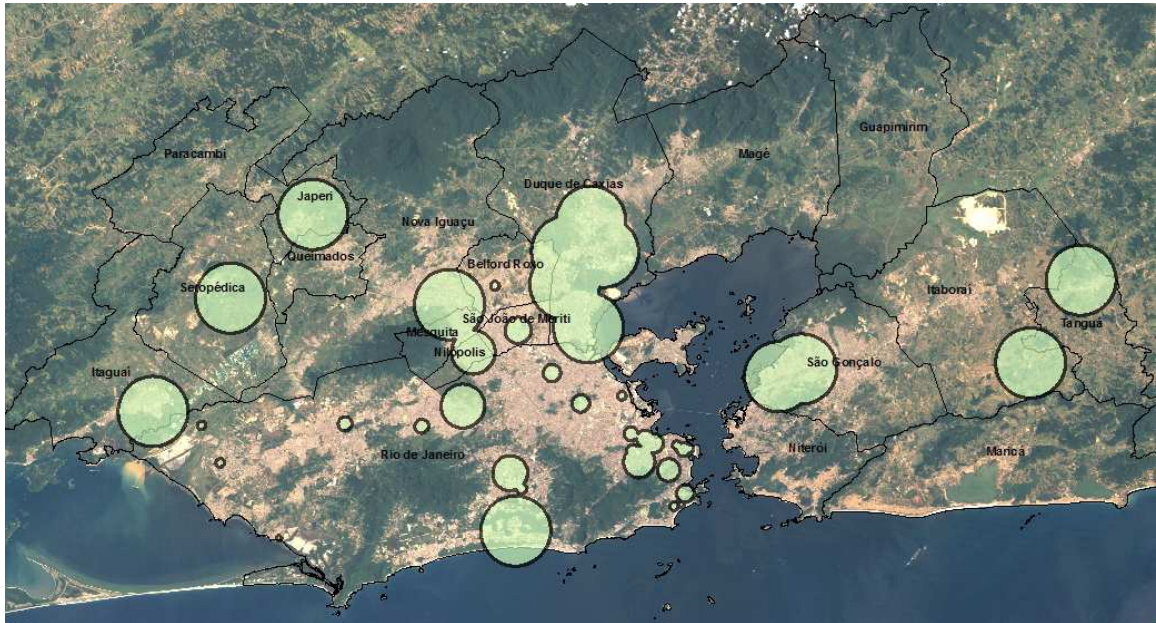
**Figura 33: Distribuição espacial das estações manuais de monitoramento nas bacias aéreas de 100 metros de altitude**

A Tabela 12 informa a quantidade de estações de monitoramento nas bacias aéreas 100 metros de altitude e as áreas de cada bacia aérea.

**Tabela 12: Quantidade de estações de monitoramento em cada bacia aérea de 100 metros de altitude**

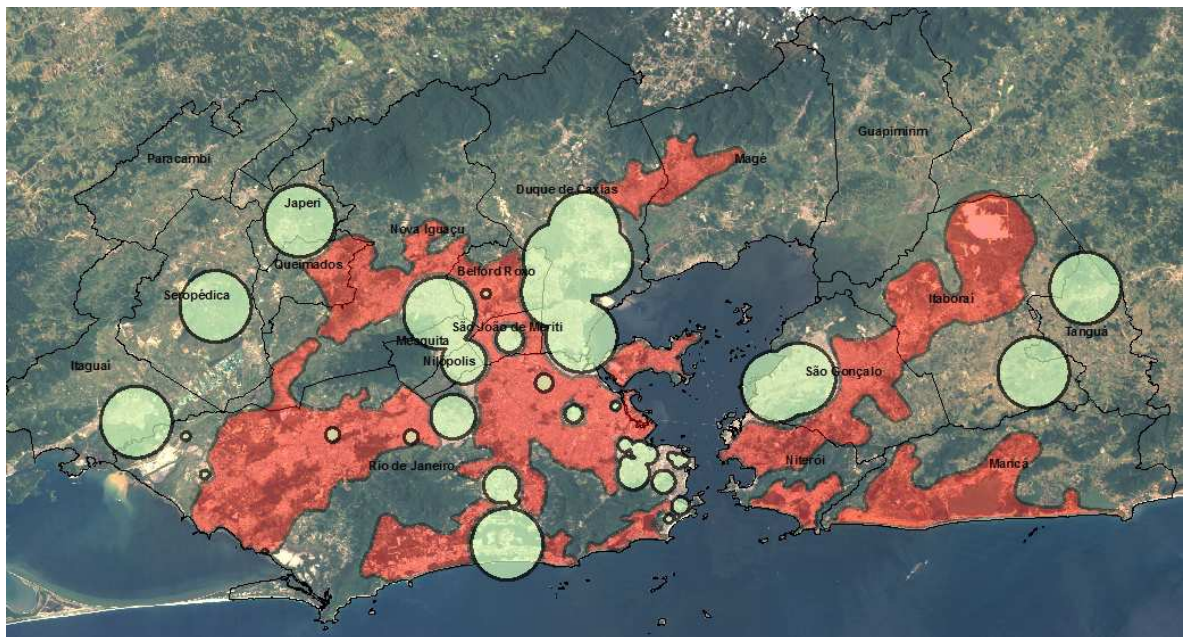
Bacias aéreas	Área (km <sup>2</sup> )	Estações Automáticas	Estações Manuais
Bacia aérea I	1058	6	1
Bacia aérea II	183	2	1
Bacia aérea III	1018	13	15
Bacia aérea IV	1452	1	2
Zona Sul	24	1	2
Maricá	265	0	0
Niterói	36	0	0

Cada estação de monitoramento possui um raio de abrangência que indica até onde as medições de cada estação têm representação. Os raios de abrangência das estações de monitoramento do INEA foram informados juntamente com posições geográficas de suas estações em seus dados cadastrais. Os raios de abrangência das estações de monitoramento da Prefeitura foram estabelecidos levando em consideração a posição geográfica onde as estações estão localizadas e os obstáculos que as cercam. Na Figura 34 temos a representação das áreas de abrangência das estações de monitoramento da RMRJ.



**Figura 34: Visualização dos raios de abrangência das estações de monitoramento**

Na análise espacial das áreas de abrangência foram identificadas áreas da mancha urbana que não são alcançadas pelos raios de ação das estações de monitoramento. A Figura 35 destaca com polígonos vermelhos as áreas que representam os espaços densamente ocupados pela população sem alcance da rede de monitoramento dentro dos critérios fixados.



**Figura 35: Identificação das áreas não alcançadas pela rede de monitoramento**

Conforme mostrado na Figura 36 foram identificadas sobreposições das áreas de abrangência que indicam que a distribuição espacial das estações pode ser melhorada de forma a recobrir melhor a área ocupada pela população. Com a melhoria na distribuição das estações de monitoramento é possível a geração de dados mais representativos para todo o espaço geográfico



**Figura 36: Identificação de sobreposição das áreas de abrangência das estações de monitoramento**

Para identificação de áreas críticas com relação ao problema de poluição atmosférica foram utilizadas as imagens de satélite Landsat para identificar as áreas ocupadas pela população, os eixos das principais vias de transporte por onde se têm grande circulação de veículos, engarrafamentos e emissão de poluentes e os limites das bacias aéreas de 100 metros de altitude.

Para identificação de uma área crítica foram adotados os seguintes critérios:

- No entorno das principais vias de circulação de veículos que representam fontes emissão de poluentes significativas;
- Na mancha urbana onde existe a presença de população que demanda energia e também representa um fator de contribuição nas emissões de poluentes e;
- No interior dos polígonos das bacias aéreas de 100 metros de altitude que representam a área mais crítica de confinamento dos poluentes em decorrência de inversões térmicas inferiores a essa altitude que comprovadamente, através do monitoramento realizado no aeroporto do Galeão, ocorrem durante o ano em proporções significativas.

A Figura 37 mostra a representação das áreas críticas da Bacia Aérea I utilizando os critérios descritos acima. Os polígonos em vermelho representam as áreas críticas sobre a mancha urbana no entorno das principais vias de circulação da região.



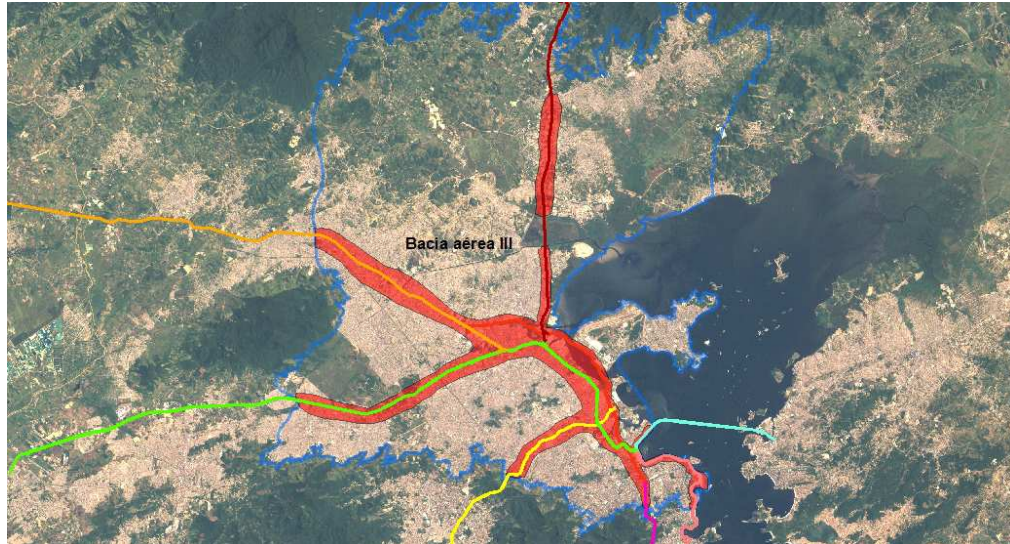
**Figura 37: Identificação das áreas críticas da Bacia aérea I**

A Figura 38 mostra a representação das áreas críticas da Bacia aérea II seguindo os critérios adotados. O polígono em vermelho representa a área crítica sobre a mancha urbana gerada no entorno das principais vias de circulação da região.



**Figura 38: Identificação das áreas críticas da Bacia aérea II**

A Figura 39 mostra a representação das áreas críticas da Bacia aérea III. Os polígonos em vermelho representam as áreas críticas sobre a mancha urbana geradas no entorno das principais vias de circulação da região.



**Figura 39: Identificação das áreas críticas da Bacia aérea III**

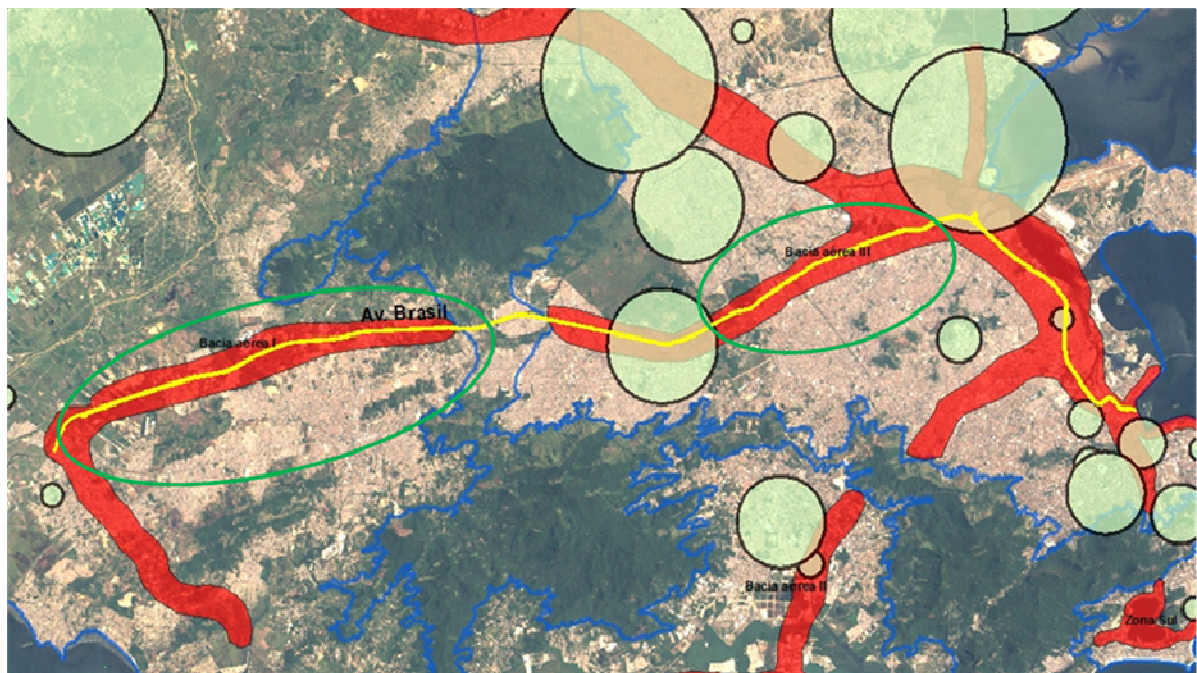
A Figura 40 mostra a representação das áreas críticas da Bacia aérea IV. O polígono em vermelho representa a área crítica sobre a mancha urbana gerada no entorno da principal via de circulação da região.



**Figura 40: Identificação das áreas críticas da Bacia aérea IV**

A distribuição das estações de monitoramento, já analisada neste capítulo, deve proporcionar a geração de dados de concentração de poluentes representativos para todo o espaço geográfico. Utilizando os polígonos de abrangência das estações de monitoramento, os polígonos de identificação das áreas críticas, os limites das bacias aéreas de 100 metros e as principais vias de circulação de veículos foram identificadas áreas para a expansão da atual rede de monitoramento descritas a seguir.

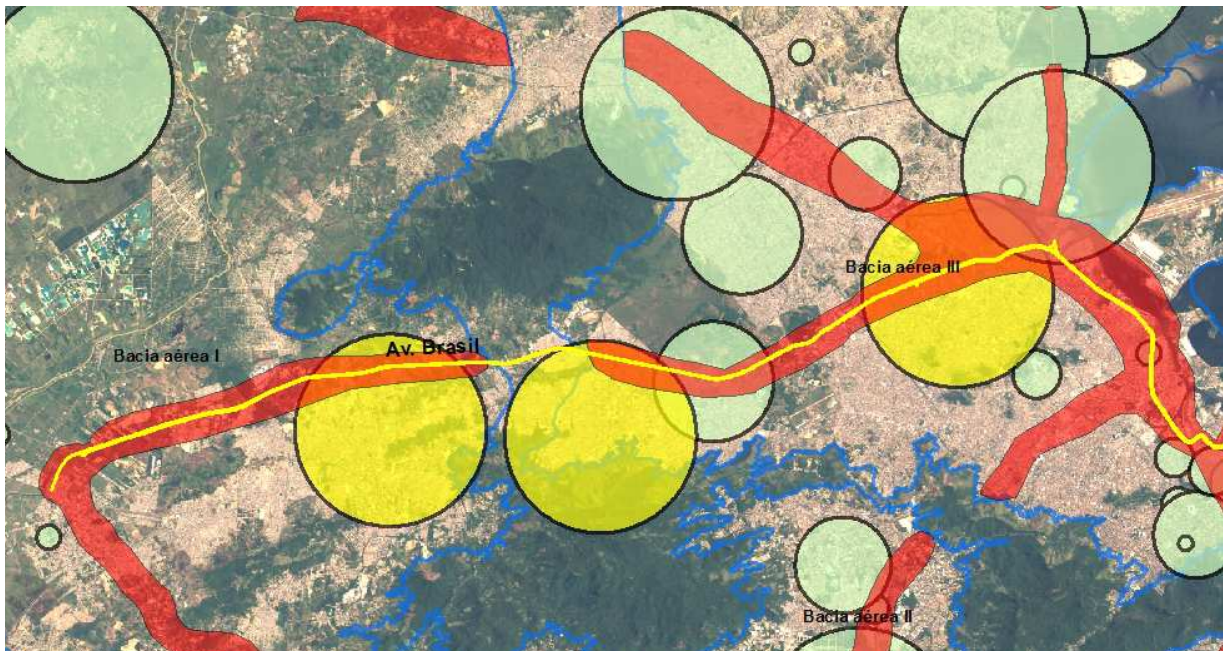
Ao longo da Avenida Brasil existem três estações de monitoramento, duas do tipo manual e uma automática. A primeira manual fica localizada no bairro de Realengo, a segunda no bairro de Bonsucesso e ambas monitoram partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI). A estação automática está localizada na Vila São Luiz e monitora dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), ozônio ( $\text{O}_3$ ), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), e partículas inaláveis (PI). Na Figura 41 foram destacadas as áreas que podem ser utilizadas para a instalação de novas estações de monitoramento de forma a melhor representar as concentrações de poluentes ao longo dessa importante via de circulação da RMRJ.



**Figura 41: Identificação de áreas para expansão da rede de monitoramento ao longo da Av. Brasil**

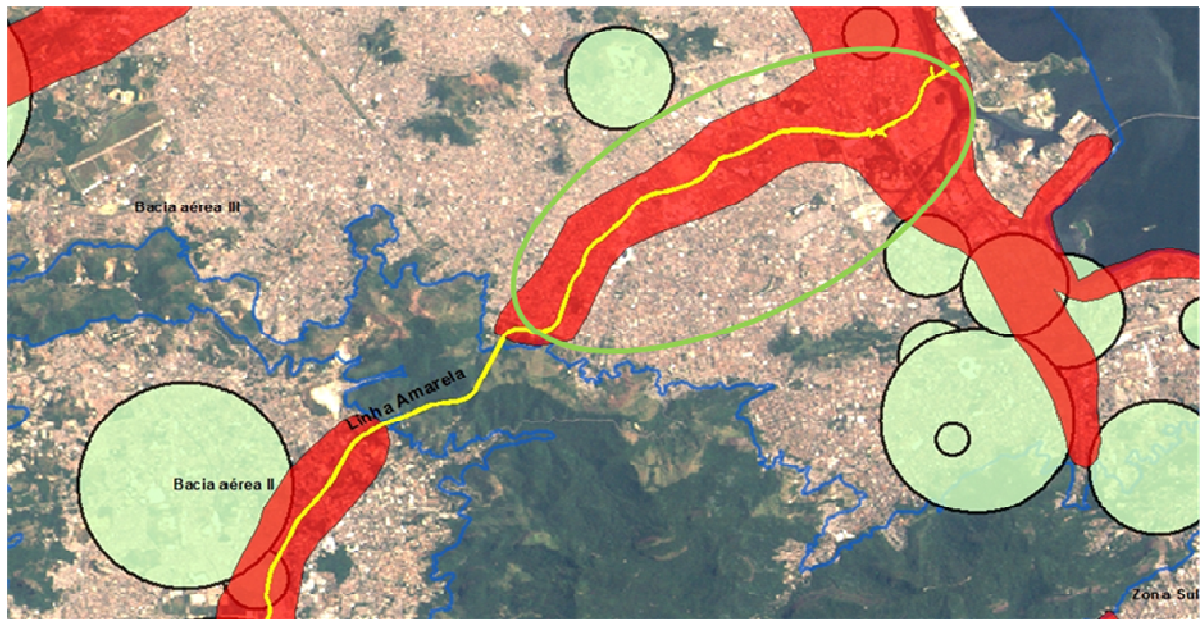


No mês de janeiro de 2012, durante o desenvolvimento do estudo, entraram em operação quatro novas estações de monitoramento da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. As áreas de abrangência de três destas estações foram representadas por circunferências amarelas na Figura 42 mostrando a expansão da rede de monitoramento ao longo da Av. Brasil.



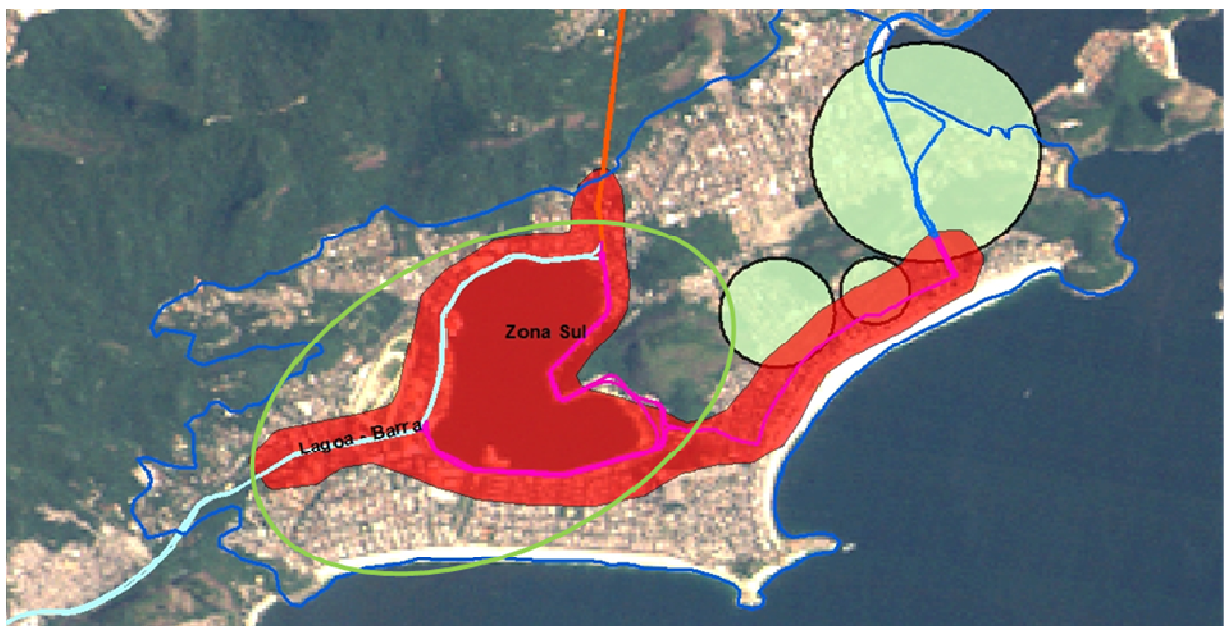
**Figura 42: Novas estações de monitoramento da Prefeitura do Rio de Janeiro instaladas ao longo da Av. Brasil**

No trecho final da Linha Amarela na chegada a Barra da Tijuca existem duas estações de monitoramento sendo uma manual e a outra automática. A estação manual está localizada no bairro da Cidade de Deus e monitora PTS e PI. A outra estação está localizada no bairro da Taquara e monitora os mesmos poluentes da estação localizada na Vila São Luiz. Na Figura 43 que mostra o trajeto da Linha Amarela foi destacado o trecho localizado na Bacia aérea III como um possível local para expansão da rede de monitoramento.



**Figura 43: Identificação de áreas para expansão da rede de monitoramento ao longo da Linha Amarela**

Na Bacia aérea da Zona Sul existem três estações de monitoramento, duas no bairro de Copacabana sendo uma manual e outra automática e uma estação manual no bairro de Botafogo. Na Figura 44 a área do polígono vermelho representa a área considerada crítica nesta bacia aérea e a região destacada pela elipse em verde foi avaliada como uma possível localização para instalação de novas estações de monitoramento nesta bacia aérea.



**Figura 44: Identificação de área para expansão da rede de monitoramento na Bacia aérea da Zona Sul**

A região oceânica de Niterói, que fica completamente inserida na Bacia aérea de Niterói, até o presente momento não possui nenhuma estação de monitoramento de poluentes atmosféricos. Segundo dados do site DETRAN-RJ<sup>7</sup> a frota de veículos de Niterói teve um crescimento de 21% entre os anos de 2007 e 2011, dessa forma a região oceânica de Niterói, destacada na Figura 45, foi identificada como uma área para instalação de novas estações e expansão da rede de monitoramento.



**Figura 45: Identificação de área para expansão da rede de monitoramento na Bacia aérea de Niterói**

Na Bacia aérea IV que engloba grande parte do município de Niterói conforme mostra a Figura 46 também foram identificadas áreas para instalação de novas estações de monitoramento e expansão da rede sob controle do Estado.

---

<sup>7</sup> [http://www.detran.rj.gov.br/\\_estatisticas.veiculos](http://www.detran.rj.gov.br/_estatisticas.veiculos)

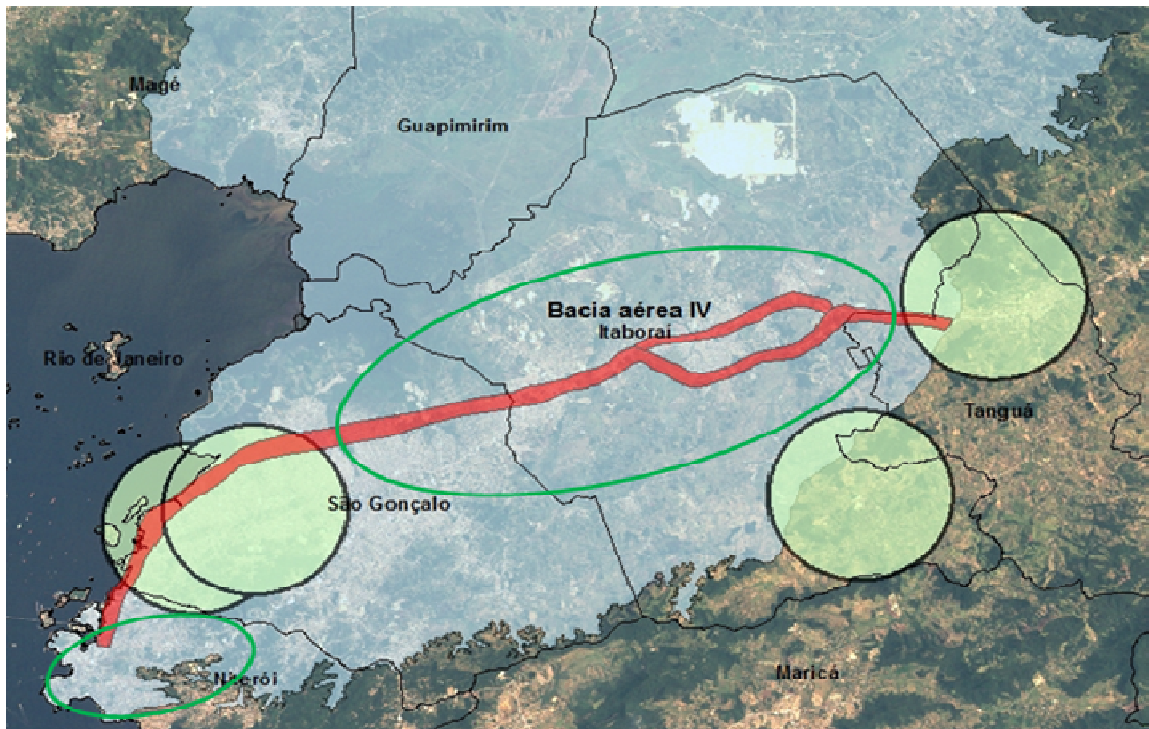


Figura 46: Identificação de áreas para expansão da rede de monitoramento na Bacia aérea IV

#### 2.2.4 Banco de dados geográficos

Foi criado um banco de dados geográficos georreferenciado com as imagens de satélite Landsat dos anos 2000, 2006, 2010 e 2011, os dados vetoriais das principais vias de circulação de veículos, os limites das bacias aéreas antigas de 100 metros e os novos cenários para as altitudes de 100, 200 e 300 metros, os limites dos bairros do município do Rio de Janeiro, os limites da RMRJ, os limites dos polígonos gerados nas análises espaciais realizadas, os pontos de localização das estações de monitoramento e os polígonos de suas áreas de abrangência.

### 3 CONCLUSÕES

A gestão da qualidade do ar através da utilização do zoneamento com base no conceito de bacia aérea é de fato indicada para a RMRJ devido às suas características topográficas particulares, das condições meteorológicas observadas através do monitoramento e devido ao caráter transfronteiriço de poluentes do ar.

As responsabilidades sobre a poluição do ar devem ser divididas entre os municípios pertencentes a uma mesma bacia aérea e a definição dos limites das bacias aéreas é o primeiro passo para que os diversos municípios atuem de forma conjunta na gestão da qualidade do ar.

A vetorização dos limites das bacias aéreas, com a utilização de dados digitais e sistemas computacionais, apresentaram resultados melhores que os limites propostos anteriormente pelo INEA devido à qualidade do processo e dos dados utilizados revelando três novas bacias aéreas e significativas alterações nas bacias aéreas existentes que devem ser consideradas.

A comparação entre os novos limites das bacias aéreas de 100 metros de altitude e os limites propostos anteriormente pelo INEA revelou o aumento das áreas das bacias aéreas I, III e IV em 23%, 17% e 66% respectivamente e uma redução da área da Bacia aérea II em 4%. Essas alterações de área devem ser consideradas para a expansão da rede de monitoramento e distribuição espacial das estações de monitoramento.

Os novos limites para as altitudes de 100 e 200 metros revelaram configurações espaciais que podem ser utilizadas na gestão da qualidade do ar e o limite para a altitude de 300 metros indica uma altitude onde a gestão da qualidade do ar com base no conceito de bacias aéreas, não se aplica devido à junção de todas as bacias aéreas em um só polígono.

Os limites das bacias aéreas para a altitude de 100 metros são de fato os mais indicados para a gestão da qualidade do ar sob o conceito de bacias aéreas, pois eles representam as áreas mais afetadas durante as ocorrências de fenômenos meteorológicos críticos que provocam uma maior concentração de poluentes e prejudicam a população da região metropolitana.

O SIG se mostrou uma ferramenta eficiente para a gestão ambiental da qualidade do ar na RMRJ, pois permitiu em ambiente de escritório através de um banco de dados geográficos georreferenciado a representação dos elementos necessários para a avaliação da configuração espacial das bacias aéreas e proporcionou uma visualização dinâmica da distribuição espacial das estações de monitoramento nas bacias aéreas propostas.

Foi constatado, com base nos dados cadastrais das estações de monitoramento fornecidos pelo INEA e pela SMAC, que existem áreas densamente ocupadas próximas a importantes vias de transporte com alto fluxo de veículos que não são contempladas pela atual rede de monitoramento. A atual rede de monitoramento deve ser ampliada de forma a gerar dados mais representativos para todo o espaço geográfico e é possível realizar uma redistribuição das atuais estações com auxílio do SIG de forma a garantir um maior aproveitamento da rede existente.

Ao longo da Av. Brasil, Av. Ayrton Sena, Linha Amarela, Av. das Américas e nas bacias aéreas da Zona Sul e de Niterói, foram identificadas áreas consideradas críticas e interessantes para a instalação de novas estações de monitoramento.

Atualmente diversas intervenções no sistema viário da RMRJ estão sendo realizadas e deve-se ficar atento a essas modificações. A utilização de imagens de satélite para a caracterização do espaço geográfico e acompanhamento de suas transformações é uma das funcionalidades do SIG que deve ser utilizada para auxiliar na distribuição espacial das estações de monitoramento, pois as modificações do espaço geográfico têm ligação com a dinâmica da poluição atmosférica na RMRJ.

As inversões térmicas observadas através do monitoramento realizado no Aeroporto do Galeão revelaram dados importantes das altitudes da camada de mistura na Bacia aérea III. No período de Junho de 2010 até maio de 2011 foram identificadas 148 inversões térmicas que ocorreram abaixo dos 300 metros de altitude. Desse total 43,92% ocorreram abaixo dos 100 metros de altitude e 50,68% aconteceram no inverno. Tais dados comprovam a ocorrência de inversões térmicas com altitudes inferiores aos 100 metros propostos como os limites mais adequados para as bacias aéreas e servem de alerta para a importância da realização desse monitoramento.

Os dados históricos dos ventos do Aeroporto do Galeão localizado na Bacia aérea III revelaram que os ventos de sudeste e sudoeste, predominantes na região, direcionam os poluentes para o interior dessa bacia aérea e para a Bacia aérea IV. Na Bacia aérea II os dados históricos dos ventos do aeroporto de Jacarepaguá indicaram a ocorrência de ventos de sudoeste, sul e sudeste que provocam o deslocamento dos poluentes para o interior da bacia aérea na direção da cadeia de montanhas e de ventos de nordeste e norte que direcionam os poluentes para o mar. O monitoramento desses fenômenos é fundamental para a gestão da qualidade do ar na RMRJ.

A atualização da base de dados é fundamental para a melhor representação do espaço geográfico e deve ser realizada constantemente uma vez que muitas transformações na RMRJ

são esperadas até o ano de 2016 quando ocorrerão os eventos da copa do mundo de futebol no Brasil e as olimpíadas no Rio de Janeiro.

A realização de um novo inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos é indicada uma vez que o último inventário realizado ocorreu no ano de 2004 e até a presente data muitas modificações já foram realizadas na RMRJ e precisam ser apreciadas por um novo inventário.

A realização de sondagens atmosféricas em outros locais da RMRJ é indicada para a verificação da ocorrência de inversões atmosféricas nas demais bacias aéreas e para proporcionar um melhor entendimento da influência desses fenômenos na dinâmica da poluição atmosférica na RMRJ.

É indicado um estudo mais detalhado com relação às áreas de abrangência das estações de monitoramento uma vez que o melhor conhecimento do alcance efetivo das estações permite melhorar a distribuição espacial das estações no espaço geográfico.

## REFERÊNCIAS

BAIRD, Colin; Química Ambiental, Porto Alegre, Ed. Bookman, 2002.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 set. 1981.

BRETSCHNEIDER, B., KURFURST, J., Air Pollution Control Technology, Amsterdam-Oxford-New York, 1987.

BORJA, A.V.H., LOOMIS, D.P., BANGDIWALA, S.I., SHY, C.M., RASCON, P.R.A.; Ozone, suspended particulates, and daily mortality in Mexico City. New York, American Journal of Epidemiology, 1997.

CÂMARA, G., e MONTEIRO, A. M. V., Conceitos Básicos da Ciência da Geoinformação. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2004.

CAVALCANTI, P.M.S., Avaliação dos Impactos Causados na Qualidade do Ar pela Geração Termelétrica. Tese de M.Sc., Rio de Janeiro; COPPE/UFRJ, 2003.

CAVALCANTI, P.M.S., Modelo de Gestão da Qualidade do Ar – Abordagem Preventiva e Corretiva. Tese (doutorado), Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE, 2010.

CETESB, Legislação Federal (Leis e Decretos), Série Documentos, São Paulo, 2000.

CETESB, Legislação Estadual (Lei 997/76 e Decreto 8468/76) - Controle de Poluição Ambiental Estado de São Paulo, Série Documentos, São Paulo, 2000.

CETESB, Poluição e Saúde, São Paulo. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br/ar/ar e saúde](http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/ar_e_saude), 2004. Acesso em: jan. 2012.

CETESB, Poluentes atmosféricos, disponível em:  
<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informacoes-Basicas/21-Poluentes>, acessado em março de 2010.

CETESB, Inversão térmica. Disponível em:  
<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/anexo/inversao.htm>. Acesso em: dez. 2010.

CIOCCO A, THOMPSON, D.J.; A follow-up on Donora ten years after: methodology and findings. Washington, American Journal of Public Health, 1961.

DETRAN-RJ, Estatísticas de veículos. Disponível em:  
[http://www.detran.rj.gov.br/\\_estatisticas.veiculos](http://www.detran.rj.gov.br/_estatisticas.veiculos). Acesso em: dez. 2011.

DOCKERY, D.W., SPEIZER, F.E., STRAM, D.O., WARE, J.H., SPENGLER, J.D., FERRIS, B.G.Jr.; Effects of inhalable particles on respiratory health of children. American Review of Respiratory Diseases, 1989.



FEEMA, Inventário de Fontes Emissoras de Poluentes Atmosféricos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2004.

FEEMA, Relatório Anual da Qualidade do AR, 2007.

FEEMA, Relatório Anual da Qualidade do AR, 2008.

FEEMA, Relatório Anual da Qualidade do AR, 2009.

FEEMA/GTZ, Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 1995.

FPA Project, GIS overview. Disponível em:

[http://www.fpa.nifc.gov/Library/Documentation/FPA\\_PM\\_Reference\\_Information/Output/GIS\\_overview.html](http://www.fpa.nifc.gov/Library/Documentation/FPA_PM_Reference_Information/Output/GIS_overview.html). Acesso em: set. 2011..

GAMA GASES, Monóxido de carbono2.pdf, Disponível em:

[http://www.gamagases.com.br/Monoxido\\_de\\_Carbono2.pdf](http://www.gamagases.com.br/Monoxido_de_Carbono2.pdf). Acesso em: jan. 2012.

GOUVEIA, Nelson, DAUMAS, Regina Paiva et AL; Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras, Epidemiologia e Serviços de Saúde, 2003.

GRAEDEL, T.E. & CRUTZEN, P.J. Atmospherere Climate and Change., New York Scientific American Library, 1997.

IBRAM, Relatório do Monitoramento da Qualidade do Ar no Distrito Federal, 2008.

INSTITUTO AÇO BRASIL, Relatório de sustentabilidade, 2009.

JEFFREY, S.; JOHN, E. Geographic Information Systems: an introduction, Prentice Hall, 1990.

JENKIN, M.E., CLEMITSHAW, K.C.; Ozone and other secondary photochemical pollutants: chemical processes governing their formation in the planetary boundary layer, 2000.

JOHNSON, Steven. O Mapa Fantasma: como a luta de dois homens contra o cólera mudou o destino de nossas metrópoles. Brasil; Zahar Ed., 2008.

KIELY, Gerard; Environmental Engineering, McGraw-Hill Publishing Co, New York, 1996.

LUÍS INDRIUNAS, Como funciona a inversão térmica, Disponível em:

<http://ambiente.hsw.uol.com.br/inversao-termica.htm>. Acesso em: dez. 2011.

MALCZEWSKI, J. GIS and Multicriteria Decision Analysis, New York, Ed. John Wiley & Sons, 1999.

McHARG, I.L. Design with nature. Ed. American Museum of Natural History - Natural History Press, New York, 1969.

MINISTRY OF HEALTH. Mortality and morbidity during the London fog of December 1952. Reports on Public Health and Medical Subjects. Ministry of Health. London. Number 95, 1954.

NAAQS. Disponível em: [http://epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/s\\_pm\\_history.html](http://epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/s_pm_history.html), 2006.

NBR 14.724 - Norma ABNT para elaboração de trabalhos técnicos, 2002.

PARTER, A., Industrial Air Pollution Handbook, Great Britain, Mc-GrawHill Book Company, 1978.

PCRJ, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Relatório do Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro, 2008.

POPE, C.A., DOCKERY, D.W.; Acute health effects of PM10 pollution on symptomatic and asymptomatic children. American Review of Respiratory Diseases, 1992.

RAMIREZ, M. R. Sistemas gerenciadores de banco de dados para geoprocessamento. Dissertação de Mestrado. COPPE/Engenharia de Sistemas e Computação. Rio de Janeiro, UFRJ, 1994.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990.

RESOLUÇÃO CONAMA nº18, de 06 de maio de 1986.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 8, de 31 de agosto de 1993.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006.

RIBEIRO, G. P. Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço temporal em ambiente costeiro Tese de doutorado UFF, 2005.

RIBEIRO, H. P.; NOGUEIRA, D. P.; BONGIOVANNI, C. A. T.; SOUZA, J. M. P.; KOGA, R. K.; NEFUSSI, N.; GUIMARÃES, F. A. & OLIVEIRA, W. E. Estudo da Função Ventilatória em Escolares Vivendo em Áreas com Diferentes Níveis de Poluição do Ar. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 1976.

SADANAGA, Y., MATSUMOTO, J., KAJII, Y. Photochemical reactions in the urban air: Recent understandings of radical chemistry. Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews 4, 85-104, 2003.

SALES, J. A. Dimensionamento da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA, Departamento de Poluição, Divisão de Poluição do Ar, Rio de Janeiro, 1980.

SARTOR F, SNACKEN R, DEMUTH C, and WALCKIERS D. Temperature, Ambient Ozone Levels, and Mortality during Summer. Department of Epidemiology and Toxicology, Institute for Hygiene and Epidemiology, Belgium, 1994.

SIENFELD, J. H.; SPYROS N. P.: Atmospheric Chemistry And Physics: from air pollution to climate change. Second Edition, New Jersey, 2006.

SIMON, Winchester. Krakatoa: o dia em que o mundo explodiu. Objetiva, 2003.

STERN, A. C.;BOUBEL, R. W.; TURNER, D. B.;; FOX, D. L., Fundamentals of Air Pollution, Orlando, Academic Press, Inc., 1984.

UNIVERSITY OF WYOMING, Department of Atmospheric Science, Inversões térmicas do aeroporto do Galeão. Disponível em: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. Acesso em: dez. 2010.

WHO - Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – Summary of risk assessment – Global Update, Switzerland, 2005.