

# RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - ANO BASE 2013

Instituto Estadual do Ambiente - INEA  
Diretoria de Informação Monitoramento e Fiscalização - DIMFIS  
Gerência de Qualidade do Ar - GEAR

foto: MarcosCavalcante.com



**inea** instituto estadual  
do ambiente



## **GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

### **Governador**

Luiz Fernando Pezão

### **Secretário**

André Correa

### **Instituto Estadual do Ambiente**

### **Presidente**

Marco Aurélio Damato Porto

### **Vice-Presidente**

Rafael de Souza Ferreira

### **Superintendência do Baixo Paraíba do Sul (SUPBAP)**

#### **Superintendente**

Max Almeida

### **Superintendência do Médio Paraíba do Sul (SUPMEP)**

#### **Superintendente**

Edimar Xavier

### **Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG)**

#### **Gestor**

Sandro Muniz

### **Diretoria de Informação, Monitoramento e Fiscalização**

#### **Diretor**

Sergio Tavares Romay

### **Gerencia de Qualidade do Ar**

#### **Gerente**

Mariana Palagano Ramalho Silva

## **Diretoria de Licenciamento Ambiental**

### **Diretor**

José Maria Mesquita Jr

## **Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas**

### **Diretor**

Paulo Schiavo

## **Diretoria de Gestão das Águas e do Território**

### **Diretora**

Eliane Barbosa

## **Diretoria de Recuperação Ambiental**

### **Diretor**

Fernando Antônio Mascarenhas

## **Diretoria de Administração e Finanças**

### **Diretor**

Lincoln Nunes Murcia

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Gerencia de Qualidade do Ar**

#### **Equipe Técnica**

Adilson Rodrigues Penha  
Alzira dos Santos Amaral Gomes  
Antônio Carlos Dias dos Santos  
Clarissa Moschiar Fontelles  
Cosme Ferreira Rodrigues  
Daniel Cremonini Baptista  
Eduardo Alves Chagas  
Felipe de Oliveira Pinto  
Geraldo Peixoto  
José Péricles de Moraes Filho  
João Anulino Franco Neto  
Lazaro Costa Fernandes  
Luciana Maria Baptista Ventura  
Luiz Fernando Ferreira da Silva  
Mário Ribeiro de Souza  
Michelle Branco Ramos  
Orlando Gonçalves Mattos  
Pedro Henrique Rocha Valle

Rafael Barbosa Campos  
Renato Vieira da Silva  
Rosane Botelho  
Valmir Braga

**Equipe de Apoio – Complementar com os estagiários**

Arthur Loureiro de Andrade  
Caroline Menegussi Soares  
Fabiano Barbosa Alecrim  
Henrique Luiz da Silva Alves  
Kristine Bruce Wanderley  
Laiza Molezon Soares  
Luana Araújo da Paixão  
Mariana Cristina Reis Thorpe  
Rita de Cássia de Araújo Azevedo

**Equipe de apoio técnico e operacional - Equipe Cetrel S/A**

Aline Lefol Nani Guarieiro  
Anselmo de Souza Pontes  
Bruno Ferreira Matos  
Bruno Jefferson da Graça  
Carlos Fernando Passos de Oliveira  
Clayton Sant'Anna Martins  
Eduardo dos Santos Fontoura  
Gilmar Ribeiro de Assis  
Roberta Anastácia de Oliveira Vianna da Silva  
Sílvia dos Anjos Paulino

## Apresentação

Estamos divulgando ao público as informações relativas ao monitoramento da qualidade do ar do estado do Rio de Janeiro realizado pelo INEA em 2013. O objetivo é dar maior transparência ao banco de dados do Instituto e inspirar políticas públicas que venham melhorar ainda mais a qualidade do ar no Estado.

Os resultados da qualidade do ar do estado do Rio de Janeiro estão disponíveis online a todos os interessados no endereço [www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br), na forma de boletins da qualidade do ar. Entretanto, a divulgação deste relatório anual é uma oportunidade para apresentar as informações de forma consistida com a análise das evoluções temporais dos parâmetros de qualidade, além de discutir medidas de controle e estratégias de monitoramento de responsabilidade dos três níveis de governo e do setor empresarial, assim como da sociedade em geral.

É de conhecimento de todos que a boa qualidade do ar é fundamental para garantir qualidade de vida e de saúde a todos, especialmente quando o Rio de Janeiro está prestes a receber atletas de alto desempenho, que virão disputar as Olimpíadas de 2016.

O compromisso do INEA é disponibilizar informações confiáveis sobre o estado do ambiente no Rio de Janeiro. Fiéis a esse compromisso, estamos trabalhando para aprimorar e ampliar o monitoramento da qualidade do ar no Estado e, sobretudo, aperfeiçoar ainda mais o acesso e a apresentação dessas informações.

Marco Aurélio Damato Porto  
Presidente do INEA

## Prefácio

A Diretoria de Informação, Monitoramento e Fiscalização (DIMFIS) do INEA, por intermédio da Gerência de Qualidade do Ar (GEAR), apresenta o Relatório Anual de Qualidade do Ar, com os resultados consolidados de monitoramento e diagnósticos de qualidade do ar para o ano de 2013, de forma a dar transparência às informações geradas pelo monitoramento da qualidade do ar no estado do Rio de Janeiro.

O monitoramento é realizado por meio de uma rede de estações automáticas e semiautomáticas, que quantificam a concentração de material particulado, gases poluentes e parâmetros meteorológicos na atmosfera. Diariamente, o INEA publica Boletins da Qualidade do Ar que tem por objetivo proporcionar o entendimento e a divulgação sobre a qualidade do ar local à sociedade.

A leitura recorrente desse documento, publicado anualmente, possibilita observar a evolução da qualidade do ar nas diversas regiões do Estado. É preciso ter consciência de que o ar que respiramos é substancialmente afetado pela expansão urbana e industrial, uma vez que os principais vilões para a qualidade do ar são os veículos automotores seguidos pelos grandes empreendimentos industriais.

Em relação às fontes industriais, os empreendimentos classificados como de alto potencial poluidor, são obrigados, por força de restrições das licenças ambientais, a adotarem medidas de controle, a monitorarem suas emissões (Programa de Monitoramento de Fontes Fixas – PROMON Ar) e monitorarem continuamente a qualidade do ar nas suas áreas de influência direta e indireta. Todos os dados provenientes desses monitoramentos são transmitidos em tempo real, quando oriundos de estações automáticas, e imediatamente integrados ao banco de dados da DIMFIS/GEAR, ou em bateladas.

Quanto aos veículos automotores, fontes majoritárias das emissões atmosféricas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), o INEA desenvolve duas ações principais: Programa de Inspeção e Manutenção Veicular (Programa I/M), para a aferição de gases poluentes em todos os veículos licenciados anualmente pelo DETRAN-RJ; e Programa de Automonitoramento de Emissão de Fumaça Preta (PROCON Fumaça Preta), que vincula as atividades relacionadas com transporte de carga e de passageiros, que utilizam o diesel como combustível, para realizar amostragens periódicas, enviando os resultados ao INEA. Em ambos os casos, o objetivo é que os proprietários dos veículos realizem a manutenção preventiva e corretiva dos seus veículos, fazendo com que emitam menos poluentes para a atmosfera. Além desses programas, no ano de 2013 foi aplicada a Resolução CONEMA Nº43/2011, que traz limites máximos de emissão veicular 60% mais restritivos do que os aplicados em 2012 para o teste de gases do Programa I/M, sujeitando os veículos de passeio à reprovação, com consequente não obtenção do Certificado de Registro de Licenciamento do Veículo (CRLV).

Além disso, acompanhando a mobilização federal ocorrida em 2012 para a redução das emissões dos veículos emissores, foi publicada em 13/12/2013, a Resolução CONEMA nº 57/13, que estendeu para 2014, o prazo de aplicação dos limites de emissão veicular estabelecidos na Resolução CONEMA nº 43/2012. Ainda na mesma data foi publicada a Resolução CONEMA nº 58/13, que aprovou a NOP-INEA-14,

que revisou as diretrizes do PROCON Fumaça Preta. Esta nova legislação teve por objetivo intensificar as inspeções das emissões nos veículos vinculados ao programa, passando a ocorrer 3 vezes ao ano, além de impor restrição de circulação em vias públicas, aos veículos reprovados nos testes.

Diante da obrigação do Estado em prover políticas e ações de monitoramento da qualidade do ar, de forma a garantir à saúde da população e atender aos compromissos assumidos com o Comitê Olímpico Internacional (COI) para a realização dos Jogos Olímpicos de 2016, o sistema SEA/INEA disponibilizou, em meados de 2011 – e complementado em 2013, recursos do FECAM para aquisição de novos equipamentos para ampliação da rede e garantir a operação e manutenção do monitoramento. Nesse sentido, em 2013, entraram em operação 9 novas estações automáticas de monitoramento. De forma a viabilizar toda a melhoria implantada, e garantir a qualidade e confiabilidade das informações geradas, foi investido recurso na contratação da empresa Cetrel Odebrecht Ambiental para, em parceria com o INEA, recuperar, operar, manter e ampliar a rede de monitoramento.

Nos últimos anos, o INEA distribuiu suas estações de monitoramento prioritária e estrategicamente em locais onde seja possível o acompanhamento das emissões e da efetividade das ações de controle aplicadas a elas. É necessário, portanto, ressaltar que os resultados obtidos pelo monitoramento realizado não possibilita a qualificação do Estado como um todo, mas reflete a realidade das áreas monitoradas, consideradas como críticas em termos de poluição do ar.

Além disso, com o intuito de estudar a influência da emissão de fontes biogênicas na qualidade do ar, e de forma a avaliar a possibilidade da definição de classes de uso para o território do Rio de Janeiro para a aplicação do Padrão Secundário (definido na legislação nacional vigente – Resolução CONAMA Nº 05/1989), o INEA em 2013 deu início a uma série de campanhas de monitoramento em parques urbanos do Estado do Rio de Janeiro, iniciada no Parque Nacional da Tijuca, seguido pelo Parque do Mendanha.

Mariana Palagano Ramalho da Silva  
Gerente da Qualidade do Ar

Sergio Tavares Romay  
Diretor da DIMFIS

## Sumário

Este relatório traz uma avaliação dos resultados obtidos no ano de 2013 pela Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar (RMQAR), as características meteorológicas desse ano, assim como as ações de planejamento, controle e gestão realizadas pelo INEA, com foco nas quatro áreas críticas em termos de degradação da qualidade do ar: a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), o Médio Paraíba (RMP), o Norte Fluminense (RNF) e a Região Serrana (RS). De um modo geral, a qualidade do ar no estado do Rio de Janeiro no período mencionado foi boa, sem episódios críticos de poluição.

Diante da competência do Estado em prover políticas e ações visando garantir a saúde da população, o INEA monitora a qualidade do ar do estado do Rio de Janeiro através da sua Rede de Monitoramento composta por 88 estações, que além da concentração de gases e material particulado no ar, monitora ainda parâmetros meteorológicos, como direção e velocidade do vento, temperatura, umidade, radiação solar, pressão atmosférica e precipitação.

O grupo de poluentes indicadores da qualidade do ar, por terem um reconhecido impacto negativo na saúde da população e/ou no meio ambiente, é composto por: o Dióxido de Enxofre ( $\text{SO}_2$ ), Partículas Totais em Suspensão (PTS), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), Partículas Inaláveis ( $\text{PM}_{10}$ ) e Ozônio ( $\text{O}_3$ ). Todos esses parâmetros são monitorados pela rede do INEA.

Apesar da boa qualidade do ar registrada na maior parte das estações do estado do Rio de Janeiro, foram constatadas áreas críticas, onde a qualidade do ar no ano de 2013 foi afetada pela expansão urbana e industrial. Os principais vilões da poluição atmosférica no Estado foram os veículos automotores seguidos dos grandes empreendimentos industriais aqui instalados, sendo registradas violações aos padrões de PTS, PI,  $\text{NO}_2$  e  $\text{O}_3$ .

A RMRJ, com 19 municípios e com a segunda maior concentração de indústrias e de veículos do país, apresentou o maior comprometimento da qualidade do ar no Estado. Os resultados obtidos em 2013 demonstram que não foram observadas ultrapassagens dos padrões de CO e  $\text{SO}_2$ , em nenhum dos pontos monitorados. Entretanto, as violações foram registradas para os parâmetros  $\text{PM}_{10}$ , PTS,  $\text{NO}_2$  e  $\text{O}_3$ . Destaca-se que nesta região, 77% das emissões atmosféricas são oriundas de fontes veiculares, segundo inventário feito pelo INEA em 2004, e os 23% restantes provêm de fontes fixas, onde, os setores petroquímico, naval, químico, alimentício e de transformação de energia, são os majoritários.

Na RMP, composta por 12 cidades, a qualidade do ar é impactada pelo intenso fluxo de veículos pesados associado ao principal eixo de ligação entre o Rio de Janeiro e São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra e ainda, pelos setores industriais associados à siderurgia, automotivo e metal-mecânico. Apesar das emissões provocadas por essas atividades, não foram observadas ultrapassagens dos padrões de CO,  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$ , em nenhum dos pontos monitorados. As violações foram localizadas e registradas apenas para os parâmetros  $\text{PM}_{10}$ , PTS e  $\text{O}_3$ .

Na RNF, composta por 9 municípios, os setores de atividades associados à cadeia produtiva do petróleo e gás, energia, bem como as atividades sucroalcooleiras, são os maiores poluidores da atmosfera. Além disso, destaca-se o grande crescimento previsto para os próximos anos que contará com atividades como metal-mecânica, atividades portuárias, energia entre outras. Nessa região, registrou-se apenas violação aos padrões de PTS e de O<sub>3</sub>.

Por último, na Região Serrana composta por 14 municípios, os setores de atividades associados à cadeia produtiva do cimento, bem como as atividades alimentícias, são os maiores poluidores da atmosfera. Nessa região, não foram registradas violações a nenhum dos parâmetros monitorados.

De forma a realizar o controle e a gestão da qualidade do ar no Estado, foram e ainda são executadas ações específicas das principais fontes poluentes, como a assinatura de Termos de Ajustamento de Conduta (TACs) com as principais indústrias poluidoras do Estado: a Refinaria Duque de Caxias (Reduc), a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e a ThyssenKrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA). Foram adotados também padrões mais rigorosos nos licenciamentos ambientais em relação às emissões atmosféricas dos grandes empreendimentos industriais em implantação, como o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) e o Super Porto Açú, localizados nos municípios de Itaboraí e São João da Barra, respectivamente.

Para conter os impactos da poluição veicular, o INEA aplicou em 2013, em parceria com o DETRAN, os limites de emissão veiculares estabelecidos através da Resolução CONEMA nº43, trazendo limites máximos de emissão veiculares 60% mais restritivos do que os aplicados em 2012 para o teste de gases do Programa I/M, sujeitando os veículos de passeio à reprovação, com a consequente não obtenção dos Certificado de Registro de Licenciamento do Veículo (CRLV).

Em relação às fontes fixas, o INEA deu continuidade e intensificou a fiscalização ao Programa de Monitoramento de Emissões de Fontes Fixas para a Atmosfera (PROMON Ar). O objetivo foi obrigar as atividades com maior potencial poluidor a realizar amostragens nas suas chaminés, possibilitando o controle e a gestão das mesmas.

## Índice

1. Introdução .....	22
2. Caracterização do Estado do Rio de Janeiro.....	25
2.1 Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro .....	28
2.2 Região do Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro .....	31
2.3 Região do Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro.....	33
2.4 Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro .....	35
3. Composição da Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro ....	36
3.1 Rede Automática.....	37
3.2 Rede Semiautomática .....	42
4. Resultados do Monitoramento da Qualidade do Ar em 2013 no Estado do Rio de Janeiro ....	46
4.1 Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro .....	49
4.1.1 Meteorologia.....	49
4.1.1.1 Temperatura do Ar .....	50
4.1.1.2 Umidade relativa .....	52
4.1.1.3 Direção e velocidade do vento - Rosa dos ventos.....	54
4.1.2 Qualidade do Ar .....	63
4.1.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS) .....	63
4.1.2.1.1 Exposição de Curto Período .....	63
4.1.2.1.2 Exposição de Longo Período .....	66
4.1.2.2 Material Particulado (PM <sub>10</sub> ).....	67
4.1.2.2.1 Exposição de Curto Período .....	67
4.1.2.2.2 Exposição de Longo Período .....	70
4.1.2.3 Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....	72
4.1.2.3.1 Exposição de Curto Período .....	72
4.1.2.3.2 Exposição de Longo Período .....	73
4.1.2.4 Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ).....	74
4.1.2.4.1 Exposição de Curto Período .....	74
4.1.2.4.2 Exposição de Longo Período .....	75
4.1.2.5 Monóxido de Carbono (CO).....	76
4.1.2.5.1 Exposição de Curto Período .....	76
4.1.2.6 Ozônio (O <sub>3</sub> ).....	78
4.1.2.6.1 Exposição de Curto Período .....	78
4.1.3 Índice da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Estado Rio de Janeiro.....	80
4.2 Região do Médio Paraíba .....	81
4.2.1 Meteorologia.....	81

4.2.1.1	Temperatura do Ar .....	81
4.2.1.2	Umidade Relativa.....	82
4.2.1.3	Direção e velocidade do vento – Rosa dos ventos.....	84
4.2.2	Qualidade do Ar .....	85
4.2.2.1	Partículas Totais em Suspensão (PTS) .....	85
4.2.2.1.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	85
4.2.2.1.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	87
4.2.2.2	Material Particulado (PM <sub>10</sub> ).....	89
4.2.2.2.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	89
4.2.2.2.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	91
4.2.2.3	Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....	92
4.2.2.3.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	92
4.2.2.3.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	93
4.2.2.4	Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ).....	94
4.2.2.4.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	94
4.2.2.4.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	95
4.2.2.5	Monóxido de Carbono (CO).....	96
4.2.2.5.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	96
4.2.2.6	Ozônio (O <sub>3</sub> ).....	98
4.2.2.6.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	98
4.2.3	Índice de Qualidade do Ar da Região do Médio Paraíba .....	99
4.3	Região do Norte Fluminense.....	100
4.3.1	Meteorologia.....	100
4.3.1.1	Temperatura do Ar .....	100
4.3.1.2	Umidade Relativa.....	101
4.3.1.3	Direção e velocidade do vento – Rosa dos ventos.....	103
4.3.2	Qualidade do Ar .....	104
4.3.2.1	Partículas Totais em Suspensão (PTS) .....	104
4.3.2.1.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	104
4.3.2.1.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	106
4.3.2.2	Material Particulado (PM <sub>10</sub> ).....	108
4.3.2.2.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	108
4.3.2.2.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	108
4.3.2.3	Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....	109
4.3.2.3.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	109
4.3.2.3.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	110
4.3.2.4	Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ).....	111
4.3.2.4.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	111
4.3.2.4.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	112
4.3.2.5	Monóxido de Carbono (CO).....	113
4.3.2.5.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	113
4.3.2.6	Ozônio (O <sub>3</sub> ).....	115
4.3.2.6.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	115
4.3.3	Índice da qualidade do Ar da Região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro 115	
4.4	Região Serrana .....	116

4.4.1	Meteorologia.....	116
4.4.1.1	Temperatura do Ar .....	117
4.4.1.2	Umidade Relativa.....	118
4.4.1.3	Direção e velocidade do vento – Rosa dos ventos.....	120
4.4.2	Qualidade do Ar .....	122
4.4.2.1	Material Particulado (PM <sub>10</sub> ).....	122
4.4.2.1.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	122
4.4.2.1.2	<i>Exposição de Longo Período</i> .....	122
4.4.3	Índice da qualidade do Ar da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro .....	123
4.5	Poluentes não legislados monitorados no Estado do Rio de Janeiro .....	124
4.5.1	Hidrocarbonetos Não-Metanos .....	125
4.5.2	Metano.....	127
4.5.3	Material Particulado (PM <sub>2,5</sub> ) .....	128
5.	Campanhas de Monitoramento .....	132
5.1.1	Dióxido de Enxofre.....	133
5.1.1.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	133
5.1.2	Dióxido de Nitrogênio .....	134
5.1.2.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	134
5.1.3	Monóxido de Carbono .....	135
5.1.3.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	135
5.1.4	Ozônio .....	137
5.1.4.1	<i>Exposição de Curto Período</i> .....	137
6.	Evolução da Qualidade do Ar no Estado do Rio Janeiro.....	138
6.1	Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro .....	138
6.1.1	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos	138
6.1.2	Evolução das concentrações de Material Particulado (PM <sub>10</sub> ) nos últimos anos .....	142
6.1.3	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos .....	146
6.1.4	Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos .....	148
6.2	Região do Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro .....	150
6.2.1	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos	150
6.2.2	Evolução das concentrações de Material Particulado (PM <sub>10</sub> ) nos últimos anos .....	153
6.2.3	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos .....	156
6.2.4	Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos .....	158
6.3	Região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro .....	160

6.3.1	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos	160
6.3.2	Evolução das concentrações de Material Particulado (PM <sub>10</sub> ) nos últimos anos	163
6.3.3	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos	165
6.3.4	Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos	167
6.4	Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro	169
7.	Considerações e Recomendações	170
7.1	Considerações Finais	170
7.2	Ações e Providências Futuras	173
8.	Referências	176
Anexo 1		177
Anexo 2		183

## Lista de Figuras

Figura 1. Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro. ....	26
Figura 2. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. ....	28
Figura 3. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMRJ.....	30
Figura 4. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMP. ....	32
Figura 5. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RNF. ....	34
Figura 6. Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar INEA.....	38
Figura 7. Equipamentos de quantificação de poluentes atmosféricos contidos nas estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar do INEA. ....	38
Figura 8. Sensores Meteorológicos de monitoramento ambiental contidos nas estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar do INEA. (a) Sensor de Direção e velocidade de vento, (b) sensor de temperatura e umidade relativa, (c) sensor de radiação.....	39
Figura 9. Amostradores AGVs das estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar do INEA. (a) PTS, (b) PM10 ou PM2,5. ....	43
Figura 10. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região Metropolitana....	51
Figura 11. Anomalia de temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Ecologia Agrícola. ....	52
Figura 12. Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Metropolitana. ....	53
Figura 13. Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Ecologia Agrícola. ....	54
Figura 14. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação DC-Jardim Primavera. ....	55

Figura 15. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Itb-Sambaetiba. ....	56
Figura 16. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação NI-Monteiro Lobato. ....	57
Figura 17. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Nit-Caio Martins. ....	58
Figura 18. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ-Engenhão. ....	59
Figura 19. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ-Laboratório INEA. ....	60
Figura 20. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ-Lagoa. ....	61
Figura 21. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação SC-Meteorológica. ....	62
Figura 22. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMRJ, para o ano de 2013. ....	64
Figura 23. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMRJ, para o ano de 2013. ....	65
Figura 24. Registro Fotográfico da obra de saneamento na via onde a Estação SC - Largo do Bodegão está instalada (07/06/2013 a 30/06/2013). ....	65
Figura 25. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013. ....	66
Figura 26. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013. ....	67
Figura 27. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM <sub>10</sub> monitoradas nas medidas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013. ....	68
Figura 28. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM <sub>10</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013. ....	69
Figura 29. Registro Fotográfico da via em nivelamento que dá acesso a Estação Itb – Sambaetiba (01/06/2013 a 20/06/2013). ....	70

Figura 30. Concentrações médias anuais (longo período) de PM <sub>10</sub> nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	71
Figura 31. Concentrações médias anuais (longo período) de PM <sub>10</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	72
Figura 32. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO <sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	73
Figura 33. Concentrações médias anuais (longo período) de SO <sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	74
Figura 34. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO <sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	75
Figura 35. Concentrações médias anuais (longo período) de NO <sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	76
Figura 36. Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	77
Figura 37. Máximas concentrações médias de 8 horas monitoradas (curto período) nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	78
Figura 38. Máximas concentrações horárias (curto período) de Ozônio monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.....	79
Figura 39. Distribuição percentual da Qualidade do Ar da Região Metropolitana do estado Rio de Janeiro.....	80
Figura 40. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região do Médio Paraíba.....	81
Figura 41. Anomalia de Temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Pinheiral. ....	82
Figura 42. Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região do Médio Paraíba.....	83
Figura 43. Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Pinheiral. ....	83

Figura 44. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação VR-Belmonte.....	84
Figura 45. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação BM-Boa Sorte.....	85
Figura 46. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMP para o ano de 2013.....	86
Figura 47. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMP para o ano de 2013.....	87
Figura 48. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	88
Figura 49. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	89
Figura 50. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM <sub>10</sub> monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	90
Figura 51. Máximas Concentrações médias diárias (curto período) de PM <sub>10</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	90
Figura 52. Concentrações anuais (longo período) de PM <sub>10</sub> nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	91
Figura 53. Concentrações médias anuais (longo período) de PM <sub>10</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	92
Figura 54. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO <sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	93
Figura 55. Concentrações médias anuais (longo período) de SO <sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	94
Figura 56. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO <sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	95
Figura 57. Concentrações médias anuais (longo período) de NO <sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.....	96

Figura 58. Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013. ....	97
Figura 59. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013. ....	97
Figura 60. Máximas concentrações horárias (curto período) de O <sub>3</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano 2013. ....	98
Figura 61. Distribuição percentual da Qualidade do Ar da RMP do Estado do Rio de Janeiro. ....	99
Figura 62. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região Norte Fluminense. ....	100
Figura 63. Anomalia de temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cabo Frio. ....	101
Figura 64. Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Norte Fluminense. ....	102
Figura 65. Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cabo Frio. ....	102
Figura 66. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação MC-Cabiúnas. ....	103
Figura 67. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação MC-Meteorológica. ....	104
Figura 68. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RNF, para o ano de 2013. ....	105
Figura 69. Máxima concentração média diária (curto período) de PTS monitorada na estação automática na RNF, para o ano de 2013. ....	106
Figura 70. Concentração média anual (longo período) de PTS na estação semiautomática distribuída na RNF, para o ano de 2013. ....	107
Figura 71. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RNF no ano de 2013. ....	107
Figura 72. Máxima concentração média diária (curto período) de PM <sub>10</sub> monitorada na estação automática na RNF para o ano de 2013. ....	108

Figura 73. Concentração média anual (longo período) de PM <sub>10</sub> na estação automática distribuída na RNF para o ano de 2013.....	109
Figura 74. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO <sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2013. ....	110
Figura 75. Concentrações médias anuais (longo período) de SO <sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2013. ....	111
Figura 76. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO <sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013. ....	112
Figura 77. Concentrações médias anuais (longo período) de NO <sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013. ....	113
Figura 78. Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013. ....	114
Figura 79. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013. ....	114
Figura 80. Máximas concentrações horárias (curto período) de O <sub>3</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013. ....	115
Figura 81. Distribuição percentual de Qualidade do Ar da RNF do Estado do Rio de Janeiro. ....	116
Figura 82. Médias mensais da temperatura do ar e ocorrências extremas nas estações analisadas na Região Serrana. ....	117
Figura 83. Anomalia de Temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cordeiro.....	118
Figura 84. Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Serrana. ....	119
Figura 85. Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cordeiro. .	119
Figura 86. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg-Meteorológica.....	120
Figura 87. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg-Val Palmas.....	121

Figura 88. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM <sub>10</sub> monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2013. ....	122
Figura 89. Concentrações médias anuais (longo período) de PM <sub>10</sub> monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2013. ....	123
Figura 90. Distribuição percentual de Qualidade do Ar da RS do Estado do Rio de Janeiro.....	124
Figura 91. Distribuição espacial das estações automáticas de monitoramento de HCNM e CH <sub>4</sub> do INEA no ERJ (EM REVISÃO).....	126
Figura 92. Máximas concentrações horárias de Hidrocarbonetos não-metanos monitoradas no ERJ para o ano de 2013. ....	127
Figura 93. Máximas concentrações horárias de Metano medidas no ERJ para o ano de 2013. ....	128
Figura 94. Distribuição espacial das estações semiautomáticas de monitoramento de PM <sub>2,5</sub> do INEA no ERJ (EM REVISÃO).....	129
Figura 95. Máximas concentrações diárias (curto período) de partículas finas (PM <sub>2,5</sub> ) medidas no ERJ para o ano de 2013. ....	130
Figura 96. Concentrações médias anuais (longo período) de partículas finas (PM <sub>2,5</sub> ) medidas no ERJ para o ano de 2013. ....	131
Figura 97. Campanha de monitoramento da unidade móvel de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia no Parque Nacional da Tijuca.....	133
Figura 98. Campanha de monitoramento da unidade móvel de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia no Parque do Mendanha.....	133
Figura 99. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO <sub>2</sub> monitoradas nos Parques do Mendanha e PNT. ....	134
Figura 100. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO <sub>2</sub> monitoradas nos Parques Mendanha e PNT.....	135
Figura 101. Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nos Parques Mendanha e Sumaré.....	136
Figura 102. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de CO monitoradas nos Parques Mendanha e Sumaré.....	136

Figura 103. Máximas concentrações horárias (curto período) de O <sub>3</sub> monitoradas nos Parques Mendanha e Sumaré.....	137
Figura 104. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMRJ. ....	140
Figura 105. Evolução anual de PTS para a rede automática na RMRJ.....	141
Figura 106. Evolução anual de PM <sub>10</sub> para a rede semiautomática na RMRJ.....	144
Figura 107. Evolução anual de PM <sub>10</sub> para a rede automática na RMRJ. ....	145
Figura 108. Evolução anual de SO <sub>2</sub> para a rede automática na RMRJ.....	147
Figura 109. Evolução anual de NO <sub>2</sub> para a rede automática na RMRJ. ....	149
Figura 110. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMP.....	151
Figura 111. Evolução anual de PTS para a rede automática na RMP. ....	152
Figura 112. Evolução anual de PM <sub>10</sub> para a rede semiautomática na RMP. ....	154
Figura 113. Evolução anual de PM <sub>10</sub> para a rede automática na RMP.....	155
Figura 114. Evolução anual de SO <sub>2</sub> para a rede automática na RMP. ....	157
Figura 115. Evolução anual de NO <sub>2</sub> para a rede automática na RMP. ....	159
Figura 116. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RNF.....	161
Figura 117. Evolução anual de PTS para a rede automática na RNF. ....	162
Figura 118. Evolução anual de PM <sub>10</sub> para a rede automática na RNF.....	164
Figura 119. Evolução anual de SO <sub>2</sub> para a rede automática na RNF. ....	166
Figura 120. Evolução anual de NO <sub>2</sub> para a rede automática na RNF.....	168
Figura 121. Instalação das estação automática de monitoramento da qualidade do ar – Ampliação da RMQAR INEA. ....	174

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2013 – Estações próprias. ....	40
Tabela 2. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2013 – Estações privadas. ....	41
Tabela 3. Parâmetros de qualidade do ar monitorados pelas estações automáticas de monitoramento e métodos de detecção. ....	42
Tabela 4. Parâmetros meteorológicos e instrumentos de medição (Fonte: OMM, 2010). ....	42
Tabela 5. Abreviaturas e o ângulo dos principais pontos cardeais. ....	42
Tabela 6. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2013 - Estações Próprias. ....	44
Tabela 7. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2013 - Estações privadas. ....	44
Tabela 8. Parâmetros de qualidade do ar para estações automáticas de monitoramento e métodos de detecção. ....	45
Tabela 9. Padrões de Qualidade do Ar, estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 03/1990. ....	47
Tabela 10. Critério de Validação dos dados da Rede Automática. ....	47
Tabela 11. Critério de Validação dos dados da Rede Semiatuomática. ....	48
Tabela 12. Índice de Qualidade do Ar (IQAR). ....	49
Tabela 13. Índice Geral de Qualidade do Ar e implicações gerais à Saúde da população. ....	49
Tabela 14. Estações INEA analisadas na RMRJ e a climatológica INMET. ....	50

## 1. Introdução

O Monitoramento da Qualidade do Ar é o primeiro passo para avaliação e identificação de possíveis áreas poluídas. Os dados gerados por ele servem de subsídio às empresas e aos estados para acompanhamento, administração e gestão da qualidade deste parâmetro de qualidade ambiental. Avaliar a qualidade do ar no estado do Rio de Janeiro é condição básica para o estabelecimento de políticas públicas de controle e melhoria da mesma, e, conseqüentemente, da qualidade de vida da população. Conhecendo-se os dados de monitoramento do ar é possível determinar o grau de controle e os recursos necessários para mitigar os impactos da poluição do ar no meio ambiente e na saúde humana.

Ciente da importância do monitoramento o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), através da Gerencia de Qualidade do Ar (GEAR), monitora e acompanha os parâmetros de qualidade do ar no estado do Rio de Janeiro (ERJ). Os dados de monitoramento viabilizam a elaboração de diagnósticos ambientais tornando possível a gestão da qualidade do Ar no Estado, sendo esse um importante instrumento de gestão, norteador da tomada de decisões e definições de políticas públicas.

A qualidade do ar é monitorada no ERJ desde 1967, quando foram instaladas, no município do Rio, as primeiras estações semiautomáticas de amostragem da qualidade do ar. Desde então, várias ações de controle foram desenvolvidas, como por exemplo, a desativação de incineradores residenciais, a mudança no processo de produção da Companhia Estadual de Gás - CEG (troca de carvão por nafta e gás natural) e a substituição de combustíveis nas padarias (lenha por gás natural), resultando na queda das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e, conseqüentemente, em significativa melhoria da qualidade do ar (INEA, 2013). Além dessas ações, diversas outras foram implementadas no sentido de reduzir as emissões para a obtenção da melhoria da qualidade do ar, tais como o estabelecimento de incentivo fiscal para os veículos que instalem o kit de gás natural; a renovação da frota de ônibus da cidade do Rio de Janeiro até 2016 e o incentivo fiscal para a renovação da frota de caminhões com mais de 25 anos.

Algumas das ações de controle adotadas com significativas contribuições na gestão da qualidade do ar foram aplicadas com base na legislação estadual, como no caso da Lei Estadual Nº 2.389 de 1995 que proibiu a comercialização de combustíveis derivados de petróleo com a adição de chumbo, a Lei Estadual Nº 2.539 de 1996 que estabeleceu um programa de inspeção e manutenção de veículos em uso, destinado a promover a redução da poluição atmosférica, e a Lei Estadual Nº 5.990 de 2011 que promoveu a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-

açúcar. No âmbito federal, a criação da Portaria MINFRA nº 222 de 1991, que liberou o uso de GNV em táxi, e a Portaria DNC nº 26 de 1991, que fomentou a venda de GNV em posto operador, resultou na inauguração do primeiro posto de abastecimento público no Rio de Janeiro, sendo o estado do Rio de Janeiro o primeiro a aderir a estas portarias.

Em meados da década de 90 foi assinado o Convênio DETRAN-RJ/FEEMA, marco do início do controle de poluição veicular no ERJ, que além de cumprir a determinação dos dispositivos legais para o controle de poluentes gasosos quando do licenciamento anual dos veículos automotores, previa também, o repasse à FEEMA de recursos financeiros com o objetivo de promover, otimizar e manter o monitoramento da qualidade do ar. Esses recursos possibilitaram a implantação da rede automática, com transmissão de dados em tempo real à central de telemetria própria. Desde então o INEA vem monitorando e acompanhando as concentrações de poluentes atmosféricos e a qualidade do ar do ERJ.

Na mesma década, a extinta FEEMA passou a exigir das atividades industriais que poluíam a atmosfera, o monitoramento da qualidade do ar e das emissões de poluentes por intermédio do processo de licenciamento ambiental imposto aos empreendimentos potencial ou efetivamente poluidores.

Em termos de poluição do ar, o ERJ apresenta quatro áreas críticas, consideradas prioritárias às ações de controle: a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), a Região do Médio Paraíba (RMP), a Região do Norte Fluminense (RNF) e a Região Serrana (RS).

A RMRJ possui uma grande concentração de fontes de emissão de poluentes atmosféricos, sejam industriais ou pelo denso tráfego de veículos automotores, apresentando níveis de comprometimento da qualidade do ar em algumas áreas, as quais requerem um sistema de monitoramento mais intensivo. A RMP apresenta alto potencial poluidor do ar pela concentração industrial e pelo volume de trânsito pesado (eixo Rio de Janeiro – São Paulo). A RNF, em consequência da expansão industrial decorrente das atividades de exploração de petróleo e gás natural, além das atividades relacionadas à monocultura da cana-de-açúcar. Já para a RS as atividades industriais das cimenteiras e do ramo alimentício, também apresenta necessidade de monitoramento intensivo devido a estas atividades com alto potencial poluidor.

Este Relatório apresenta a evolução temporal da Qualidade do Ar no ERJ, obtida através dos dados da rede de monitoramento do INEA e das atividades licenciadas (rede privada). Apresenta também, as condições meteorológicas observadas no ano de 2013, além dos resultados das campanhas realizadas no Parques urbanos, auxiliando na identificação e priorização de problemas ambientais e na formulação de políticas e metas, visando garantir o desenvolvimento

sustentável do Estado. Além disso, é apresentada a distribuição percentual do Índice de Qualidade do Ar (IQAr), cujo objetivo principal é proporcionar uma melhor compreensão da informação da qualidade do ar divulgada pelo INEA diariamente no seu Portal de internet ([www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)).

## 2. Caracterização do Estado do Rio de Janeiro

O estado do Rio de Janeiro (ERJ) é detentor de uma situação econômica de destaque ocupando a segunda posição no ranking nacional, com um PIB superior a R\$ 500 bilhões. O favorecimento da economia se deu pelo setor petrolífero que repercutiu de forma positiva sobre outros segmentos, principalmente na indústria naval, no segmento portuário, no setor petroquímico e na sua logística, acarretando na implantação de novas plantas ou na modernização e expansão das existentes.

Por outro lado, nas duas últimas décadas, a siderurgia nacional atraiu vultosos investimentos, tanto de capital nacional, quanto de capital estrangeiro, buscando atender o mercado interno e uma maior parcela do mercado externo. Além da ampliação de unidades já em operação, o Estado foi contemplado com o planejamento de 2 unidades siderúrgicas de grande porte, com previsão produtiva de mais de 15 milhões de toneladas de aço/ano. Em 2009, foi iniciado a operação de uma delas que já atingiu uma produção superior a 5 milhões de toneladas de aço/ano.

Em decorrência desse crescimento, observa-se o consumo cada vez maior dos recursos naturais, de combustíveis, da redução da velocidade do tráfego (congestionamento), aumento da frota de veículos em circulação, o adensamento populacional das grandes cidades, instalação de novas indústrias, como sendo as principais causas de problemas crescentes relacionados à poluição atmosférica, presentes em algumas áreas.

O Estado do Rio de Janeiro (ERJ) localiza-se na Região Sudeste, a mais desenvolvida economicamente e de maior densidade demográfica do país, com 43.766 km<sup>2</sup> de área total, dividido em 92 municípios, correspondendo a 4,73% da Região Sudeste. Possui extenso litoral, com aproximadamente 630 km de extensão (Figura 1).

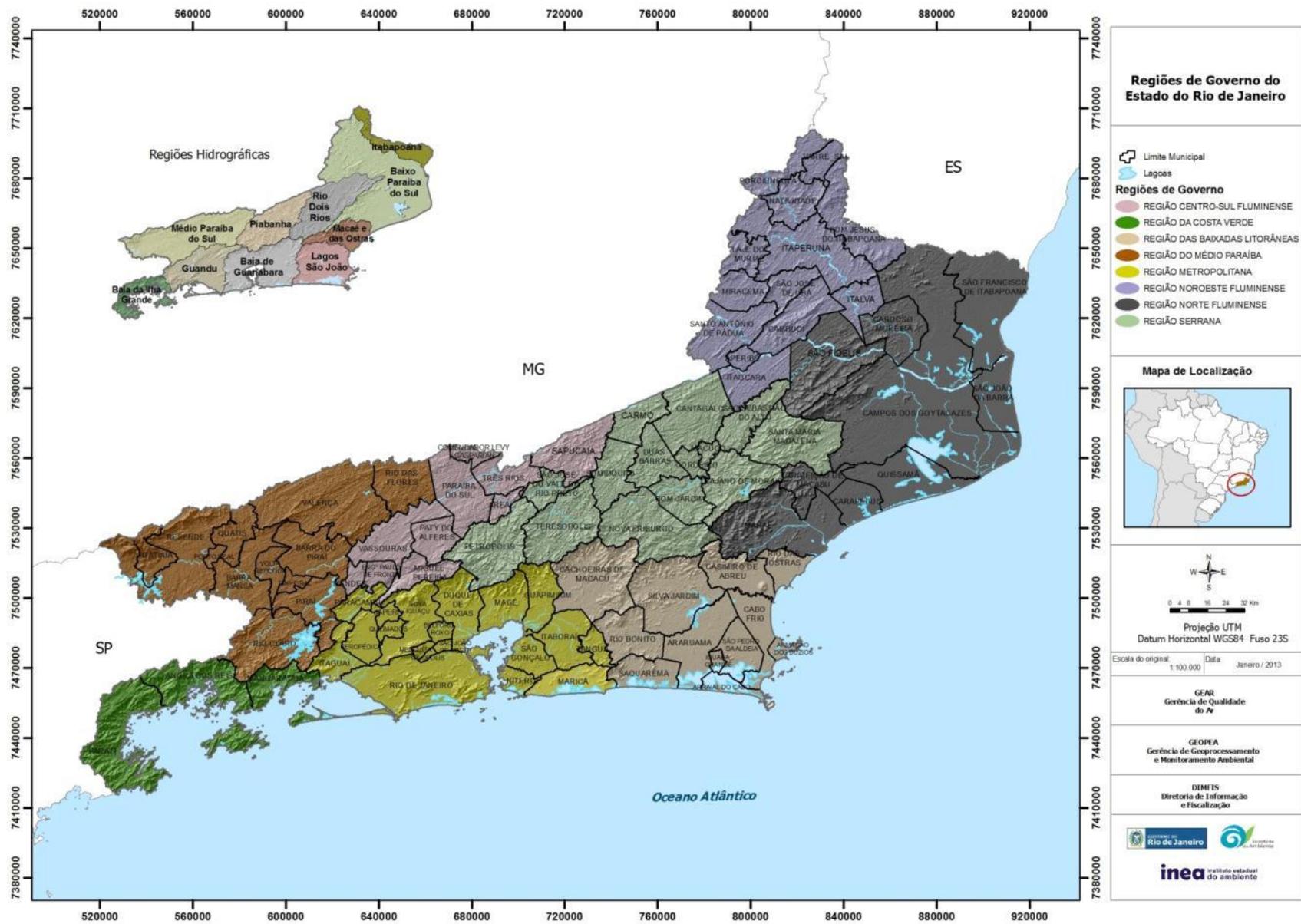


Figura 1. Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro.

O ERJ apresenta características de relevo e morfologia próprias, sendo composto por duas grandes áreas, separadas pelas escarpas da Serra do Mar, que se estende do litoral de Paraty e Angra dos Reis até a região de São Fidélis. Ao norte das escarpas, principalmente na área central do Estado, predominam feições morfológicas de amplitudes altimétricas maiores, como morros (100 m – 200 m), escarpas (acima de 400 m), serras isoladas e serras locais de transição entre amplitudes altimétricas diferentes (200 – 400 m). Ao sul e sudeste das escarpas, podem ser encontradas feições morfológicas de amplitudes altimétricas baixas, com extensas áreas de planícies fluviais e fluviomarinhas (até 20 m) e colinas (20 m – 100 m), como na Baixada Fluminense, na Região dos Lagos e na região de Campos dos Goytacazes (Figura 2 - SEA/INEA, 2010). É importante destacar que a configuração do terreno, bem como sua variação, influencia diretamente no transporte de poluentes na atmosfera, podendo acentuar ou reduzir os níveis de concentração de poluentes na atmosfera.

O Estado do Rio de Janeiro está dividido em 8 Regiões de Governo (Lei nº 1.227/87), dentre essas, 4 regiões foram definidas pelo INEA como prioritárias em termos de monitoramento da qualidade do ar, por concentrarem uma densa ocupação urbana e um elevado número de fontes de emissões atmosféricas. As estações que compõem a rede de monitoramento da qualidade do ar do ERJ estão distribuídas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), na Região Médio Paraíba (RMP), na Região Norte Fluminense (RNF) e na Região Serrana (RS).

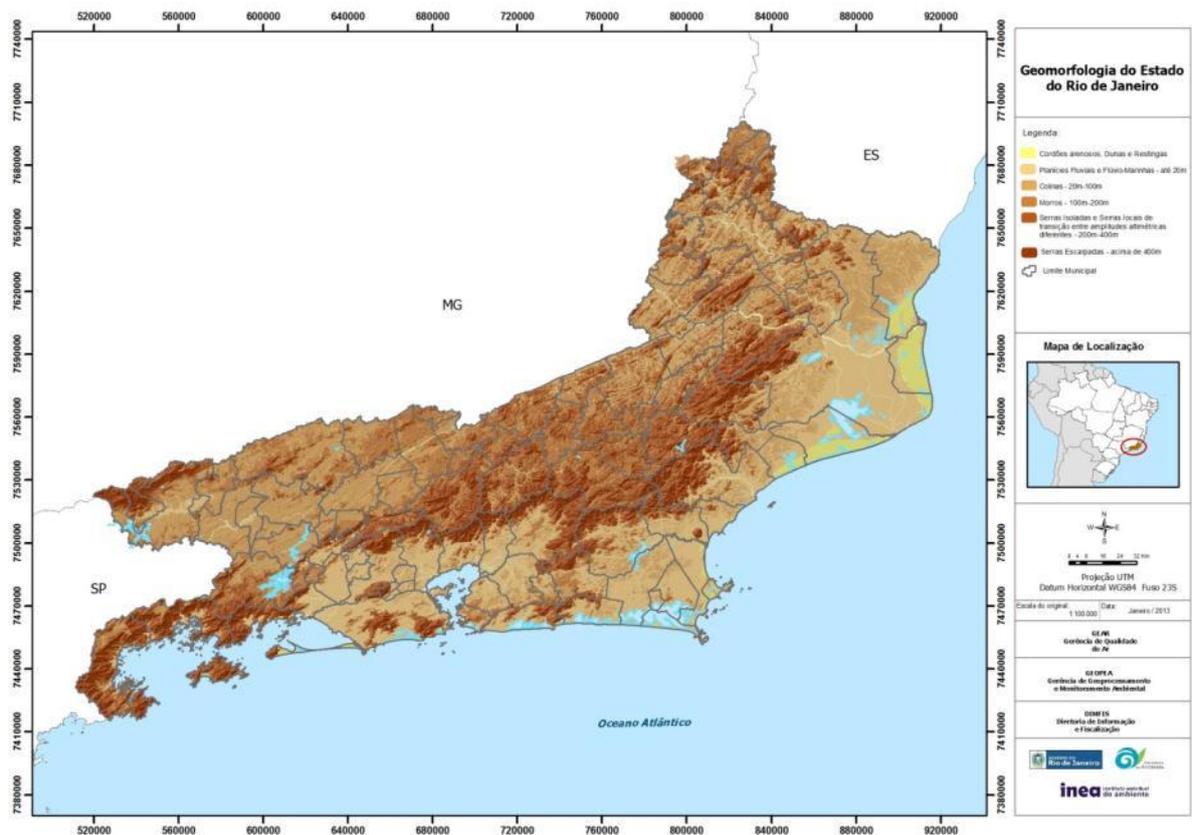


Figura 2. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro.

## 2.1 Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro

A RMRJ abrange os municípios do Rio de Janeiro, Mesquita, Nilópolis, São João de Meriti, Belford Roxo, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Japeri, Magé, Itaboraí, Tanguá, Queimados, Seropédica, Itaguaí, São Gonçalo, Maricá, Guapimirim e Niterói (SEA/INEA, 2010) (Figura 3).

Nesta região são observadas atividades associadas aos setores: petroquímico, metalúrgico, geração de energia, plásticos, tintas, vernizes e produtos de química fina. Os municípios que se destacam no contexto regional pela produção industrial são: Duque de Caxias (polo petroquímico de Campos Elíseos), Belford Roxo (indústria química), Niterói (indústria naval, material de transporte, química, gráfica, e produtos alimentares), Nova Iguaçu (setor industrial moveleiro, produtos de perfumaria, bebidas e alimentos), São Gonçalo (minerais não metálicos, produtos alimentares, indústria farmacêutica e química), Seropédica (usinas termoelétricas) e o Distrito de Santa Cruz, no Rio de Janeiro (siderurgia - com destaque à TKCSA - e usinas termoelétricas, entre outros).

Atualmente, o Porto de Itaguaí está em fase de ampliação e remodelação, ou seja, esse município encontra-se com uma série de obras em infraestrutura, tais como o arco viário

metropolitano (interligação do porto com as principais rodovias federais que cruzam o Estado), a Ferrovia Barra Mansa e a construção da Trama Norte do Ferro-anel de São Paulo (Projeto Integração Brasil Ferrovias), que impactará o acesso de cargas ao Porto (SEA/INEA, 2010).

A RMRJ possui a segunda maior concentração de população, de veículos, de indústrias e de fontes emissoras de poluentes do país, fatores que tendem a gerar problemas locais de poluição do ar uma vez que os maciços da Tijuca e da Pedra Branca, paralelos à orla marítima, atuam como barreiras físicas aos ventos predominantes do mar, podendo influenciar na dispersão dos poluentes.

O monitoramento da qualidade do ar na RMRJ é realizado através de 34 estações automáticas e 39 semiautomáticas no ano de 2013. A distribuição espacial dessas estações é apresentada na Figura 3.

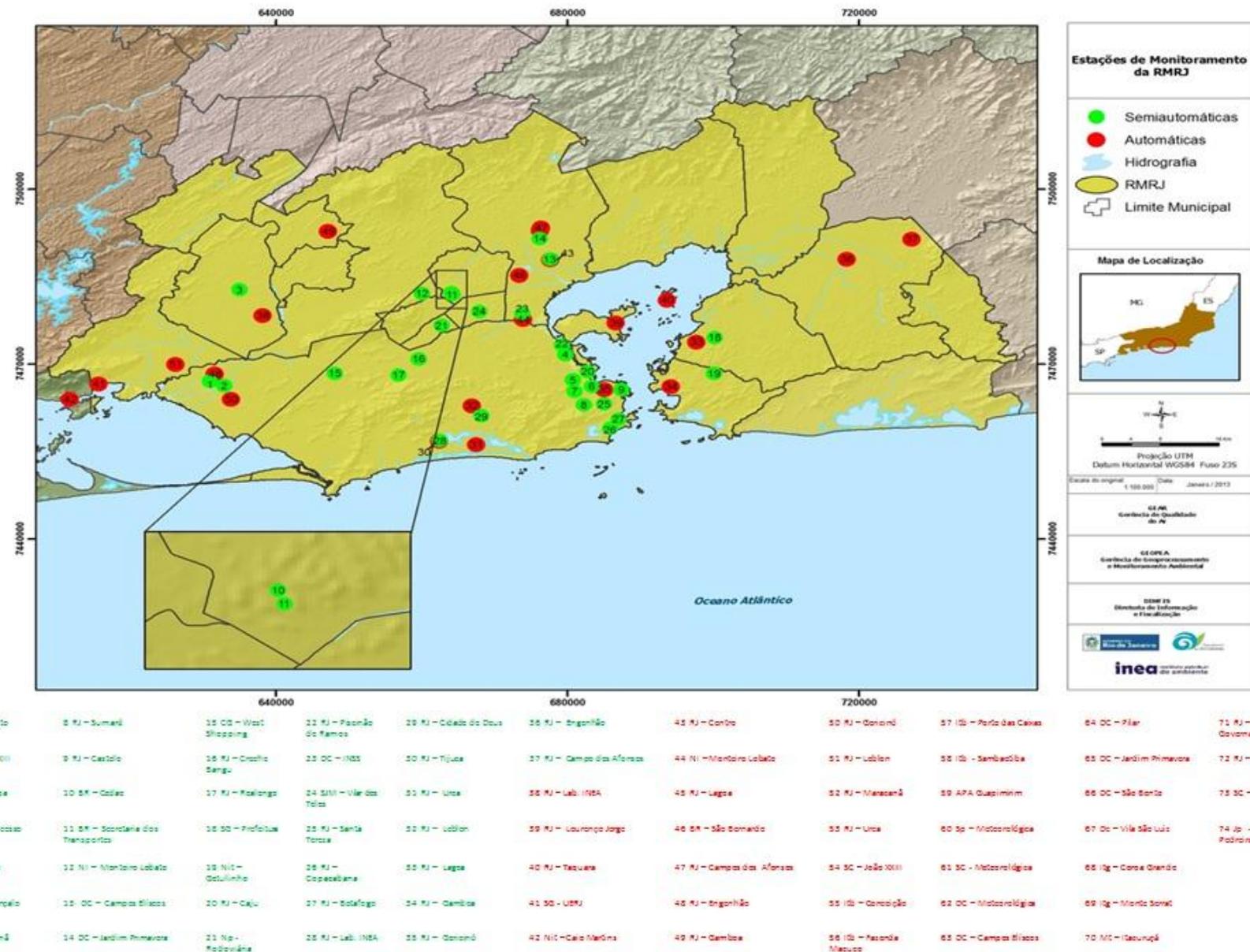


Figura 3. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMRJ.

## **2.2 Região do Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro**

Os municípios de Volta Redonda, Resende, Barra Mansa, Itatiaia, Quatis, Pinheiral, Barra do Piraí, Piraí, Valença, Rio das Flores, Porto Real e Rio Claro constituem a região do Médio Paraíba (Figura 4). Região, de grande importância econômica para o desenvolvimento do Estado e do País, principalmente no que tange as atividades industriais ao longo da Rodovia Presidente Dutra.

Na Região Industrial do Médio Paraíba destacam-se os setores associados à siderurgia, em especial a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN); setor automotivo, em Resende e Porto Real, com atração de indústrias automobilísticas bem como sua cadeia produtiva (pneus, química, vidros e infraestrutura de logística industrial) e setor metal-mecânico, em Volta Redonda e outros municípios do Médio Paraíba (SEA/INEA, 2010).

Os problemas ambientais relacionados à poluição do ar se devem, basicamente, ao porte, ao tipo e a localização das atividades industriais implantadas na região, bem como a intensa circulação de veículos pesados ao longo da Rodovia Presidente Dutra, eixo viário que interliga Rio de Janeiro e São Paulo, as duas maiores metrópoles do país.

O monitoramento da qualidade do ar na RMP é realizado através de 13 estações automáticas e 9 semiautomáticas no ano de 2013. A distribuição espacial das mesmas é apresentada na Figura 4.

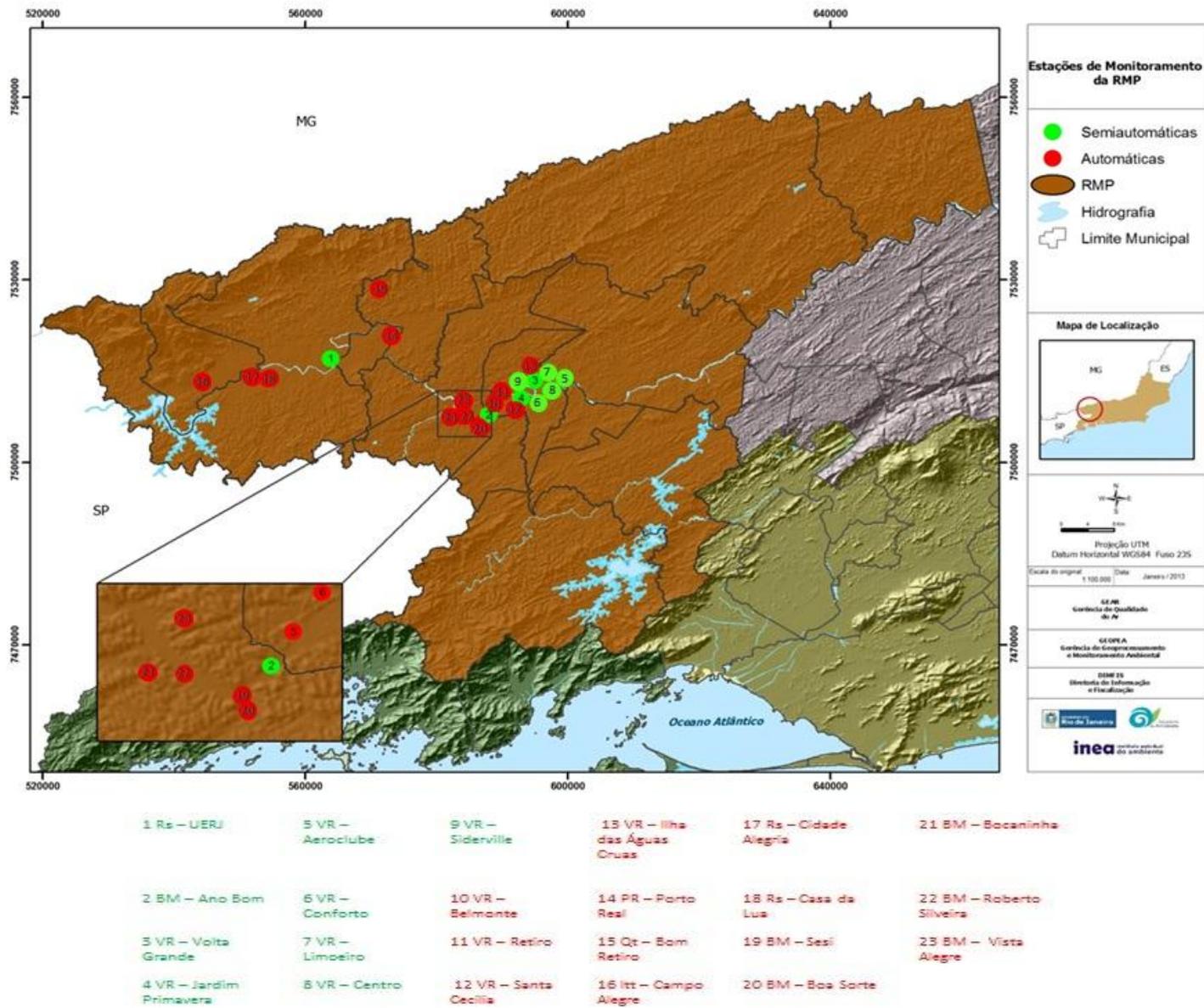


Figura 4. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMP.

### **2.3 Região do Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro**

A Região Norte Fluminense abrange os municípios de Campos, Cardoso Moreira, Conceição de Macabú, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São João da Barra, Carapebus e São Francisco de Itabapoana.

O modelo de desenvolvimento encontrado na região litorânea do Norte Fluminense contou com a atração de grandes empresas associadas à cadeia produtiva do petróleo e gás. Além da existência de jazidas petrolíferas que exigem a presença de unidades produtoras, de armazenamento e distribuição, como o Terminal de Cabiúnas operado pela Petrobras, a região contou com estratégias de incentivos fiscais para a instalação de indústrias.

O município de Macaé apresentou grande desenvolvimento o que fomentou o crescimento de quase todos os setores da economia, principalmente na área de serviços, gastronomia e hotelaria, mecânica, de metais e da mecatrônica (SEA/INEA, 2010). Atualmente, a cidade de Campos dos Goytacazes é polo dos arranjos produtivos locais da cerâmica vermelha, fruticultura, atividades do setor sucroalcooleiro e geração de energia, sendo as termoelétricas representantes deste setor.

O monitoramento da qualidade do ar na RNF é realizado através de 5 estações automáticas e 4 semiautomáticas no ano de 2013. A distribuição espacial das mesmas é apresentada na Figura 5.

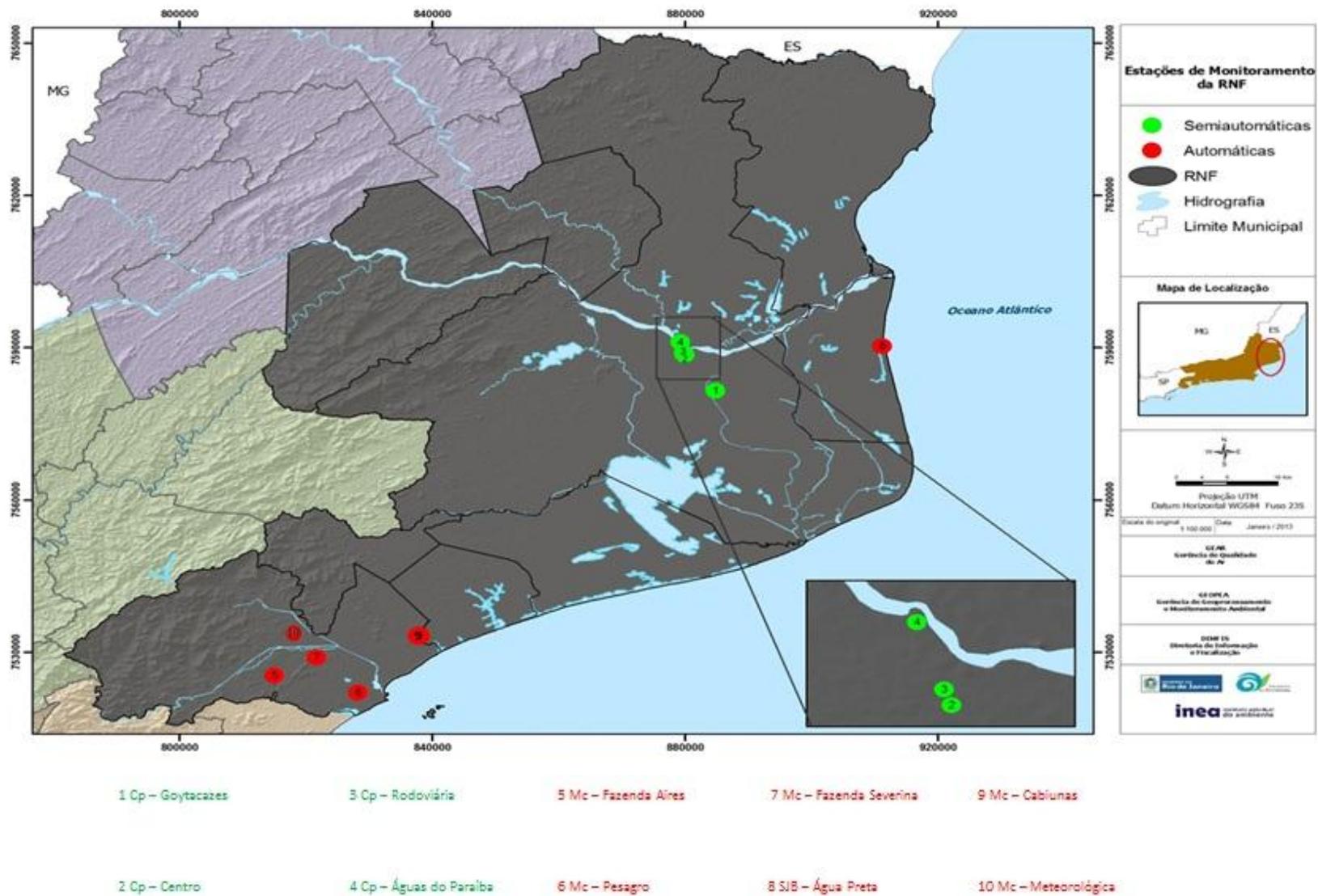


Figura 5. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RNF.

## **2.4 Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro**

A Região Norte Fluminense abrange os municípios de Petrópolis, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Nova Friburgo, Sumidouro, Carmo, Duas Barras, Bom Jardim, Trajano de Moraes, Cordeiro, Macuco, Cantagalo, São Sebastião do Alto e Santa Maria Madalena.

O modelo de desenvolvimento encontrado na região Serrana conta com a atração de grandes empresas associadas à cadeia produtiva do cimento. Além disso, a região contou com estratégias de incentivos fiscais para a instalação de indústrias do ramo alimentício.

O monitoramento da qualidade do ar na RS é realizado através de 3 estações automáticas no ano de 2013. A distribuição espacial das mesmas é apresentada na Figura XX.

### 3. Composição da Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro

A atual rede de monitoramento da qualidade do ar do INEA é composta pela rede automática e semiautomática de monitoramento. A rede automática é composta por estações que realizam medições contínuas (horárias) das concentrações dos poluentes dispersos no ar e dos parâmetros meteorológicos. Os poluentes monitorados são os gases dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), hidrocarboneto (HC - metanos e não metanos), COV (compostos orgânicos voláteis, ex. benzeno) e material particulado em suspensão na atmosfera nas frações partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI). Os parâmetros meteorológicos monitorados são direção e velocidade do vento, temperatura, umidade, radiação solar, pressão atmosférica e precipitação. Os dados obtidos são transmitidos em tempo real para a central de telemetria do INEA e compõem o banco de dados do Instituto.

A rede semiautomática é composta por estações que monitoram a concentração do material particulado em suspensão na atmosfera nas frações partículas totais em suspensão (PTS) e Material Particulado (PM<sub>10</sub>) e Material Particulado (PM<sub>2,5</sub>), por 24 horas ininterruptas, em períodos de 6 em 6 dias. As estações desta rede são visitadas semanalmente por técnicos do INEA que fazem a aferição, programação e troca dos filtros amostrados. Os filtros são pesados, a concentração de PM calculada e os resultados inseridos no banco de dados da rede semiautomática.

Além das estações próprias de monitoramento da qualidade do ar, o INEA se utiliza de dados oriundos de estações privadas pertencentes aos principais empreendimentos industriais e de infraestrutura que apresentam potencial poluidor significativo, definidas e implantadas por exigência do Licenciamento Ambiental. Essas estações são operadas e mantidas pelos empreendimentos e transmitem os dados em tempo real à central de telemetria do INEA que acompanha e gerencia os resultados.

A gestão efetiva do monitoramento da qualidade do ar envolve a necessidade de identificação de regiões prioritárias em termos de danos causados pela poluição do ar, para que de forma estratégica, seja realizado e/ou adensado o monitoramento em locais específicos, possibilitando assim, o direcionamento de políticas de gestão e de controle.

Nos últimos anos o Inea distribuiu de forma prioritária e estratégica, suas estações automáticas de monitoramento em áreas já identificadas como críticas com relação às emissões veiculares, possibilitando o acompanhamento destas e subsidiando ações de controle. Por outro

lado, as estações da rede privada (implantadas por força do licenciamento ambiental) estão fundamentalmente localizadas nas áreas de influência direta e indireta dos empreendimentos de grande potencial poluidor e, portanto, são direcionadas para o monitoramento da contribuição das fontes na deterioração da qualidade do ar do Estado.

A localização das estações que compõem a rede de monitoramento é realizada de acordo com as políticas de gestão do órgão ambiental (INEA). Uma vez determinada à área de instalação de uma estação, realiza-se a seleção do local adequado para medição (microlocalização), bem como dos parâmetros de interesse a serem monitorados em cada estação. Esta microlocalização segue ainda critérios mínimos de acordo com as características físicas de cada região, já que a área de abrangência da informação gerada dependerá de uma adequada localização do ponto de amostragem.

### **3.1 Rede Automática**

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar INEA foi composta em 2012 por 45 estações automáticas (próprias e privadas) distribuídas nas RMRJ, RMP, RNF e RS, e acrescida por 10 em 2013, além das 9 estações que monitoram somente parâmetros meteorológicos totalizando 64 estações.

As estações da rede automática se caracterizam pela capacidade de processar na forma de médias horárias, no próprio local e em tempo real, a concentração dos parâmetros de qualidade do ar e meteorologia. Estas médias são transmitidas para a central de telemetria e armazenadas em servidor de banco de dados dedicado, onde passam por processo de validação técnica periódica e, posteriormente, são disponibilizadas através de boletins diários no endereço eletrônico do INEA ([www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)). As Figura 6, 7 e 8 demonstram o funcionamento das estações automáticas de monitoramento, os analisadores utilizados para a quantificação dos poluentes e sensores meteorológicos utilizados na rede INEA.



Figura 6. Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar INEA.



Equipamentos de quantificação de poluentes presentes no ar



Equipamento de quantificação de  $\text{NO}_x$



Sistema de aquisição dos dados de qualidade do ar monitorados

Figura 7. Equipamentos de quantificação de poluentes atmosféricos contidos nas estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar do INEA.



**Figura 8.** Sensores Meteorológicos de monitoramento ambiental contidos nas estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar do INEA. (a) Sensor de Direção e velocidade de vento, (b) sensor de temperatura e umidade relativa, (c) sensor de radiação

A RMRJ contou com 24 estações fixas em 2012 sendo acrescida de mais 10 em 2013, totalizando 34 estações. As RMP, NF e RS contaram com 13, 5 e 3 estações fixas em 2012, mantendo o mesmo número para 2013, respectivamente. As estações da rede automática destas regiões monitoram os parâmetros de qualidade do ar e meteorologia descritos na Tabela 1 (Estações próprias) e Tabela 2 (Estações privadas). Os parâmetros de qualidade do ar analisados e suas respectivas técnicas de análise estão descritos na Tabela 3, enquanto os parâmetros meteorológicos e os instrumentos utilizados para medição estão listados na Tabela 4. As localizações das estações (coordenadas geográficas e endereços) estão apresentadas no anexo.

Os tipos de instrumentos meteorológicos descritos na tabela, bem como, boas práticas na operação são recomendados no guia de instrumentos e métodos de observação meteorológica da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2010). As localizações das estações (coordenadas geográficas e endereços) são apresentadas em anexo.

**Tabela 1.** Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2013 – Estações próprias.

Estações Automáticas	Região	Parâmetros														
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	CO	HC	BTX	PM <sub>10</sub>	PTS	TEMP	D Vel.	V Vel.	Umid	Rad.	P(atm)	Prec.
RJ – Taquara	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x			
NI – Monteiro Lobato	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x			
SG – UERJ	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x			
RJ – Lab. INEA*	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	
Nit – Caio Martins*	RMRJ	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x		
RJ – Lagoa	RMRJ			x						x	x	x	x			
RJ – UM_VAN*	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
RJ – Lourenço Jorge	RMRJ	x	x		x	x				x	x	x	x	x		
BR – São Bernardo°	RMRJ		x	x	x	x		x		x	x	x	x			
RJ – Campos dos Afonsos°	RMRJ		x	x						x	x	x	x	x	x	
RJ – Centro <sup>+</sup>	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x			
RJ – Engenho°	RMRJ		x	x	x	x		x		x	x	x	x			
RJ – Gamboa°	RMRJ			x						x	x	x	x			
RJ – Gericinó°	RMRJ			x						x	x	x	x			
RJ – Leblon°	RMRJ			x						x	x	x	x			
RJ – Maracanã°	RMRJ			x						x	x	x	x			
RJ – Urca°	RMRJ			x						x	x	x	x			
RJ – João XXIII°	RMRJ	x	x	x		x				x	x	x	x	x		
<b>Total de estações Automáticas</b>	<b>18</b>															

Notas:

SO<sub>2</sub> - Dióxido de Enxofre  
 NO<sub>x</sub> – Óxidos de Nitrogênio  
 CO – Monóxido de Carbono  
 O<sub>3</sub> – Ozônio  
 PM<sub>10</sub>, Material Particulado (menores que 10 μm)  
 PTS – Partículas Totais em Suspensão

HC – Hidrocarbonetos  
 BTX - Benzeno, Tolueno e Xileno  
 TEMP - Temperatura  
 D VEL - Direção do Vento  
 V VEL - Velocidade do Vento  
 Umid - Umidade Relativa do ar

Rad. – Radiação Global  
 P (atm) – Pressão  
 Prec. – Precipitação  
 \*Estação Móvel  
 RMRJ – Região Metropolitana do RJ  
 UM – Unidade Móvel

° Início de operação em 2013  
 Nit – Niterói  
 RJ – Rio de Janeiro  
 NI – Nova Iguaçu  
 SG - São Gonçalo  
 +reinaugurada

**Tabela 2.** Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2013 – Estações privadas.

Estações Automáticas	Região	Parâmetros														
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	CO	HC	BTX	PM <sub>10</sub>	PT S	TEMP	D vel.	V vel.	Umid	Rad.	P(atm)	Prec.
Itb – Porto das Caixas	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Itb – Sambaetiba	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Itb – Fazenda Macuco	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
APA – Guapimirim	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
Itb – Conceição	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
Sp – Pirarema	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x		x	
Itg – Coroa Grande	RMRJ							x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mt – Itacuruçá	RMRJ							x	x							
DC – Campos Elíseos	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x		x			x			
DC – Pilar	RMRJ	x	x	x		x		x		x	x	x	x			
DC – Jardim Primavera	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x			
DC – São Bento	RMRJ	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x			
DC – Vila São Luiz	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
DC – Meteorológica	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
SC – Adalgisa Nery	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Jp – Engenheiro Pedreira	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	
Sp – Meteorológica	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
SC – Largo do Bodegão	RMRJ	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x				
Itg – Monte Serrat	RMRJ	x	x	x			x	x	x	x	x	x				
RJ – Ilha do Governador	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
RJ – Ilha de Paquetá	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
SC – Meteorológica	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
VR – Belmonte	RMP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
VR – Retiro	RMP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
VR – Santa Cecília	RMP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
VR – Ilha das Águas Cruas	RMP									x	x	x	x	x	x	x
PR – Porto Real	RMP	x	x	x	x			x		x	x	x	x		x	x
Qt – Bom Retiro	RMP	x	x	x	x			x		x	x	x	x		x	x
Itt – Campo Alegre	RMP							x	x							
Rs – Cidade Alegria	RMP	x	x	x	x			x	x	x		x				
Rs – Casa da Lua	RMP							x	x	x	x	x	x	x	x	x
BM – Sesi	RMP							x	x	x	x	x				
BM – Boa Sorte	RMP							x	x	x	x	x	x	x		x
BM – Bocaininha	RMP							x	x	x	x	x	x	x	x	x
BM – Roberto Silveira	RMP							x	x	x	x	x				
BM – Vista Alegre	RMP							x	x	x	x	x				
Mc – Fazenda Airis	RNF		x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x
Mc – Pesagro	RNF		x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x
Mc – Fazenda Severina	RNF		x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x
Mc – Meteorológica	RNF									x	x	x	x	x	x	x
SJB – Água Preta	RNF	x	x	x	x	x		x	x							
Mc – Cabiúnas	RNF	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ma – Macuco	RS							x								
Cg – Val Palmas	RS							x		x	x	x	x	x	x	x
Cg – Meteorológica	RS									x	x	x	x		x	x
Cg – Euclidelândia	RS							x								
<b>Total de Estações Automáticas</b>		<b>64</b>														

NO<sub>x</sub> – Óxidos de Nitrogênio  
 CO – Monóxido de Carbono  
 O<sub>3</sub> – Ozônio  
 PM<sub>10</sub> – Material Particulado (menores que 10 µm)  
 PTS – Partículas Totais em Suspensão  
 HC – Hidrocarbonetos  
 BTX – Benzeno, Tolueno e Xileno

D VEL – Direção do Vento  
 V VEL – Velocidade do Vento  
 Umid – Umidade Relativa do ar  
 Rad – Radiação Global  
 P (atm) – Pressão  
 Prec. – Precipitação  
 RS – Região Serrana

RMP – Região Médio Paraíba  
 RNF – Região Norte Fluminense  
 RJ – Rio de Janeiro  
 DC – Duque de Caxias  
 VR – Volta Redonda  
 BM – Barra Mansa  
 SC – Santa Cruz, Rio de Janeiro

ITb – Itaboraí  
 Itg – Itaguaí  
 Itt – Itatiaia  
 Sp – Seropédica  
 Mt – Mangaratiba  
 Jp – Japeri  
 PR – Porto Real

Rs – Resende  
 Qt – Quatis  
 Cg – Cantagalo

**Tabela 3.** Parâmetros de qualidade do ar monitorados pelas estações automáticas de monitoramento e métodos de detecção.

REDE	PARÂMETRO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO
Rede Automática	Partículas Totais em Suspensão – PTS	Absorção de raios beta	EQPM – 0404 -151
	Partículas inaláveis- MP <sub>10</sub>	Absorção de raios beta	EQPM – 0404 -151
	Dióxido de enxofre	Fluorescência de pulso (ultravioleta)	EQSA – 0292 - 084
	Óxidos de nitrogênio	Quimiluminescência	EPA IN CFR 40, PART 43
	Monóxido de carbono	Infravermelho não dispersivo (GFC)	MF – 607.R – 3
	Ozônio	Fotometria de ultravioleta	EQOA – 0206 - 148
	Hidrocarbonetos	Ionização de chama	EPA IN CFR 40, PART 43

**Tabela 4.** Parâmetros meteorológicos e instrumentos de medição (Fonte: OMM, 2010).

REDE	PARÂMETRO	INSTRUMENTO
Rede Automática	Precipitação	Pluviômetro de balsa
	Pressão atmosférica	Barômetro digital
	Radiação Solar	Piranômetro (termopilha)
	Temperatura e umidade	Termohigrômetro (termistor)
	Velocidade e direção do vento	Anemômetros de conchas e hélice são admitidos

Nos anemômetros, os dados de direção do vento estão expressos em graus (°), sendo os mesmos dispostos em um círculo, cujo sentido de movimento é horário – Rosa dos Ventos. Em meteorologia, a direção do vento observada sempre indica de onde o mesmo vem. A Tabela 5 indica as abreviaturas e o ângulo dos principais pontos cardeais utilizados para analisar as direções e quadrantes preferenciais do vento.

**Tabela 5.** Abreviaturas e o ângulo dos principais pontos cardeais.

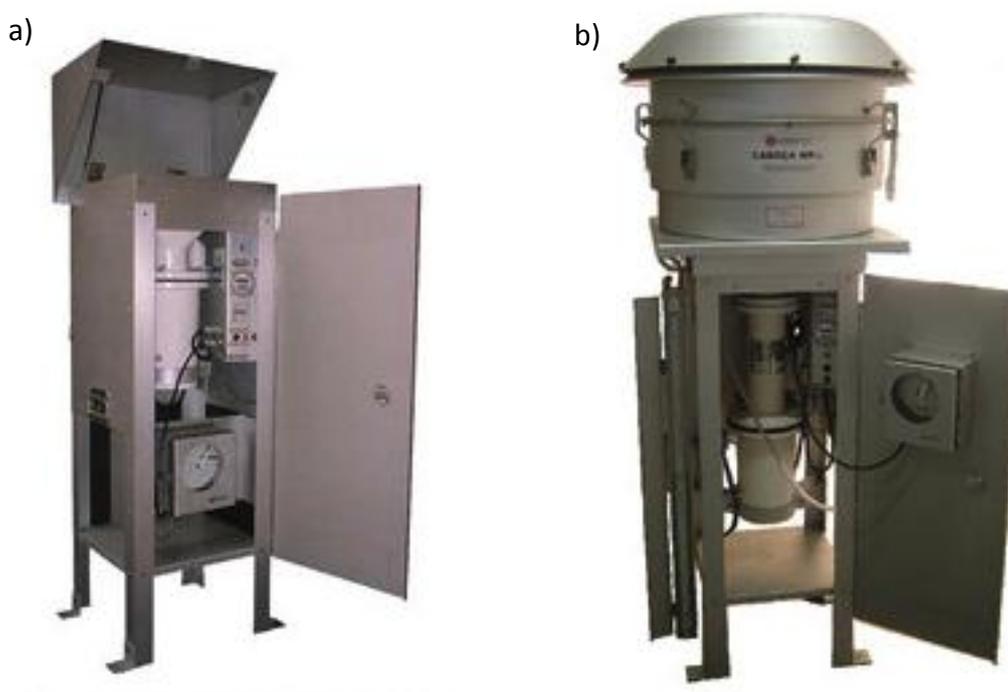
DIREÇÃO DO VENTO	ABREVIATURA	ÂNGULO (°)
Norte	N	0* ou 360
Nordeste	NE	45
Leste	E	90
Sudeste	SE	135
Sul	S	180
Sudoeste	SWI	225
Oeste	W	270
Nordeste	NW	315

\* Comumente o ângulo 0° é usado para indicar calmarias.

### 3.2 Rede Semiautomática

A rede semiautomática de monitoramento da qualidade do ar INEA foi composta em 2012 por 43 estações (próprias e privadas) distribuídas nas regiões RMRJ, RMP e RNF, e acrescida por 9 em 2013 totalizando 52 estações.

Nessas estações, a amostragem é realizada durante 24 horas a cada 6 dias. As amostras de material particulado coletadas e amostradores de grande volume (AGV) são analisadas nos laboratórios do INEA, podendo, eventualmente, serem caracterizadas quanto à sua composição química. As frações de material partícula coletados na rede semiautomática são Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas menores que 10  $\mu\text{m}$  (PM10), Partículas menores que 2,5  $\mu\text{m}$  (PM2,5). Uma foto ilustrativa dos AGVs é apresentada na figura abaixo. Os dados da rede são publicados a cada seis dias através de boletins de qualidade do ar, disponíveis no endereço eletrônico do INEA – [www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br).



**Figura 9.** Amostradores AGVs das estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade e Meteorologia do Ar do INEA. (a) PTS, (b) PM10 ou PM2,5.

A RMRJ contou com 30 estações semiautomáticas em 2012 sendo acrescida de mais 9 em 2013, totalizando 39 estações. As RMP e a RNF contaram com 9 e 4 estações em 2012, mantendo o mesmo número para 2013, respectivamente. As estações semiautomáticas destas regiões são compostas pelos parâmetros de qualidade do ar descritos nas Tabelas 6 (Estações próprias) e 7 (Estações Privadas).

**Tabela 6.** Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2013 - Estações Próprias.

Estações Semiautomáticas	Região	Parâmetros			Estações Semiautomáticas	Região	Parâmetros		
		PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PTS			PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PTS
BR - Secretaria de Transporte	RMRJ			x	RJ – Gamboa°	RMRJ			x
BR - Cedae	RMRJ	x			RJ – Gericinó°	RMRJ			x
RJ - Benfica	RMRJ			x	RJ – Engenhão°	RMRJ	x	x	
RJ - Bonsucesso	RMRJ		x		RJ – Campos dos Afonsos°	RMRJ			
RJ - Botafogo	RMRJ		x		RJ - Piscinão Ramos	RMRJ	x		
RJ - Caju	RMRJ	x			RJ – Realengo	RMRJ			x
RJ - Sumaré	RMRJ		x	x	RJ - Lab. INEA	RMRJ	x		
RJ - Castelo	RMRJ	x	x	x	SC - João XXIII	RMRJ	x		x
RJ - Copacabana	RMRJ	x			SC - Conjunto Alvorada	RMRJ	x		x
DC - INSS	RMRJ		x		RJ - Santa Tereza	RMRJ			x
DC - Campos Elíseos	RMRJ	x			RJ - São Cristóvão	RMRJ		x	x
DC - Jardim Primavera	RMRJ	x			SG - Prefeitura	RMRJ		x	x
RJ - Cidade de Deus	RMRJ	x	x		SJM - Vilar dos Teles	RMRJ	x	x	
RJ – Maracanã - UERJ	RMRJ	x	x		Sp - Embrapa	RMRJ	x	x	x
Np - Rodoviária	RMRJ		x		RJ – Creche Bangu	RMRJ	x		
Nit - Centro	RMRJ		x		VR - Jardim Paraíba	RMP			x
Nit - Getulinho	RMRJ	x			VR - Volta Grande	RMP	x		x
NI - Monteiro Lobato	RMRJ		x		Rs– UERJ	RMP	x		x
CG – West Shopping	RMRJ	x			BM - Ano Bom	RMP			x
RJ – Tijuca°	RMRJ		X		Cp - Águas do Paraíba	RNF			x
RJ – Maracanã°	RMRJ	x			Cp– Centro	RNF			x
RJ – Urca°	RMRJ	x			Cp– Goytacazes	RNF			x
RJ – Leblon°	RMRJ		X		Cp - Rodoviária	RNF	x		
RJ – Lagoa°	RMRJ	x							
<b>Total de estações semiautomáticas</b>		<b>47</b>							

PM<sub>2,5</sub> – Material Particulado (menores que 2,5 µm)

PM<sub>10</sub>: Material Particulado (menores que 10 µm)

PTS – Partículas Totais em Suspensão

RMRJ – Região Metropolitana do RJ

RMP – Região Médio Paraíba

RNF – Região Norte Fluminense

RJ – Rio de Janeiro

DC – Duque de Caxias

VR – Volta Redonda

BM – Barra Mansa

NI – Nova Iguaçu

Nit – Niteroi

BR – Belford Roxo

Np – Nilópolis

SC – Santa Cruz, Rio de Janeiro

SG – São Gonçalo

SJM – São João de Meriti

Sp – Seropédica

Rs – Resende

Cp – Campos

° Início de operação em 2013

A partir de 2013, as estações VR – Vila Mury e VR – Santa Rita do Zarur, ambas localizadas no município de Volta Redonda, foram renomeadas para VR - Limoeiro e VR - Centro, respectivamente.

**Tabela 7.** Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2013 - Estações privadas.

Estações Semiautomáticas	Região	Parâmetros	
		PM <sub>10</sub>	PTS
VR - Aeroclub	RMP	X	X
VR - Conforto	RMP	x	X
VR – Limoeiro	RMP	x	X
VR - Centro	RMP	x	X
VR -Siderville	RMP	x	X
<b>Total de Estações semiautomáticas</b>		<b>5</b>	

PM<sub>10</sub>: Material Particulado (menores que 10 µm)

PTS – Partículas Totais em Suspensão

RMRJ – Região Metropolitana do RJ

RMP – Região Médio Paraíba

RNF – Região Norte Fluminense

VR – Volta Redonda

Os parâmetros de qualidade do ar analisados na rede semiautomática e suas respectivas técnicas de análise estão descritos na Tabela 8.

**Tabela 8.** Parâmetros de qualidade do ar para estações automáticas de monitoramento e métodos de detecção.

REDE	PARÂMETRO	MÉTODO
Rede Semiautomática	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Amostrador de grandes volumes (MF606; NBR 9547)
	Material Particulado (PM <sub>10</sub> )	Amostrador de grandes volumes (NBR 13412)
	Material Particulado (PM <sub>2,5</sub> )	Amostrador de grandes volumes

## 4. Resultados do Monitoramento da Qualidade do Ar em 2013 no Estado do Rio de Janeiro

Com o objetivo de se caracterizar a qualidade do ar nas áreas de cobertura das estações de monitoramento do ERJ para o ano de 2013, foram avaliados os resultados de concentração dos poluentes monitorados e as características meteorológicas das regiões nesse período.

As avaliações sobre as concentrações de poluentes atmosféricos são apresentadas separadamente para cada região definida como prioritária (RMRJ, RMP, RNF e RS), incluindo as características climatológicas, além das condições meteorológicas obtidas no ano de 2013.

O conhecimento da climatologia local é imprescindível para o estudo da qualidade do ar em uma região, pois indicam as condições meteorológicas médias da região a ser avaliada, ao longo de 30 anos. Para esta análise, foram utilizados dados referentes às normais climatológicas<sup>1</sup> do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), consolidadas no período entre 1961-1990.

As condições meteorológicas serão avaliadas a partir dos dados gerados pela rede de estações meteorológicas do INEA (dados das estações próprias do Instituto e da rede privada). As variáveis de temperatura e umidade relativa do ar se apresentarão em forma de máximas e mínimas extremas, e médias mensais para os dados de 2013, e suas observações serão confrontadas com as Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Nas análises de temperatura e umidade, gráficos de anomalia serão utilizados, para avaliar como estas variáveis se comportaram em 2013, quando comparadas com os valores médios esperados obtidos através das Normais Climatológicas do INMET.

Para a direção e velocidade do vento, as mesmas serão expressas por meio da rosa-dos-ventos sazonais.

A análise da qualidade do ar objeto deste Relatório foi obtida através da comparação dos dados de concentração monitorados com os Padrões de Qualidade do Ar estabelecidos no Decreto Estadual nº 44072, publicado em 18/02/2013, que ratifica os valores definidos na Resolução CONAMA Nº 03/1990. Estes Padrões são divididos de acordo com o tempo de exposição a cada poluente e seu risco potencial à saúde da população, podendo ser caracterizados como indicadores de curto período e de longo período de exposição (Tabela 9). Assim, os resultados do monitoramento são apresentados individualmente por região, por tempo de exposição e por poluente.

---

<sup>1</sup> Na climatologia de um modo geral, quanto maior o intervalo de tempo sobre o qual se estimam as grandezas climáticas, menor é o erro. Sendo assim, a **Organização Meteorológica Mundial** aprovou uma norma segundo a qual se devem adotar conjuntos de 30 anos consecutivos começando no primeiro ano de cada década (1931-1960, 1941-1970, etc.). Os apuramentos estatísticos referentes a estes intervalos são geralmente designados por **Normais Climatológicas** e os valores respectivos por **valores normais**.

A legislação vigente para padrão de curto período permite a ultrapassagem das concentrações atmosféricas ao padrão, apenas uma vez ao ano. No caso de mais de uma ultrapassagem ao ano, considera-se que o padrão foi violado. Já no caso padrão de longo período, por se tratar de médias anuais, não é permitida ultrapassagem ao padrão.

**Tabela 9.** Padrões de Qualidade do Ar, estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 03/1990.

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PADRÃO SECUNDÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Partículas Totais em Suspensão</b>	24 horas <sup>1</sup>	240	150
	MGA <sup>2</sup>	80	60
<b>Partículas Inaláveis</b>	24 horas <sup>1</sup>	150	150
	MAA <sup>3</sup>	50	50
<b>Dióxido de Enxofre</b>	24 horas <sup>1</sup>	365	100
	MAA <sup>3</sup>	80	40
<b>Dióxido de Nitrogênio</b>	1 hora	320	190
	MAA <sup>3</sup>	100	100
<b>Monóxido de Carbono</b>	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000
		35 ppm	35 ppm
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000
<b>Ozônio</b>		9ppm	9ppm
	1 hora <sup>1</sup>	160	160

<sup>1</sup>Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

<sup>2</sup>Média Geométrica Anual.

<sup>3</sup>Média Aritmética Anual.

Além da relação temporal adotada nos critérios de exposição, a adoção de critérios para a representatividade dos dados é de extrema relevância em um sistema de monitoramento. O não atendimento a estes critérios para uma determinada estação ou período significa que as falhas de medição ocorridas comprometem a interpretação dos resultados obtidos.

A representatividade dos dados é calculada para as médias horárias, diárias, mensais e anuais, onde cada média é avaliada a luz de determinadas características, com critérios definidos tanto para estação automática, como para estação semiautomática. Os critérios de representatividade de dados utilizados pelo INEA e considerados para a elaboração deste Relatório são apresentados nas Tabelas 10 e 11, para as redes automáticas e semiautomáticas, respectivamente.

**Tabela 10.** Critério de Validação dos dados da Rede Automática.

REPRESENTATIVIDADE DE DADOS	
Média Horária	75% das medidas válidas em 1 hora
Média Diária	75% das medidas válidas em 24 horas
Média Anual	50% das médias diárias válidas para os períodos: Janeiro-Abril; Maio-Agosto; Setembro-Dezembro.

**Tabela 11.** Critério de Validação dos dados da Rede Semiautomática.

REPRESENTATIVIDADE DE DADOS	
Diária	24 horas ± 15 minutos
Mensal	2/3 das médias diárias válidas no mês
Anual	1/2 das médias diárias válidas no ano

Nas análises apresentadas neste Relatório, foram apresentados os resultados de concentração monitorados pelas estações que atenderam ao critério mínimo de 75% de dados válidos no ano de 2013. Apenas com a finalidade de ilustrar um maior número de informações obtidas pelas redes de estações, são apresentados também os dados das estações que atenderam a uma representatividade entre 50% e 75% da série de dados válidos, porém estes não foram considerados na avaliação e nos diagnósticos. Para a avaliação dos dados de concentração de PTS, PM<sub>10</sub> e SO<sub>2</sub> são apresentados os resultados divididos em exposição de curto período (concentração média de 24 horas) e de longo período (concentração média anual).

Na avaliação dos resultados de concentração do poluente NO<sub>2</sub> são apresentados os resultados divididos em exposição de curto período (concentração média horária) e de longo período (concentração média anual).

Para a avaliação dos dados de concentração do poluente CO são apresentados os resultados em exposição de curto período (concentração média horária e de 8 horas).

Por fim, para a avaliação dos resultados de concentração do O<sub>3</sub>, que é um poluente secundário formado na atmosfera a partir de reações fotoquímicas, tendo como precursores para sua formação os Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e os Compostos Orgânicos Voláteis (COV), são apresentados os resultados em exposição de curto período (concentração média horária).

Adicionalmente, será apresentada a avaliação da distribuição percentual da qualidade do ar em cada uma das regiões estudadas. A distribuição da qualidade do ar nas diferentes regiões é realizada através do índice de Qualidade do Ar (IQAr). Esse índice é uma ferramenta que tem como objetivo principal proporcionar uma melhor compreensão, especialmente ao público leigo, promovendo o entendimento e facilitando a divulgação sobre a qualidade do ar local, em relação aos poluentes cujos padrões estão estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 03/1990.

O IQAr proposto pelo INEA é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar e os critérios para episódios agudos da poluição do ar estabelecidos conforme a Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990, para os poluentes atmosféricos: Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Dióxido de Nitrogênio, Ozônio e Monóxido de Carbono. A função que relaciona a concentração do poluente com o valor do índice

resulta em um número adimensional referido a uma escala com base nos padrões de qualidade do ar, indicando então os níveis de poluição, como estes influenciam na qualidade do ar e na saúde da população, conforme mostram as Tabela 12 e 13.

**Tabela 12.** Índice de Qualidade do Ar (IQAR).

Qualidade	Índice	PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Boa	0 – 50	0 – 80	0 – 50	0 – 80	0 – 4,5	0 – 100	0 – 80
Regular	51 – 100	80 – 240	50 – 150	80 – 160	4,5 – 9	100 – 320	80 – 365
Inadequada	101 – 199	240 – 375	150 – 250	160 – 200	9 – 15	320 – 1.130	365 – 800
Má	200 – 299	375 – 625	250 – 420	200 – 800	15 – 30	1.130 – 2.260	800 – 1.600
Péssima	> 299	> 625	> 420	> 800	> 30	> 2.260	> 1.600

**Tabela 13.** Índice Geral de Qualidade do Ar e implicações gerais à Saúde da população.

Qualidade	Riscos gerais à Saúde
Boa	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
Péssima	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

## 4.1 Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro

### 4.1.1 Meteorologia

A tabela abaixo indica como os dados das estações meteorológicas avaliadas nesta região foram agrupados em relação à estação climatológica do INMET.

**Tabela 14.** Estações INEA analisadas na RMRJ e a climatológica INMET.

Estação climatológica	Estações INEA
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ecologia Agrícola (Seropédica)</li></ul> <p>(Lat: 22,7578°S; Lon: 43,6847°W)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• DC-Jardim Primavera</li><li>• Itb-Sambaetiba</li><li>• NI-Monteiro Lobato</li><li>• Nit-Caio Martins</li><li>• RJ-Ilha do Governador</li><li>• RJ-Engenho de Dentro</li><li>• RJ-Laboratório INEA</li><li>• RJ-Lagoa</li><li>• SC-Meteorológica</li></ul>

#### 4.1.1.1 *Temperatura do Ar*

As temperaturas máximas extremas obtidas por mês nas estações meteorológicas da RMRJ apresentaram-se entre 34°C, em junho, na estação Ilha do Governador, e 42°C, em dezembro, na estação meteorológica DC Jardim Primavera (Figura 10).

As temperaturas médias mensais variaram entre 19°C em Itb-Sambaetiba (julho) e 29°C (fevereiro), na Ilha do Governador. A estação climatológica Ecologia Agrícola tem suas médias mensais variando entre 20°C e 26°C, em julho e fevereiro, respectivamente.

Com relação às temperaturas mínimas mensais extremas, as estações meteorológicas avaliadas registraram valores entre 10°C, na estação Itb-Sambaetiba durante o mês de agosto, e 20°C na mesma estação durante o mês de fevereiro.

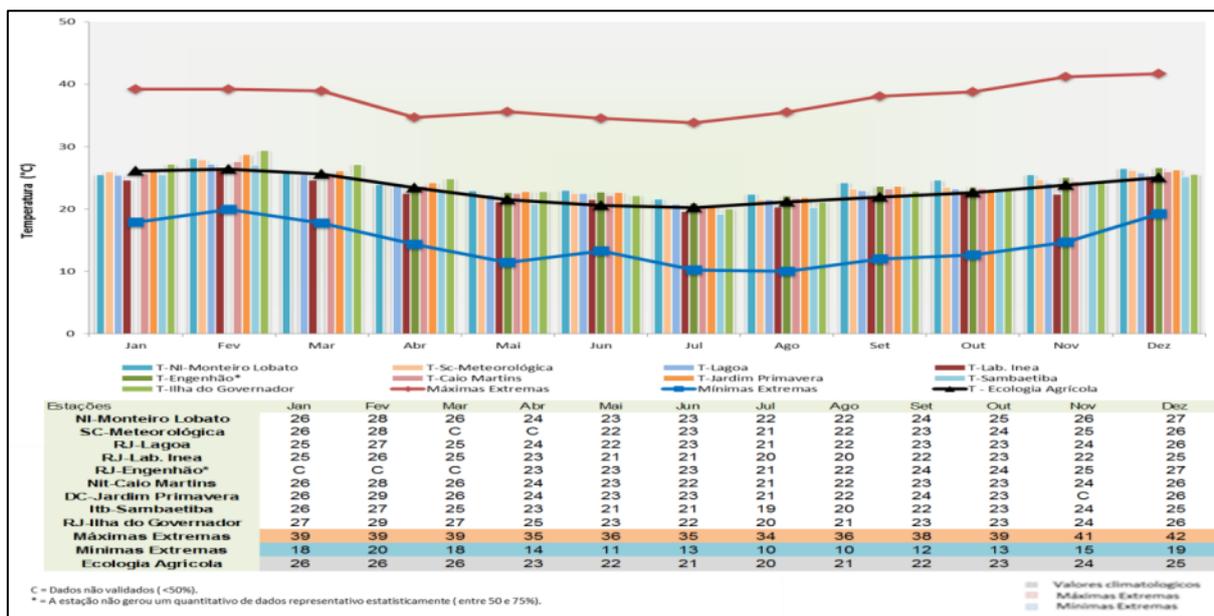
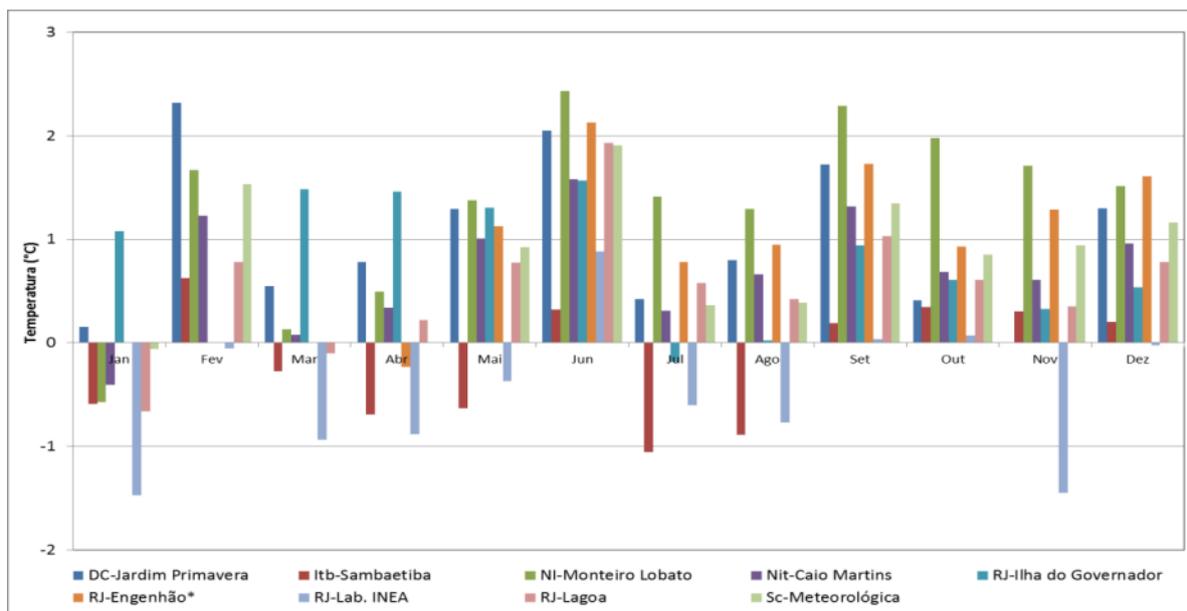


Figura 10. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região Metropolitana.

Com relação ao gráfico de anomalias (Figura 11), observa-se que as temperaturas médias mensais registradas no ano de 2013 foram superiores à média climatológica em grande parte da rede, por vários meses, demonstrando ter sido este, um ano mais quente que a média. O máximo desvio positivo superior a +2°C na estação Nit-Caio Martins, em junho. As principais exceções a este comportamento são RJ-Lab. INEA, que assinalou o maior desvio negativo (-1,5°C em janeiro), e a NI-Monteiro Lobato.

As estações cujo entorno está completamente urbanizado, tiveram temperaturas elevadas em relação à média climática, principalmente no mês de junho (início de inverno) e nos meses de primavera. Esta condição atmosférica possivelmente contribuiu para o aumento da concentração de ozônio na RMRJ.

Ressalta-se o comportamento das estações NI-Monteiro Lobato e DC-Jardim Primavera. Ambas estão em locais intensamente urbanizados e distantes de reguladores térmicos naturais, tais como, grandes massas de água (Baía da Guanabara, por exemplo).



**Figura 11.** Anomalia de temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Ecologia Agrícola.

#### 4.1.1.2 Umidade relativa

Todas as estações meteorológicas avaliadas apresentaram valores de umidade relativa máxima mensal superior a 90%, com exceção da estação Ilha do Governador, que registrou valores máximos próximos a 88% entre os meses de setembro e novembro (Figura 12).

Os valores de Umidade Relativa médios mensais estiveram entre 62% em RJ - Ilha do Governador (agosto) e 87% em Sambaetiba (junho). A estação Ecologia Agrícola apresentou médias mensais entre 73% em agosto, e 80% em abril.

Já com relação aos valores de umidade relativa mínimos extremos, observa-se que estes variaram entre 19%, na estação RJ - Engenhão, em julho e agosto, e 35% no mês de março, na estação DC - Jardim Primavera.

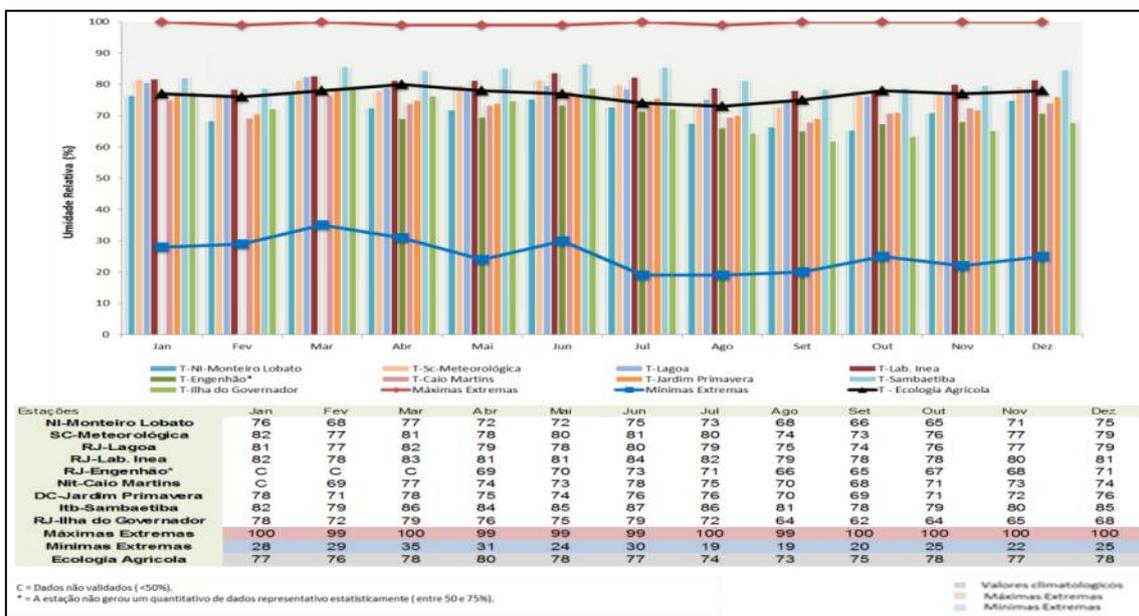
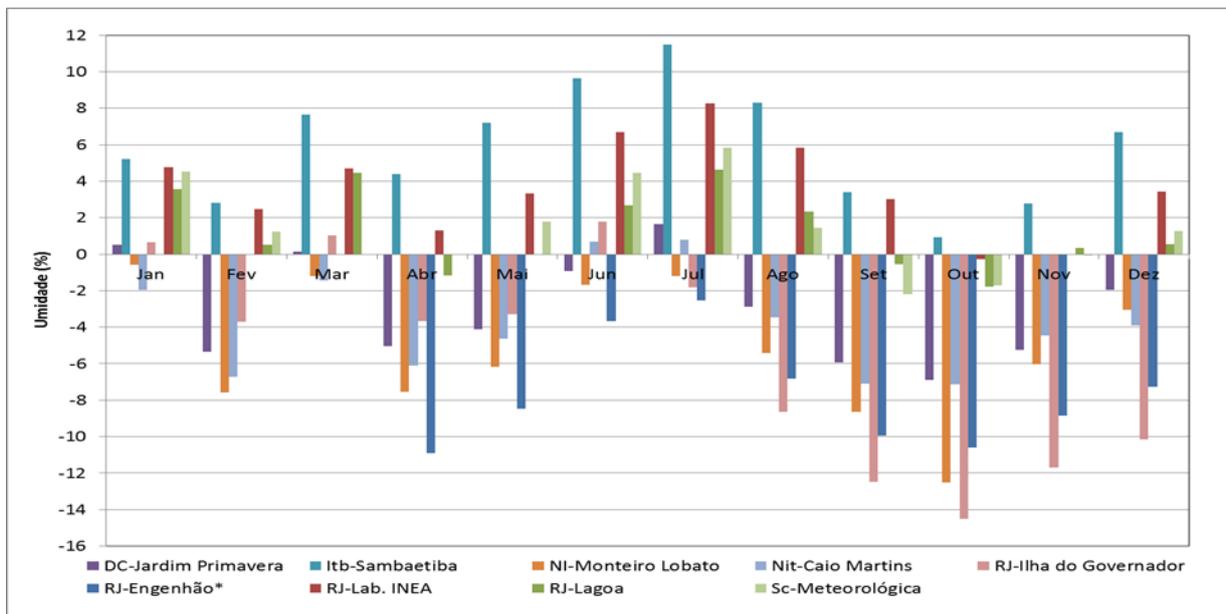


Figura 12. Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Metropolitana.

Na comparação os valores de umidade relativa médios mensais obtidos no ano de 2013 e a climatologia da estação Ecologia Agrícola, as estações Itb-Sambaetiba, RJ-Lab. INEA, RJ-Lagoa e SC-Meteorológica apresentaram predominância de diferenças positivas, demonstrando um ano mais úmido que a média sendo a máxima diferença verificada igual a +12°C em Sambaetiba (julho). As demais tiveram mais diferenças negativas, sendo a estação RJ-Ilha do Governador aquela com o maior desvio (-15% em outubro) (Figura 13).

As estações mais próximas de áreas verdes, tais como Itb-Sambaetiba e RJ-Lab. INEA apresentaram atmosferas locais com picos de umidade no inverno. Esta condição ajuda na remoção da quantidade de particulados da atmosfera, já que vapor de água se deposita sobre os mesmos, retirando da atmosfera por ação gravitacional.

De maneira oposta, as estações totalmente inseridas em espaços construídos tiveram médias inferiores de umidade, principalmente na primavera. Conforme a Figura 12, estação como NI-Monteiro Lobato e RJ-Ilha do Governador, inseridas neste contexto, registraram na mesma época temperaturas mensais elevadas. Essa combinação pode contribuir com a manutenção dos particulados no ar.

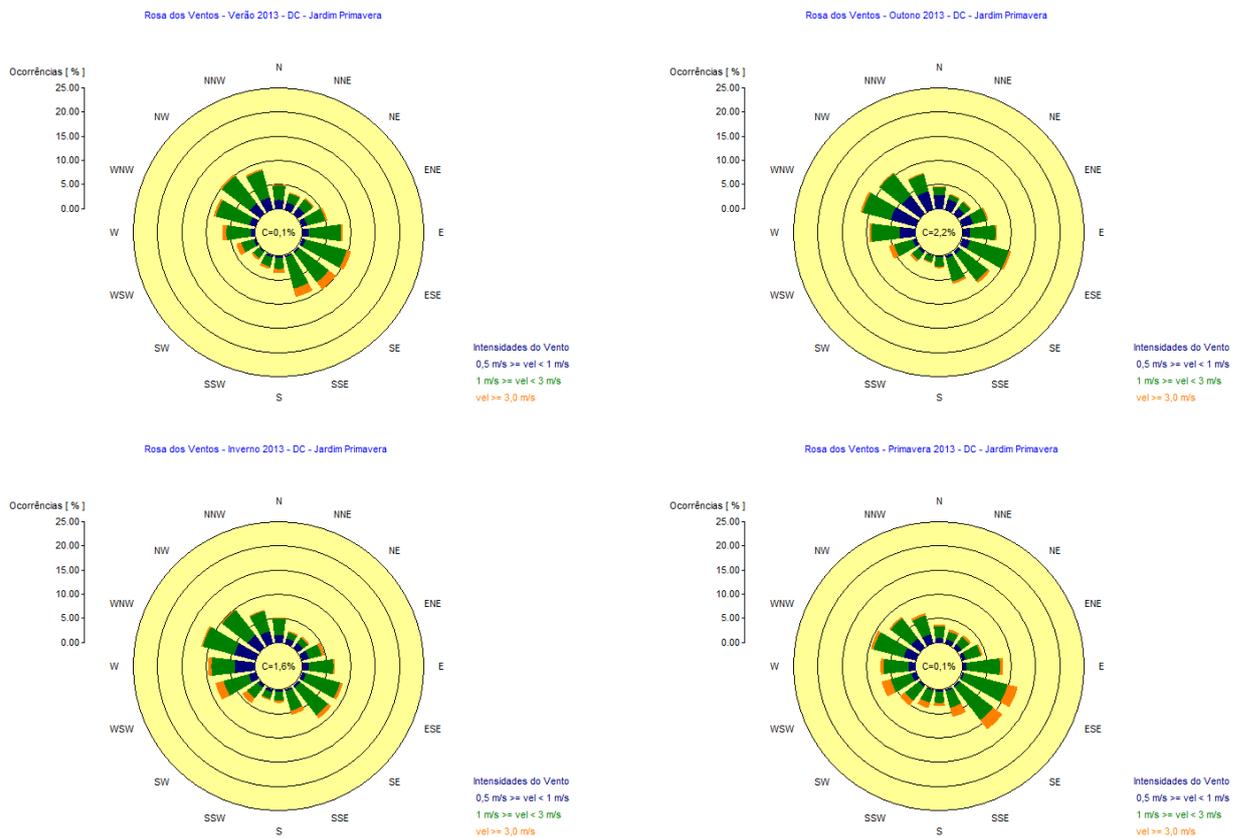


**Figura 13.** Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Ecologia Agrícola.

#### 4.1.1.3 Direção e velocidade do vento - Rosa dos ventos.

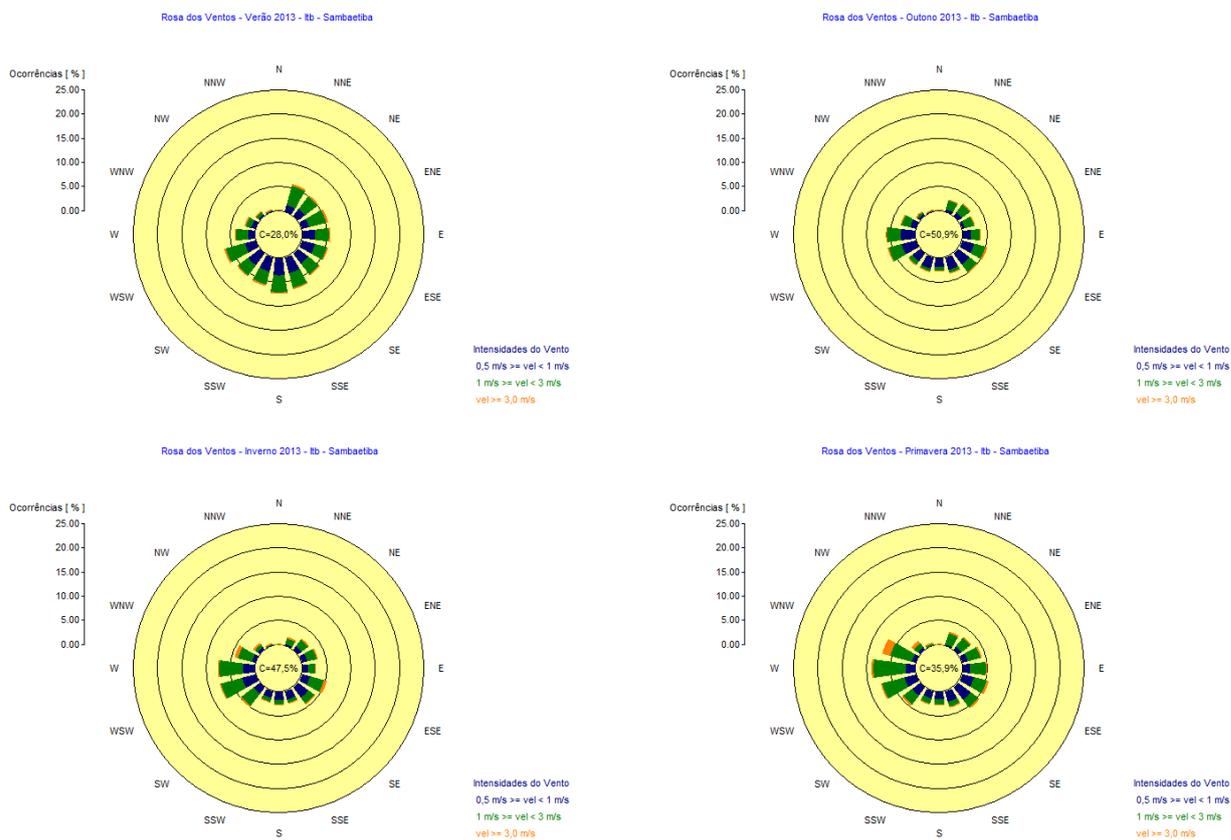
O parâmetro vento (direção e velocidade) será expresso por meio das rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) das estações da rede INEA, de forma a caracterizar a circulação atmosférica local no ano de 2013.

A primeira estação a ser analisada é a DC-Jardim Primavera. A mesma apresentou frequência de calmarias inferior a 3%. Além disso, ventos com velocidade superior a 3 m/s são mais frequentes na Primavera e no quadrante E-SE. As direções predominantes durante o ano são de W-NW e E-SE. A Figura 14 exibe as rosas dos ventos sazonais para esta localidade.



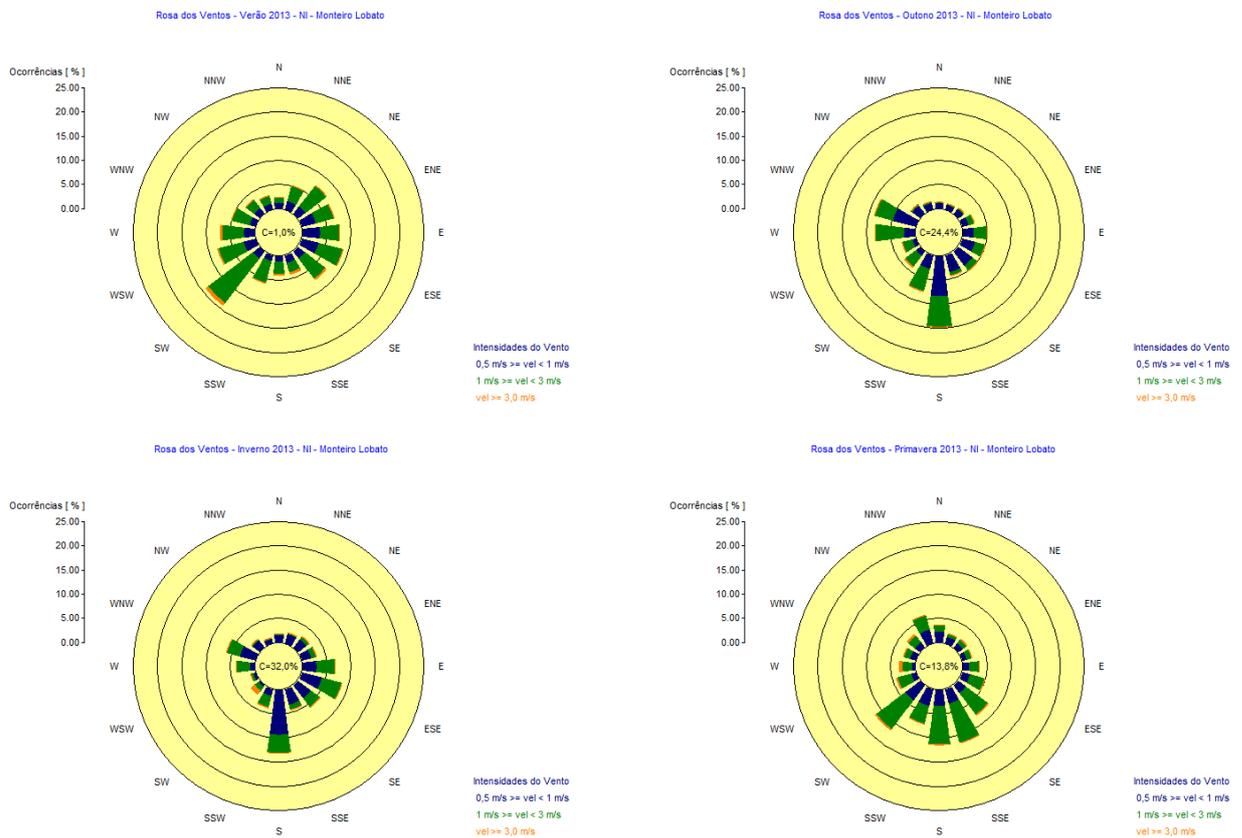
**Figura 14.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação DC-Jardim Primavera.

A estação Itb-Sambaetiba apresenta elevada frequência de situação de calmaria, sendo maior que 20% em todas as estações do ano e chegando a 51% no Outono. A presença de ventos com velocidade superior à 3 m/s ocorrem de forma mais significativa da direção W-NW durante a Primavera, direção esta que, junto com o quadrante NE-SE, predominam na região (Figura 15).



**Figura 15.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Itb-Sambaetiba.

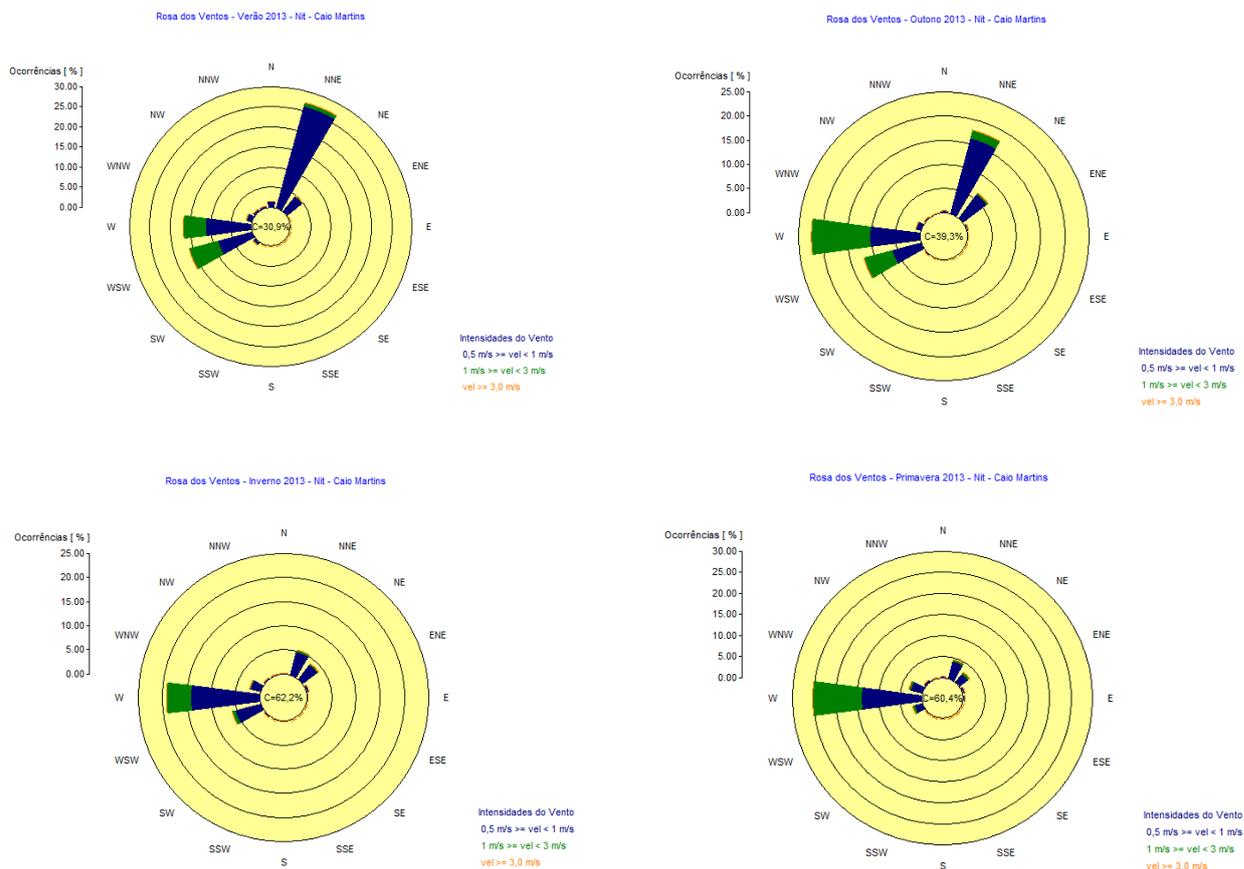
A estação NI-Monteiro Lobato apresentou frequência de calmarias superior à 20% no Outono e Inverno. A direção SW é predominante no verão, assim como o sul (S) é no Outono e Inverno e o quadrante SE-SW é no Verão. A direção W-NW também se mostrou frequente em todas as estações do ano, principalmente no Outono. A Figura 16 apresenta as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 16.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação NI-Monteiro Lobato.

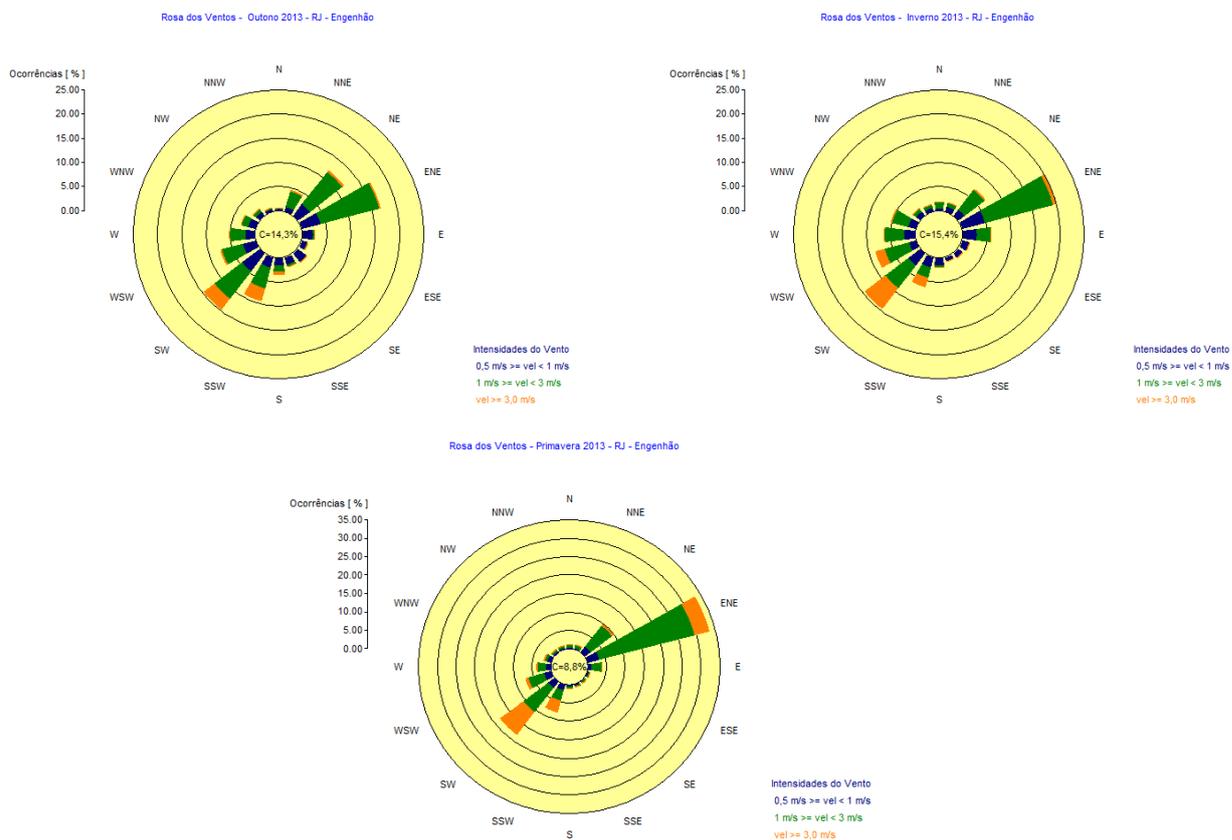
Das estações analisadas, a estação Nit-Caio Martins apresenta direções preferenciais do vento bem definidas e frequência alta de calmarias. Isso ocorre devido ao confinamento da circulação de ar no entorno de estação, que é uma área densamente urbanizada.

As observações da mesma mostram nitidamente duas direções predominantes. A mais frequente entre o outono e primavera é a SW-W, enquanto a direção N-NE é a mais persistente no verão. As frequências de calmarias estão entre 31% no verão e 60% na primavera. A Figura 17 mostra as rosas dos ventos para a estação.



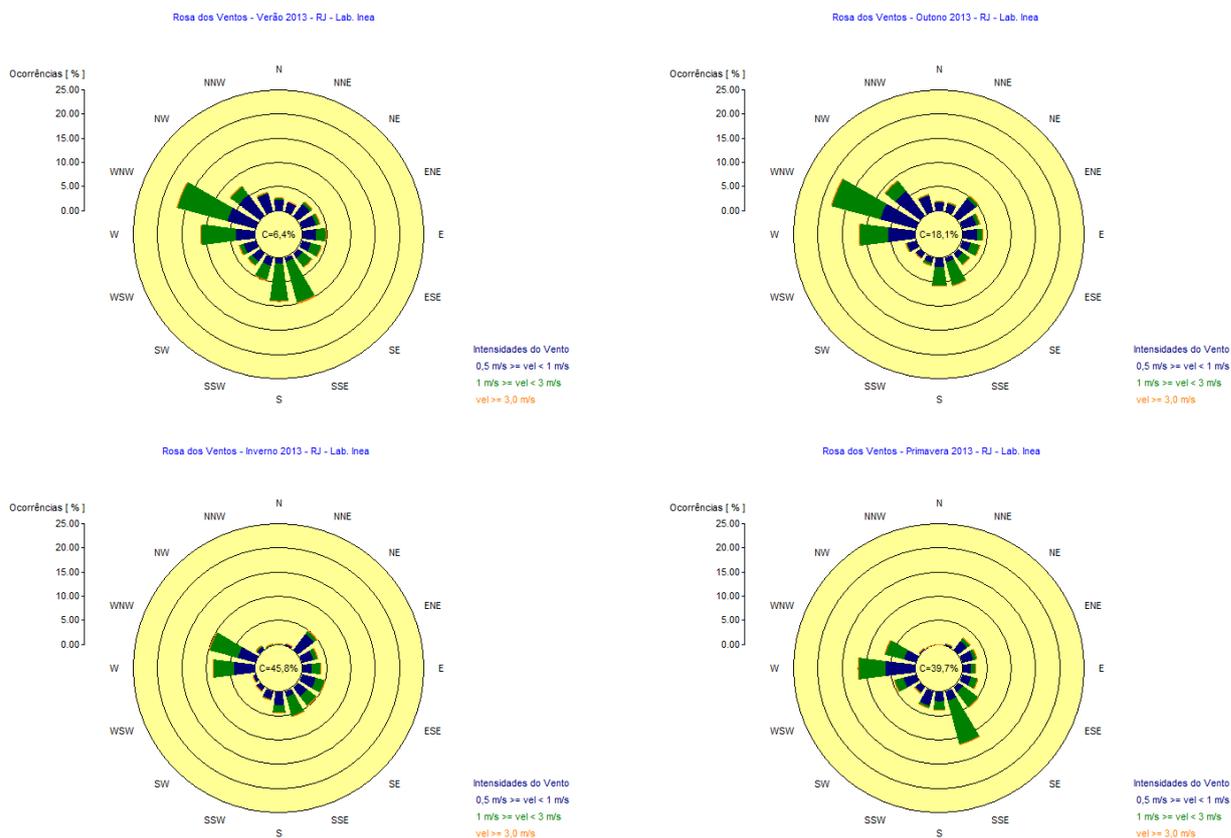
**Figura 17.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Nit-Caio Martins.

Na estação RJ-Engenhão, os dados de direção e velocidade do vento não foram representativos estatisticamente para serem representados através de rosa dos ventos no período de verão. Nas demais estações do ano, assim como ocorreu em Nit - Caio Martins, o vento tem direções preferenciais bem definidas e seguem dos quadrantes S-W e N-E. As velocidades dos ventos na região são moderadas, com valores superiores a 3 m/s, principalmente de SW. Já as frequências de calma estiveram entre 9%, na primavera, e 15%, no inverno. A Figura 18 mostra as rosas dos ventos para a estação.



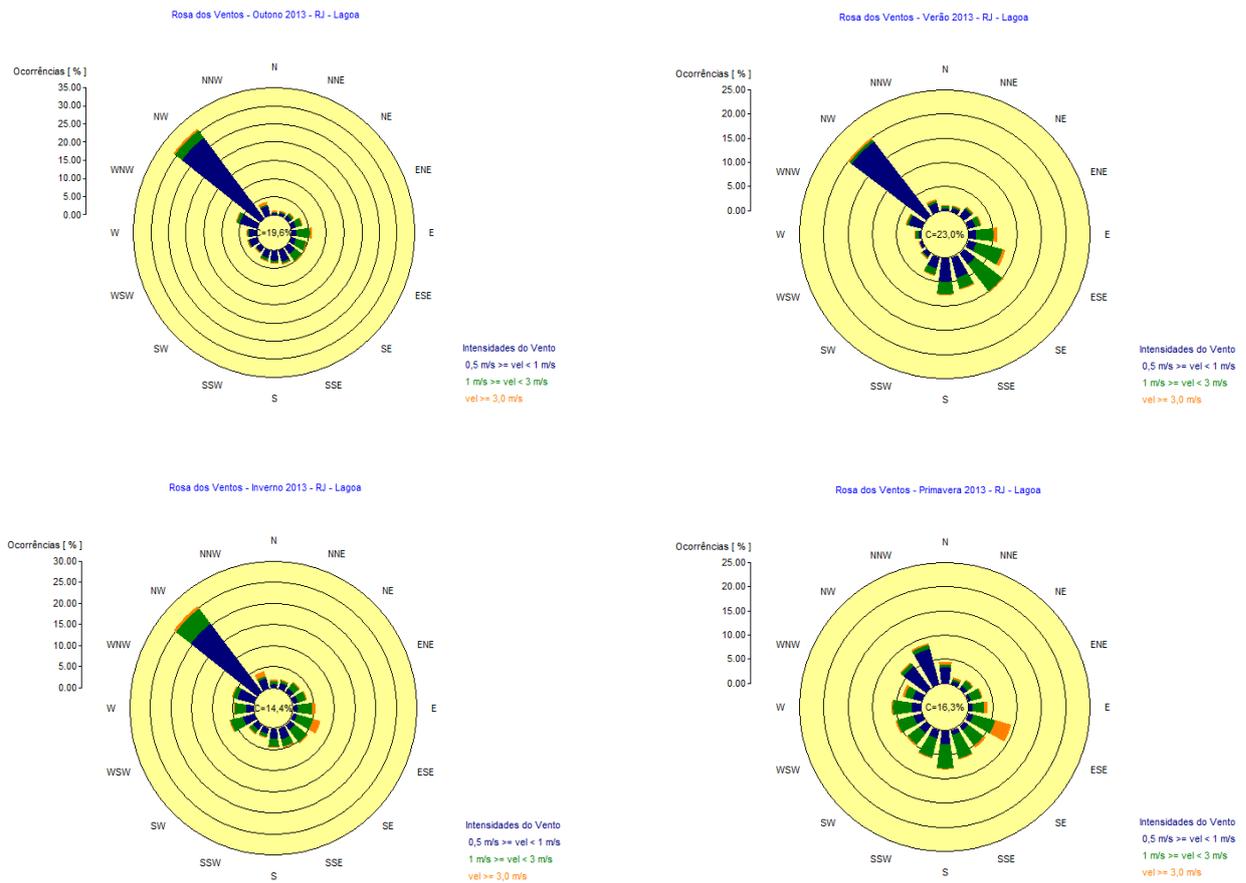
**Figura 18.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ-Engenhão.

Na estação RJ – Lab. Inea, os ventos são mais frequentes nos quadrantes SW-NW e S-SE. Todavia, o primeiro quadrante é mais frequente no outono e inverno, enquanto o segundo ocorre mais na primavera e verão. Os ventos são relativamente fracos, e as calmarias representaram creca de 6% das observações do verão e 46% no inverno. A Figura 19 mostra as rosas dos ventos para a estação.



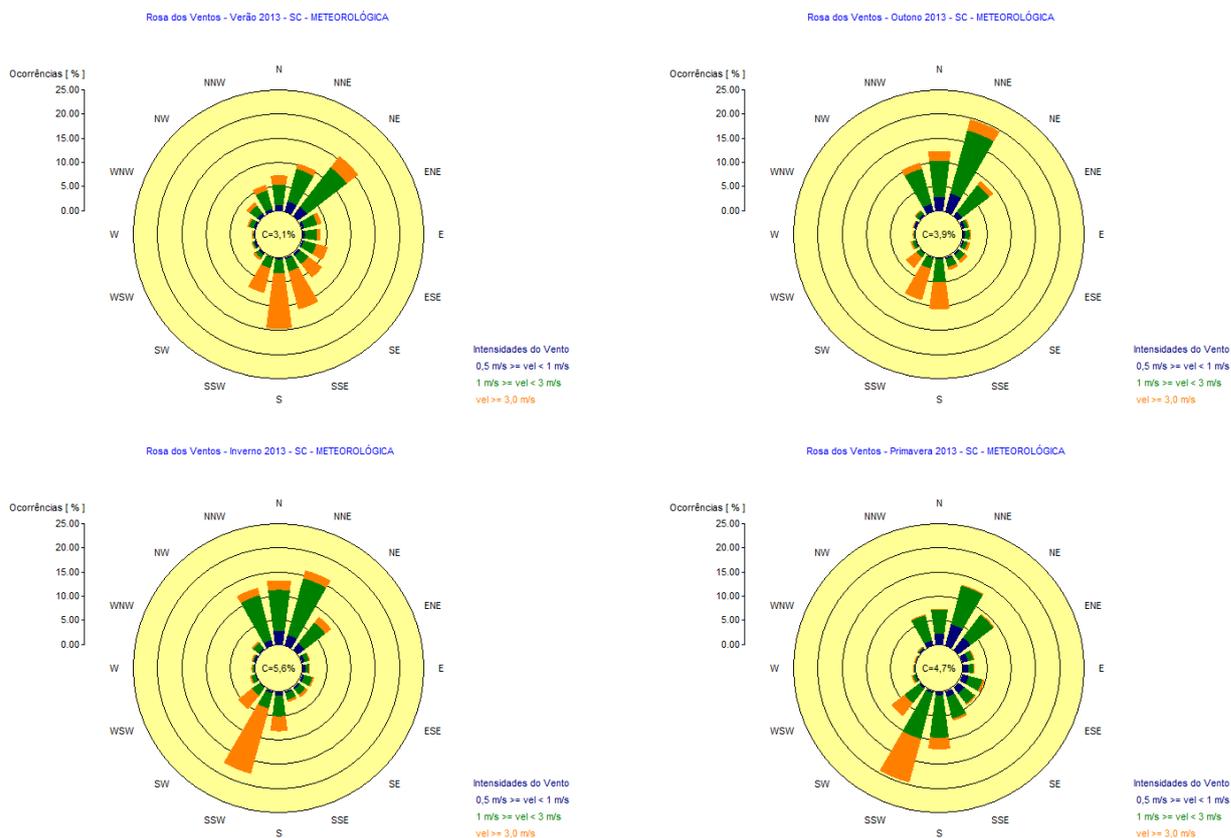
**Figura 19.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ-Laboratório INEA.

A estação RJ-Lagoa registrou claramente a predominância da direção NW. Além desta direção os ventos vindos do quadrante S-E também se mostram evidentes, principalmente na primavera e no verão. Há um pronunciado predomínio de ventos fracos e calmarias que representam entre 14% das observações, no inverno, e 20%, no verão. A Figura 20 mostra as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 20.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ-Lagoa.

A estação meteorológica localizada em Santa Cruz, SC – Santa Cruz apresentou claramente a predominância dos ventos no sentido NW-SE. A intensidade registrada no ano apresentou valores de moderados a fortes, o que refletiu no baixo percentual de calmarias, que variou entre 3,1% (verão) e 5,6% (inverno). A Figura 21 mostra as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 21.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação SC-Meteorológica.

Nota-se que as estações cujos regimes de vento foram analisados, a exceção da RJ-Lab. INEA e Itb-Sambaetiba demonstraram que a circulação dos ventos nestas localidades é significativamente condicionada. As direções predominantes nas estações Nit-Caio Martins, RJ-Engenhão e RJ-Lagoa foram observadas em mais de 25% das medições realizadas. Nos dois primeiros locais, a presença de prédios e vias públicas foi determinante para o esquema de circulação observado. No caso da RJ-Lagoa, além da intensa urbanização, a presença da Lagoa Rodrigo de Freitas, a proximidade com o oceano e as encostas do Maciço da Tijuca favorecem a predominância dos ventos, devido ao efeito de brisa.

## 4.1.2 Qualidade do Ar

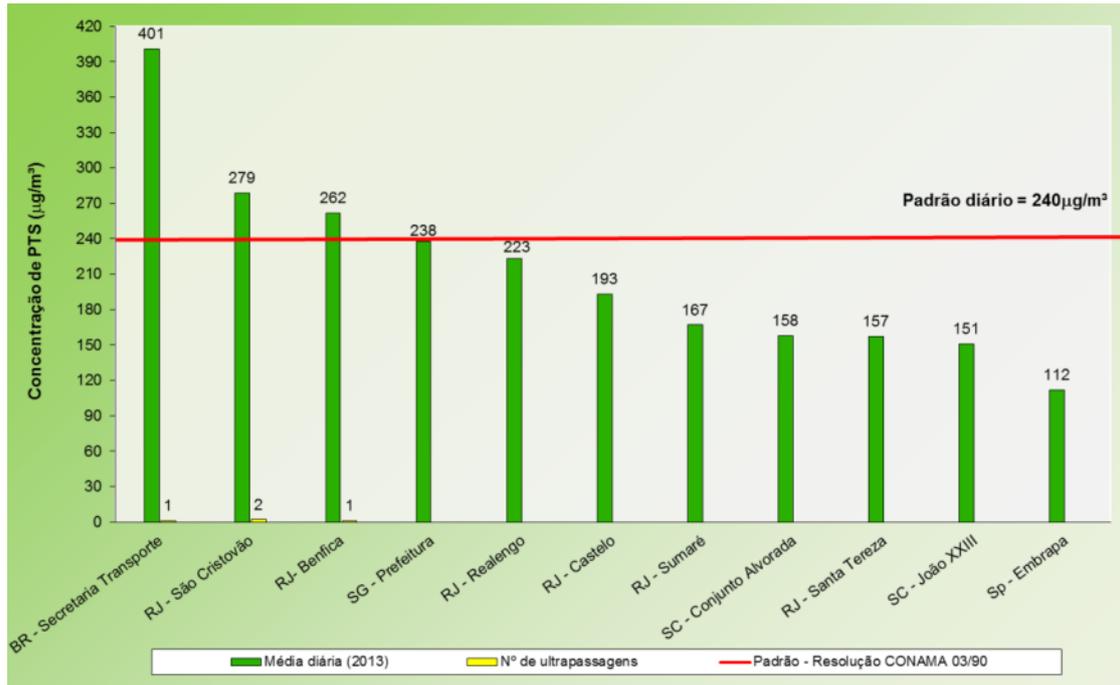
### 4.1.2.1 *Partículas Totais em Suspensão (PTS)*

#### 4.1.2.1.1 *Exposição de Curto Período*

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas nas Figuras 22 (rede semiautomática) e 23 (rede automática), onde também é possível observar o número de ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto prazo.

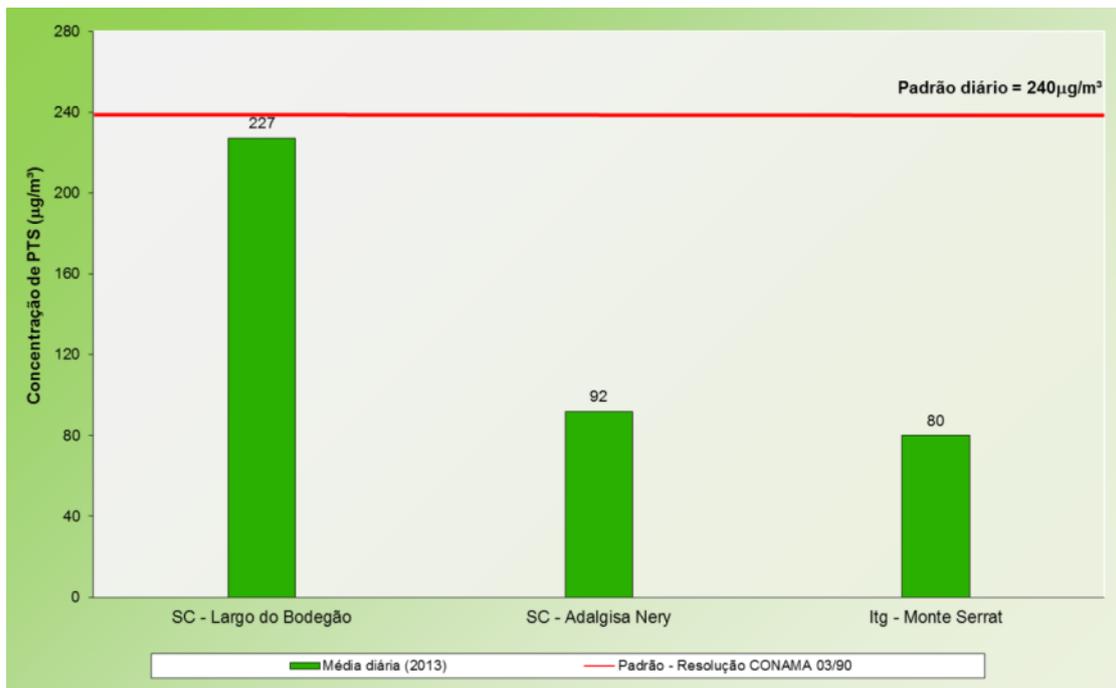
A máxima concentração média diária monitorada pelas estações da rede semiautomática da RMRJ, igual a  $401 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ocorreu na estação localizada no município de Belford Roxo (BR – Secretaria de Transporte), na Baixada Fluminense, ultrapassando o valor de média diária de  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  definido como padrão de qualidade do ar. Além de Belford Roxo, também foram observadas ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de PTS no município do Rio de Janeiro (RJ – São Cristovão e RJ – Benfica). Essas ultrapassagens podem estar relacionadas a grandes obras de infraestrutura que se encontram em andamento em grande parte da RMRJ, aumentando significativamente a emissão desse poluente.

Das estações que apresentaram ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar, a estação RJ - São Cristovão foi a única que extrapolou o número de ultrapassagens permitido pela legislação (uma ao ano) no ano de 2013, caracterizando-se como violação.



**Figura 22.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMRJ, para o ano de 2013.

Já os resultados obtidos pela rede automática de monitoramento da qualidade do ar não apresentaram violações ao padrão de curto período de PTS para o ano em questão (Figura 23). Ao se comparar as concentrações obtidas na estação SC- Largo do Bodegão, com as demais estações em funcionamento na região, observa-se um significativo incremento nos valores monitorados. Tal incremento deve-se ao fato de que a via de tráfego onde a mesma está instalada passou por obras de saneamento básico no 2º trimestre de 2013, conforme ilustrado na Figura 24. Este resultado reflete a eficácia do monitoramento da qualidade do ar da região, sensível a alterações nas condições ambientais do entorno das estações, possibilitando intervenção do Órgão Ambiental na proposta de ações de controle.



**Figura 23.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMRJ, para o ano de 2013.



**Figura 24.** Registro Fotográfico da obra de saneamento na via onde a Estação SC - Largo do Bodegão está instalada (07/06/2013 a 30/06/2013).

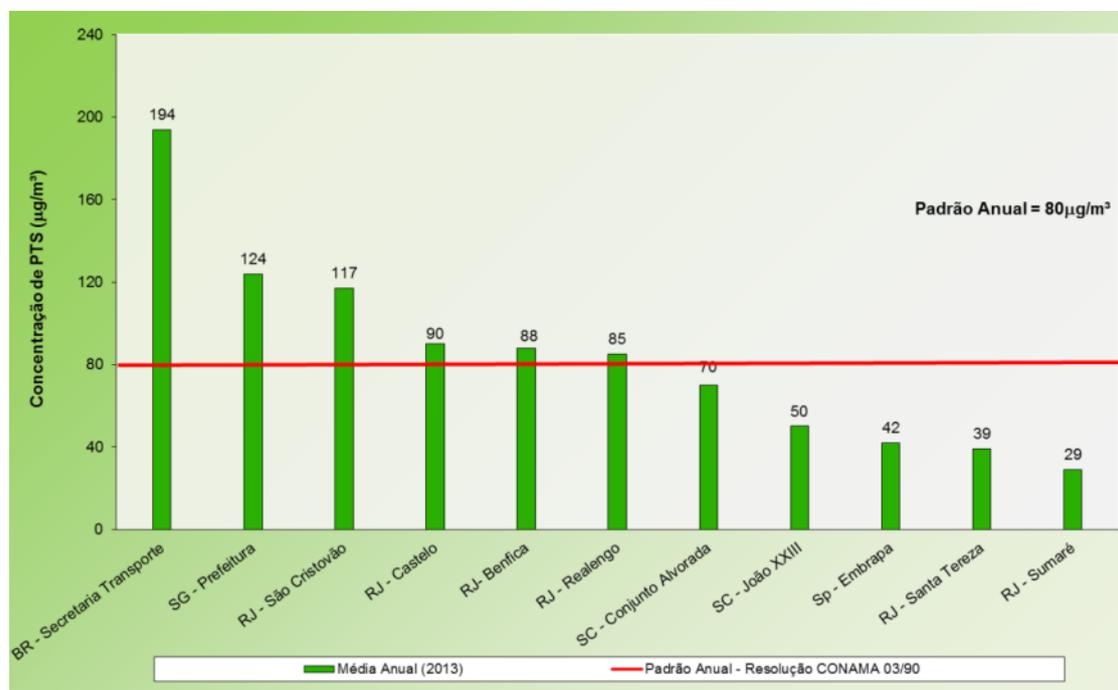
A RMRJ possui características de emissão de PTS particulares, tais como o número crescente da frota circulante com quantidade significativa de veículos em mau estado de conservação, vias não pavimentadas, Pedreiras em atividade e, assim como nos anos anteriores

(2011/2012), obras de infraestrutura em função do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e dos futuros eventos esportivos (Copa do Mundo de 2014 e Jogos Olímpicos de 2016).

#### 4.1.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas nas Figuras 25 (rede semiautomática) e 26 (rede automática).

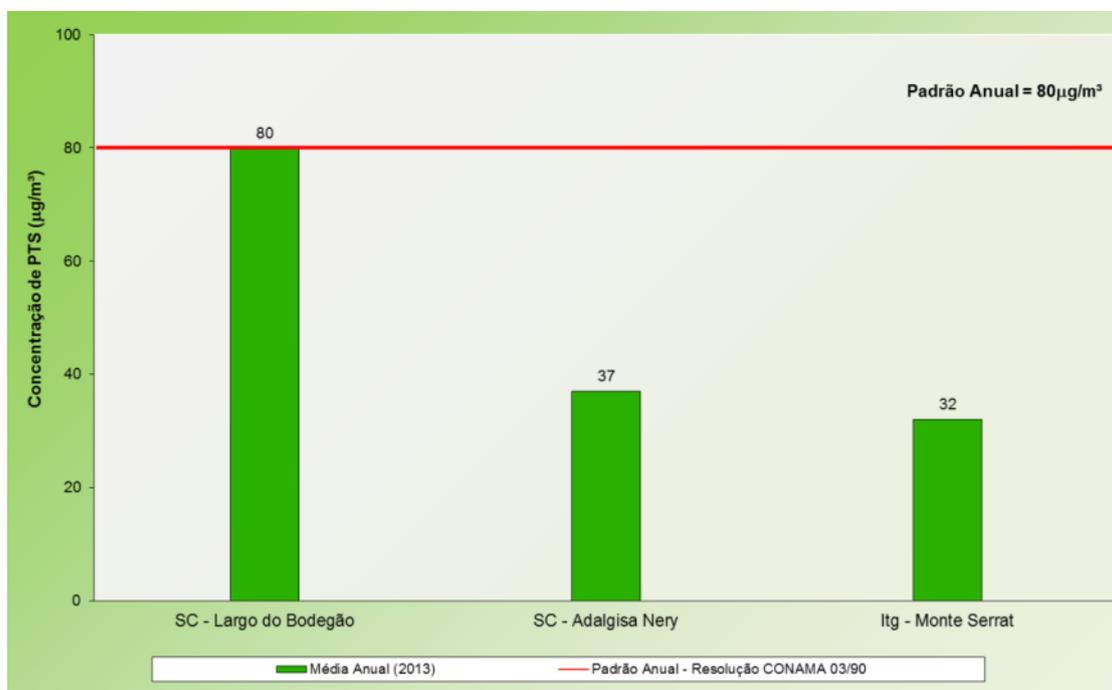
Observa-se que grande parte das estações semiautomáticas de PTS apresentou valores acima da concentração estabelecida como padrão de longo período de exposição (média anual), com destaque para a estação localizada no município de Belford Roxo (BR – Secretaria de Transporte), que atingiu  $194 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . As estações de SG – Prefeitura, RJ – São Cristóvão, RJ – Castelo, RJ – Benfica e RJ – Realengo, também apresentaram violações ao padrão anual de qualidade do ar de PTS no ano em questão. Esta condição demonstra que, embora o padrão legal de curto período não esteja sendo violado na maior parte das estações semiautomáticas, as concentrações médias diárias encontram-se elevadas, de forma que, ao serem consolidadas em médias anuais, o padrão de longo período seja violado.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 25.** Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

Já as concentrações médias anuais de PTS monitoradas nas estações automáticas localizadas em Santa Cruz e Itaguaí, encontram-se tangenciando ou abaixo do valor estabelecido para o padrão anual de qualidade do ar.



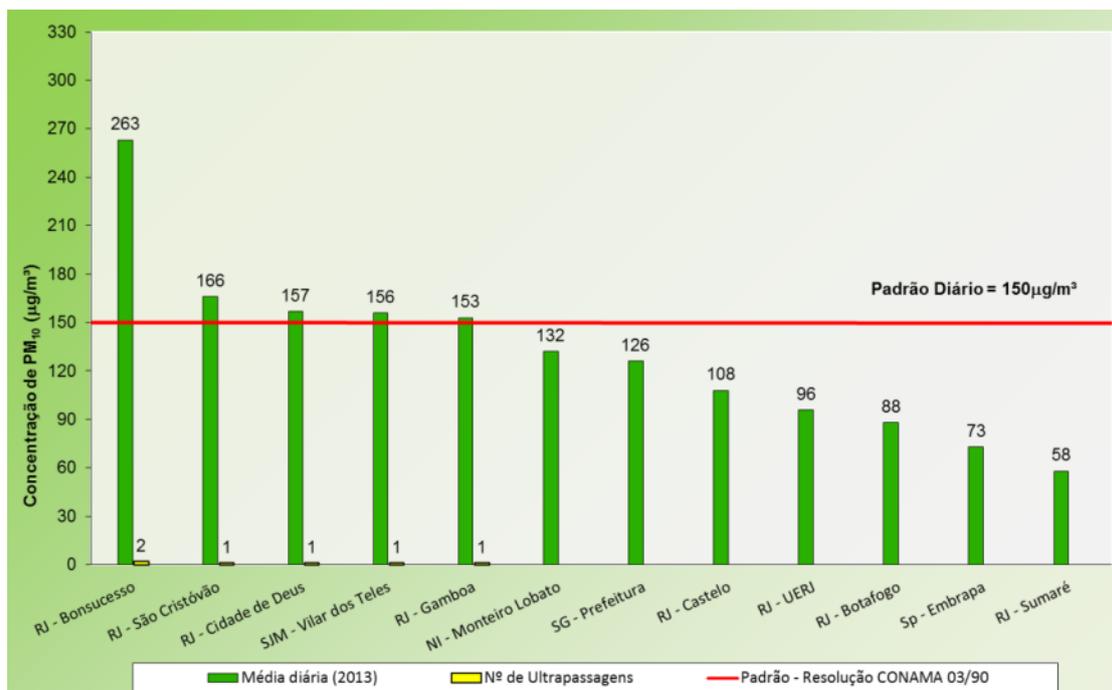
**Figura 26.** Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

#### 4.1.2.2 Material Particulado ( $PM_{10}$ )

##### 4.1.2.2.1 Exposição de Curto Período

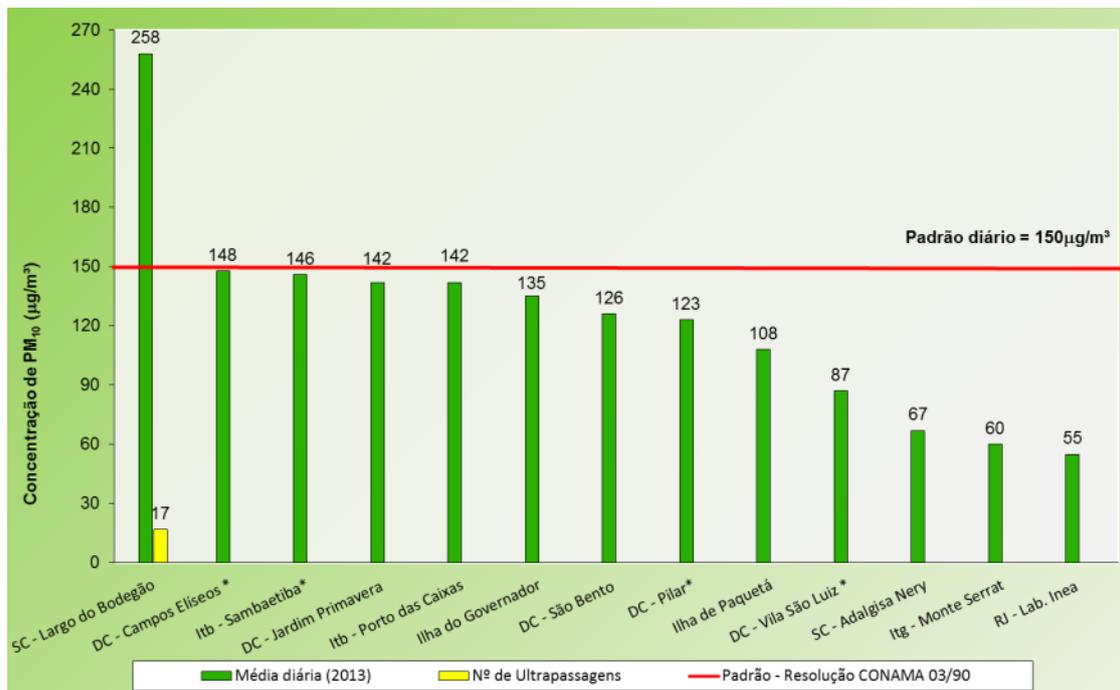
As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de  $PM_{10}$  com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas nas Figuras 27 (rede semiautomática) e 28 (rede automática), onde é possível observar também o número de ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto prazo.

A máxima concentração média diária de  $PM_{10}$  monitoradas pelas estações da rede semiautomáticas da RMRJ foi igual a  $263 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , que ocorreu na estação localizada no município do Rio de Janeiro (RJ - Bonsucesso), violando inclusive o padrão de qualidade do ar determinado pela legislação, por ter ocorrido 2 vezes em 2013. Além desta, também foram observadas ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar nas estações localizadas nos municípios do Rio de Janeiro (RJ – São Cristovão, RJ – Cidade de Deus, RJ- Gamboa) e São João do Meriti (SJM – Vilar dos Teles).



**Figura 27.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de  $PM_{10}$  monitoradas nas medidas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

Já as concentrações médias diárias de  $PM_{10}$  monitoradas pelas estações da rede automática apresentaram os maiores valores nas estações localizadas nos municípios de Santa Cruz (SC – Largo do Bodegão), Duque de Caxias (DC – Campos Elíseos e DC – Jardim Primavera) e Itaboraí (Itb – Sambaetiba e Itb – Porto das Caixas). Destaca-se que apenas a estação SC – Largo do Bodegão apresenta violações ao padrão vigente de qualidade do ar, extrapolando o número de ultrapassagens permitido pela legislação (uma ao ano).



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 28.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de  $PM_{10}$  monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

Como dito anteriormente as elevadas concentrações de PM medidas na estação SC – Largo do Bodegão devem-se a realização de obra civil para saneamento básico da região de Santa Cruz (Figura 28).

Embora não se tenha verificado ultrapassagens ao padrão de curto período de exposição as estações localizadas em Itaboraí também apresentaram medições elevadas em decorrência de obras de infraestrutura, no 2º trimestre de 2013, conforme pode ser observado na Figura 29.

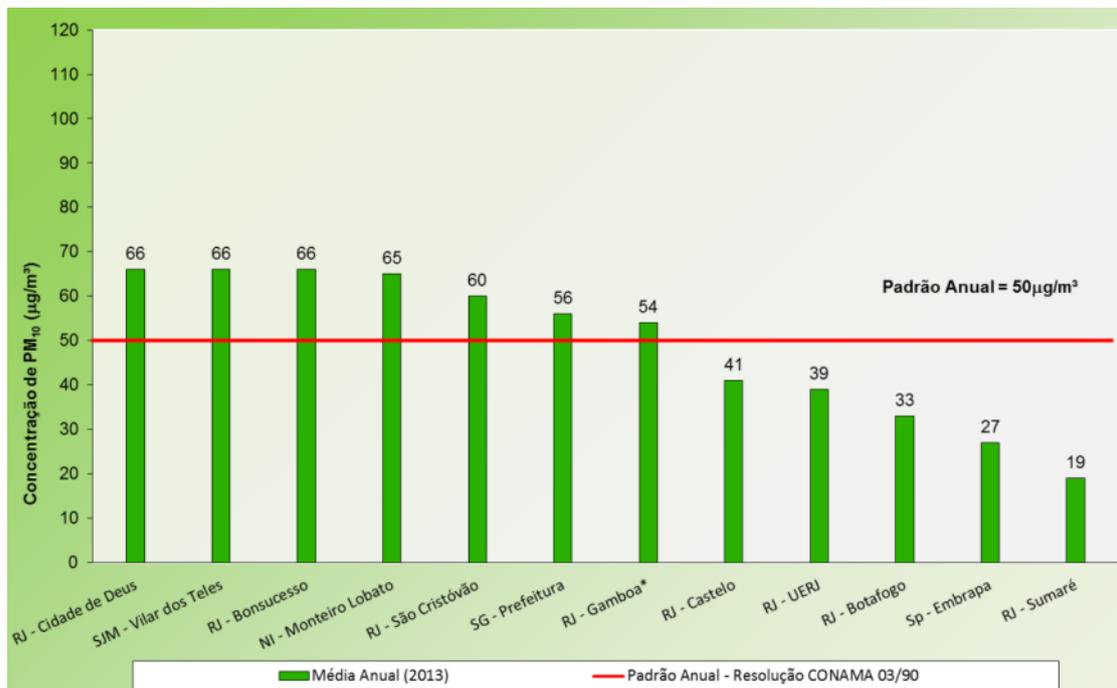


**Figura 29.** Registro Fotográfico da via em nivelamento que dá acesso a Estação Itb – Sambaetiba (01/06/2013 a 20/06/2013).

#### 4.1.2.2.2 *Exposição de Longo Período*

As comparações entre as concentrações médias anuais de  $PM_{10}$  com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas nas Figuras 30 (rede semiautomática) e 31 (rede automática) para o ano de 2013.

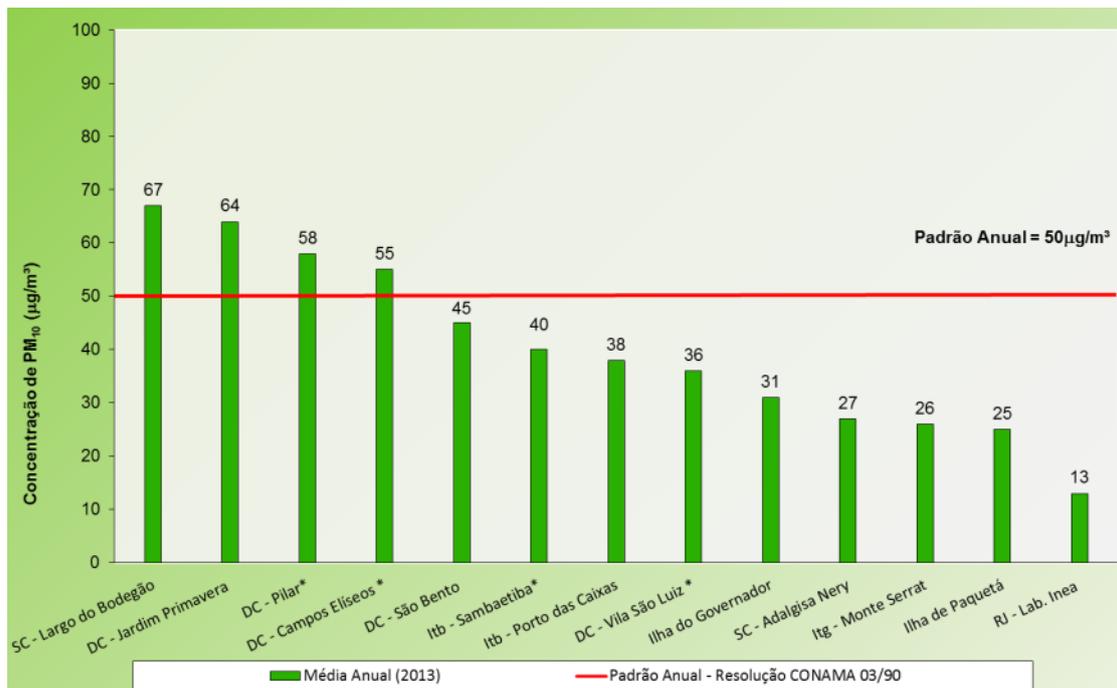
Observa-se que no ano de 2013, a maioria das estações da rede semiautomática de monitoramento da qualidade do ar em operação na RMRJ apresentou violação da concentração estabelecida como padrão de qualidade do ar de longo período de exposição. Este resultado demonstra, tal como verificado nos resultados de PTS anteriormente, que as concentrações médias horárias, embora não apresentem violações agudas significativas ao padrão de curto período, encontram-se persistentemente elevadas, de forma à provocar violação ao padrão de longo período.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente.

**Figura 30.** Concentrações médias anuais (longo período) de PM<sub>10</sub> nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

Os resultados obtidos pela rede automática demonstram violações ao padrão de qualidade do ar estabelecido para longo período de exposição nas estações localizadas em Santa Cruz (SC – Largo do Bodegão) e na Baixada Fluminense, no município de Duque de Caxias (DC – Jardim Primavera, DC - Pilar e DC – Campos Elíseos). Cabe ressaltar que outras estações localizadas na baixada fluminense, tal como Duque de Caxias (DC – São Bento), embora não tenha apresentado violação ao padrão de longo período, a média anual apresentou valores próximos a este.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

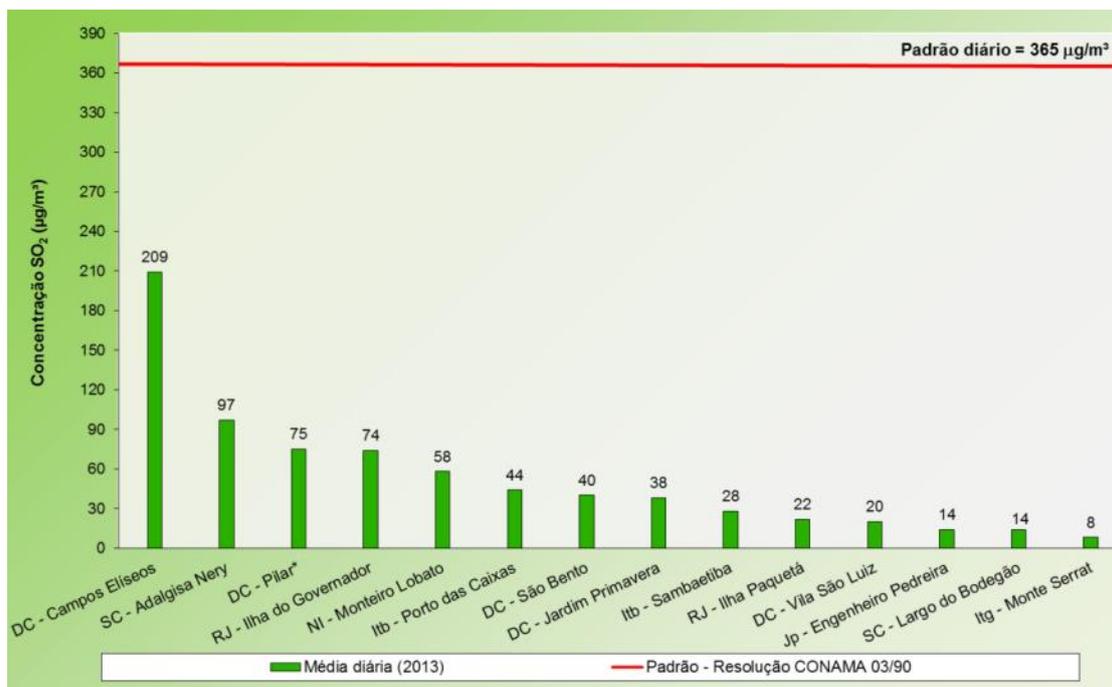
**Figura 31.** Concentrações médias anuais (longo período) de PM<sub>10</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

#### 4.1.2.3 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

##### 4.1.2.3.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de SO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 32 (rede automática).

Não houve registro de ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de SO<sub>2</sub> em nenhuma das estações de monitoramento na RMRJ. A maior concentração, para o ano de 2013, foi observada no município de Duque de Caxias (DC – Campos Elíseos) e deve-se a influência das fontes emissoras desta região, que são principalmente às ligadas ao Pólo Petroquímico de Campos Elíseos e ao tráfego de veículos pesados movidos a diesel na Rodovia Washington Luiz.



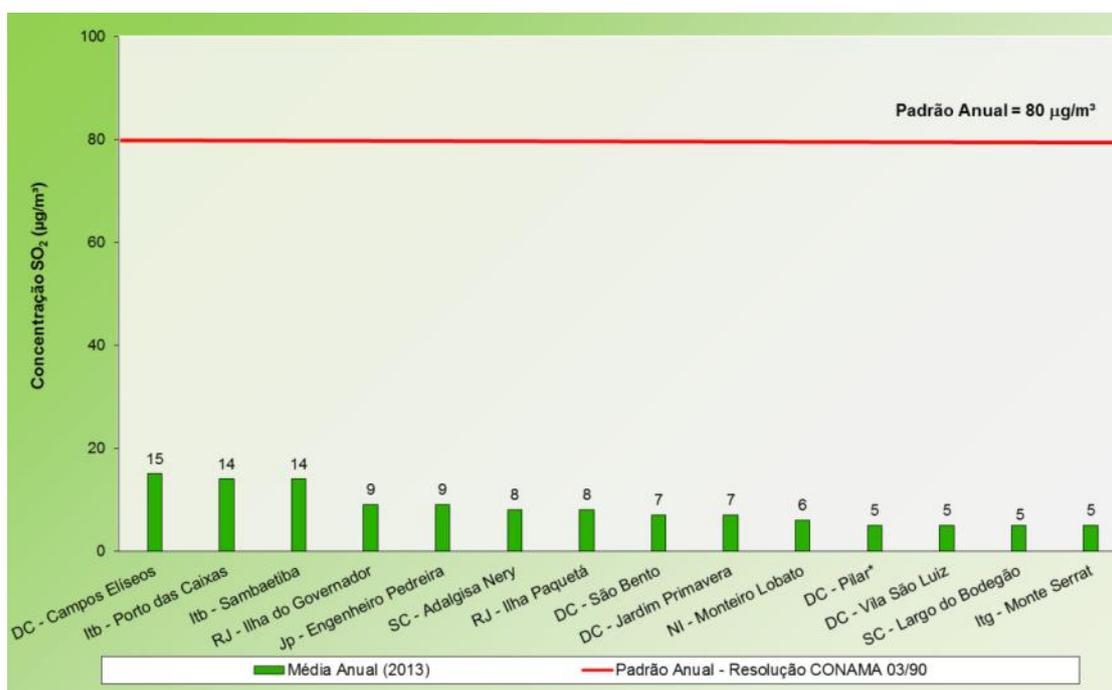
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 32.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO<sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

#### 4.1.2.3.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de SO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 33 (rede automática).

Os resultados demonstrados pelos dados de monitoramento, conforme já esperado em função dos resultados obtidos nas concentrações médias diárias, não apresentaram nenhuma ultrapassagem ao padrão de qualidade do ar de longo período, para o ano de 2013.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 33.** Concentrações médias anuais (longo período) de SO<sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

Destaca-se que apesar dos valores obtidos pelo monitoramento na RMRJ estarem em conformidade com os padrões de curto e longo períodos, algumas ações foram e ainda estão sendo realizadas no sentido de minimizar ainda mais a emissão de SO<sub>2</sub>, como por exemplo, a assinatura do Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) entre o INEA, a SEA e a Refinaria Duque de Caxias, onde muitos dos compromissos assumidos estão relacionadas ao controle desse poluente, tal como a introdução no mercado, em janeiro de 2013, do combustível diesel com 10 ppm (S-10) de enxofre para a frota de motores a diesel, em substituição ao diesel S-50 (50 ppm de enxofre), igualando-se a fase Euro V, ou seja, combustível com o padrão adotado na Europa.

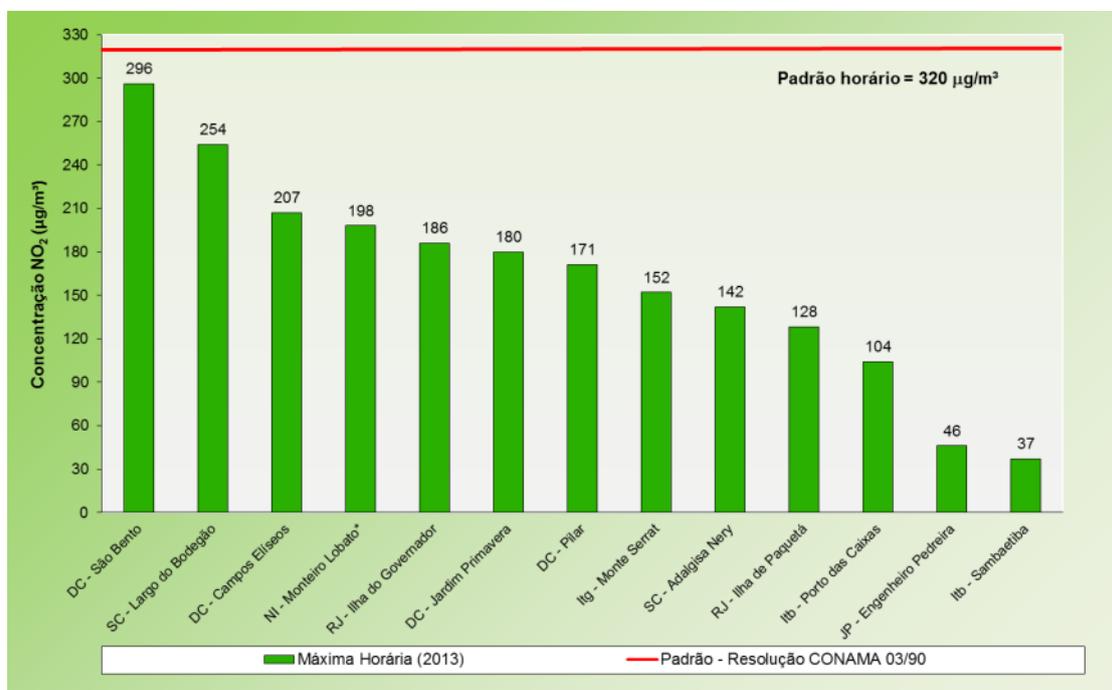
#### 4.1.2.4 Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

##### 4.1.2.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de NO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 34 (rede automática).

Observa-se que não houve ocorrência de ultrapassagens ao padrão horário em nenhuma das estações analisadas. A estação DC - São Bento (Duque de Caxias) apresentou a maior concentração horária (296 µg/m<sup>3</sup>) medida neste período.

Nota-se ainda que, de uma maneira geral, as maiores concentrações registradas nas estações de monitoramento avaliadas foram observadas no município de Duque de Caxias, e Santa Cruz, demonstrando a influência das fontes emissoras destas regiões, especialmente o denso fluxo de veículos e as atividades do Polo Petroquímico de Campos Elíseos.



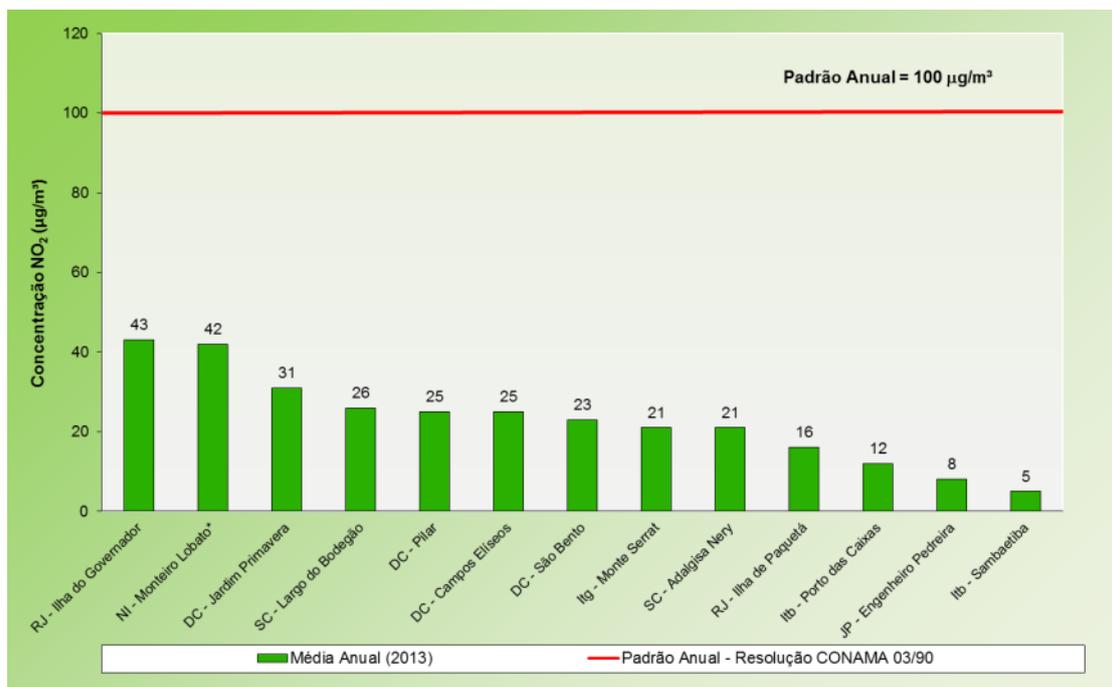
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 34.** Máximas concentrações horárias (curto período) de NO<sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

#### 4.1.2.4.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 35 (rede automática).

De acordo com os resultados de monitoramento obtidos, todas as regiões monitoradas encontram-se em conformidade com o valor definido como padrão de qualidade do ar, não ocorrendo registro de ultrapassagens/violações ao padrão durante o ano de 2013.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

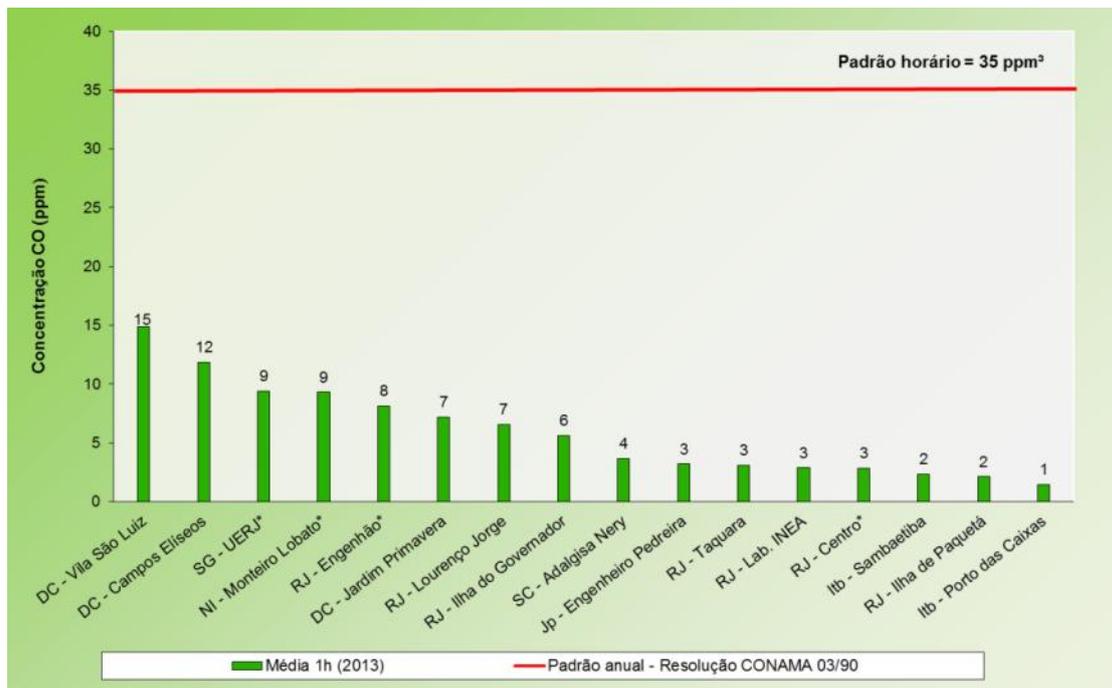
**Figura 35.** Concentrações médias anuais (longo período) de NO<sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

#### 4.1.2.5 Monóxido de Carbono (CO)

##### 4.1.2.5.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de CO com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas nas Figuras 36 (média horária) e 37 (média de oito horas).

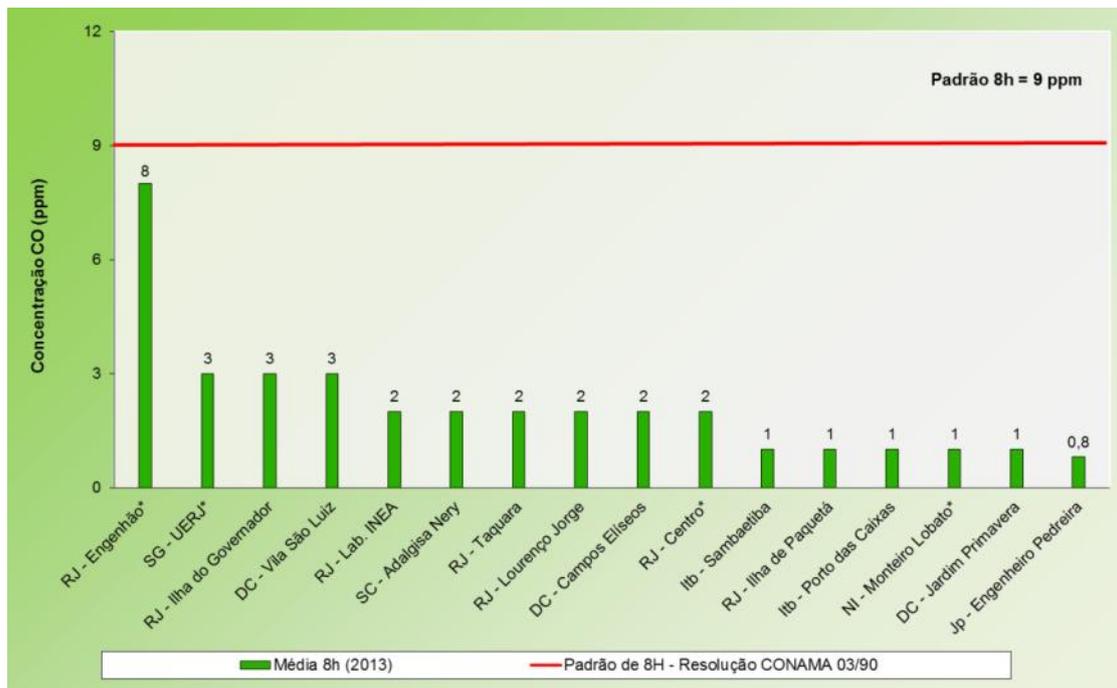
Nenhuma das estações de monitoramento da rede automática da qualidade do ar, em operação na RMRJ, ultrapassou o padrão estabelecido, para o ano de 2013. Ainda assim, observa-se nas máximas horárias uma concentração mais elevada no município de Duque de Caxias (DC – Vila São Luiz e Campos Elíseos), podendo estar relacionada com o aumento do tráfego de veículos em função das obras do Arco Metropolitano, além da queima de lixo a céu aberto, intensificada em 2013 em função de problemas de limpeza urbana na baixada fluminense.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 36.** Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

Nos resultados da comparação dos dados de monitoramento de CO para concentração média de 8 horas com o padrão, verifica-se que nenhuma das estações apresentou ultrapassagem ao padrão estabelecido, para o ano de 2013. Todavia, nota-se uma maior concentração no município do Rio de Janeiro (RJ – Engenheiro). Este valor pode estar associado às emissões de origem veicular e obras de infraestrutura que, em condições atmosféricas desfavoráveis, contribuem para o aumento das concentrações deste contaminante.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 37.** Máximas concentrações médias de 8 horas monitoradas (curto período) nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

#### 4.1.2.6 Ozônio (O<sub>3</sub>)

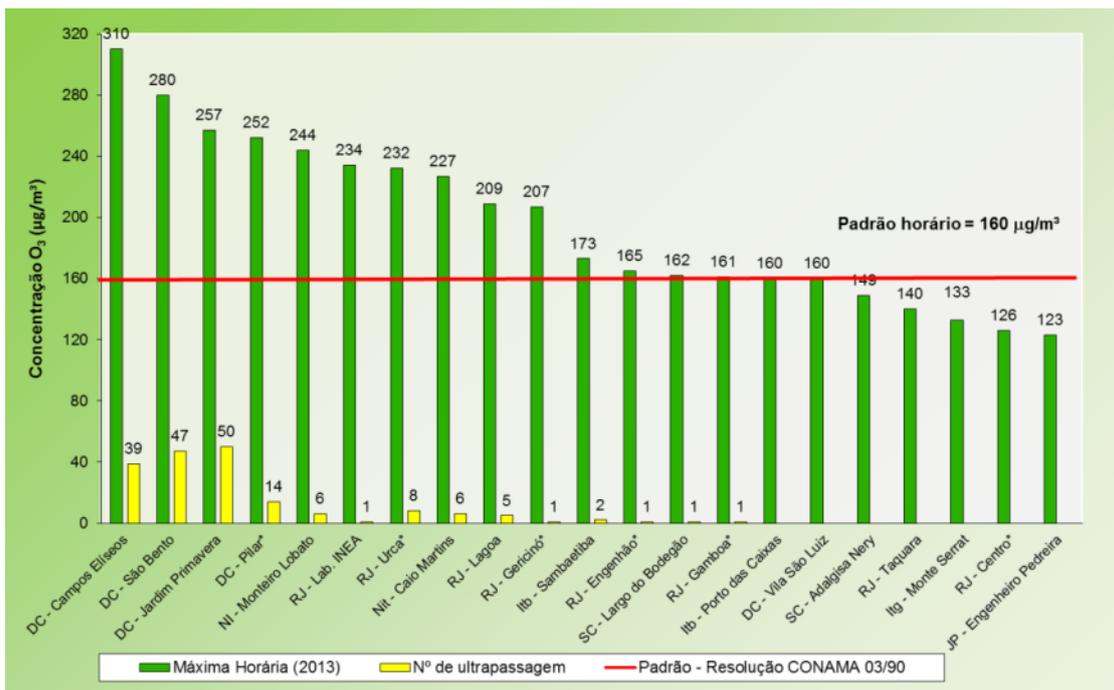
##### 4.1.2.6.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de O<sub>3</sub> com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 38.

Nota-se que grande parte das estações de monitoramento apresentou elevado valor de concentração e número de ultrapassagens ao padrão horário de qualidade do ar. Cabe aqui, uma consideração importante com relação ao padrão vigente para este parâmetro. O Decreto Estadual Nº 44.072/2013, que ratifica os valores de padrões de qualidade do ar definidos na Resolução CONAMA Nº03/1990, traz margens para que, a nível estadual, sejam revistos os padrões nacionais existentes, além da propositura de padrões para outros parâmetros ainda não legislados, bem como, a adequação do tempo de exposição para o Ozônio. A Organização Mundial de Saúde (OMS), em sua última publicação de 2005, reconhece o efeito deletério deste poluente à saúde, fruto da exposição persistida a altas concentrações, e não a picos agudos de concentrações horárias. Com isso, a OMS em seu guia, define diretrizes para Ozônio apuradas em médias móveis de 8 horas, que será a métrica a ser adotada pelo Estado do Rio de Janeiro, quando da publicação

do seus padrões regionais. A mesma lógica deverá ser seguida pelo CONAMA, quando da revisão da Resolução CONAMA Nº03/1990, já em tramitação no Ministério do Meio Ambiente.

O monitoramento realizado no ano de 2013 demonstrou que as maiores concentrações horárias e maior número de violações ao padrão ocorreram nas estações localizadas nos municípios de Duque de Caxias (DC – Campos Elíseos, DC – São Bento, DC – Jardim Primavera e DC – Pilar), Nova Iguaçu (NI – Monteiro Lobato) e Rio de Janeiro (RJ – Lab. Inea, RJ – Urca, RJ – Lagoa, RJ – Gericinó, RJ – Engenhão e RJ - Gamboa).



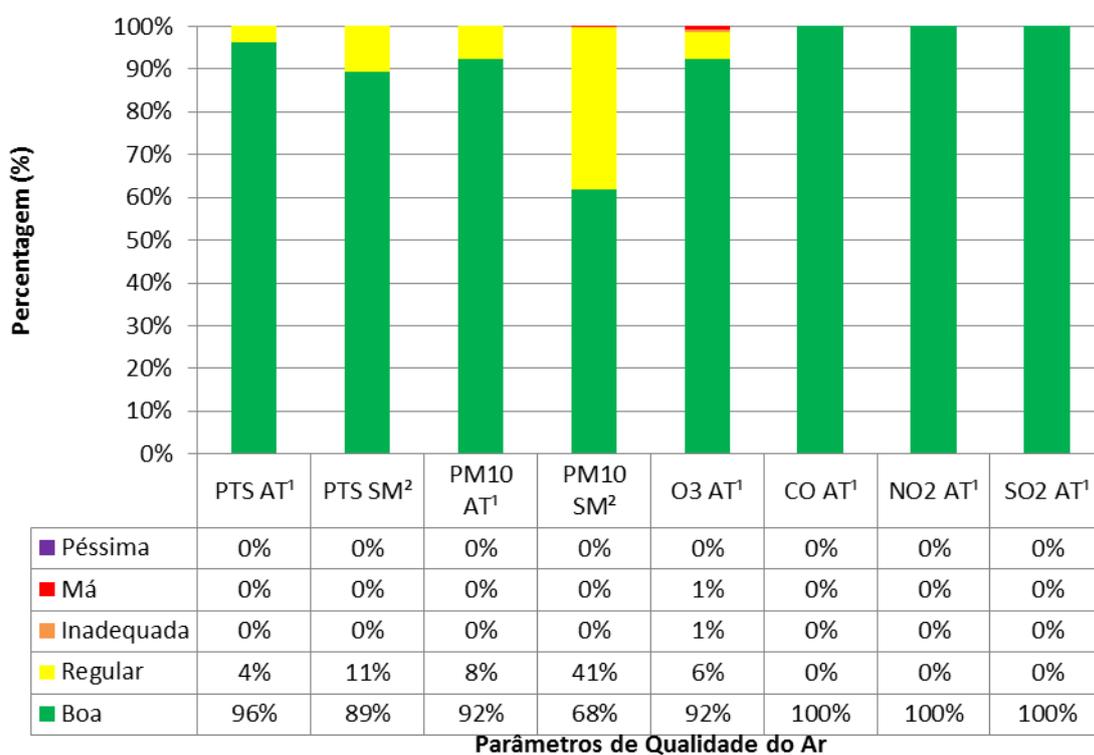
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 38.** Máximas concentrações horárias (curto período) de Ozônio monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2013.

Além dos municípios de Duque de Caxias e Rio de Janeiro, também se observa violações ao padrão de qualidade do ar nas áreas que estão passando por uma expansão urbana e industrial, como é o caso da estação Itb – Sambaetiba e Itb – Porto das Caixas (Itaboraí). Já as estações localizadas no município do Rio de Janeiro (SC – Largo de Bodegão, RJ – Lab. Inea, RJ – Gericino, RJ – Engenhão e RJ - Gamboa) apresentaram apenas uma ultrapassagem ao padrão.

#### 4.1.3 Índice da Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Estado Rio de Janeiro

A distribuição percentual do Índice de Qualidade do Ar da RMRJ, durante o ano de 2013 é apresentada na Figura 39. Nota-se que todos os poluentes monitorados estiveram acima de 50% do ano na faixa considerada como boa, sendo o CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> os poluentes que obtiveram o maior percentual nesta faixa com 100% do ano de 2013. Observa-se que na faixa classificada como má, somente o ozônio e o PM<sub>10</sub> (rede semiautomática), apresentaram algum percentual de ocorrência, embora bastante baixos, não chegando a 1% do ano de 2013. Cabe ressaltar que as classificações boa e regular representam que os poluentes monitorados não ultrapassaram os padrões de qualidade do ar. Já as faixas inadequada, má e péssima, estão diretamente relacionadas com valores de concentrações dos poluentes que ultrapassaram e/ou violaram o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA N° 03/1990, conforme determina o Decreto Estadual N° 44.072/2013.



<sup>1</sup>Estação Automática (AT)

<sup>2</sup>Estação Semiautomática (SM)

**Figura 39.** Distribuição percentual da Qualidade do Ar da Região Metropolitana do estado Rio de Janeiro.

## 4.2 Região do Médio Paraíba

### 4.2.1 Meteorologia

Para a região do Vale do Paraíba, as estações da rede INEA analisadas são BM-Boa Sorte, VR-Belmonte e Rs-Cidade Alegria. A estação climatológica utilizada como comparação refere-se à estação Pinheiral (Lat: 22,5167°S; Lon: 44°W).

#### 4.2.1.1 Temperatura do Ar

Dentre as estações meteorológicas avaliadas, no tocante às temperaturas máximas extremas, a BM-Boa Sorte registrou o maior valor mensal (40°C em novembro), enquanto o menor valor mensal observado foi 31°C, na estação Cidade Alegria, no mês de junho.

As temperaturas médias mensais calculadas situaram-se entre os valores de 26°C (em fevereiro) na estação VR-Belmonte e 18°C (em julho) na estação BM-Boa Sorte. A climatologia de Pinheiral indica temperaturas médias variando entre 24°C em janeiro e 17°C em julho.

Com relação às temperaturas mínimas extremas registradas pelas estações meteorológicas avaliadas, observa-se que os valores entre 19°C, na estação VR-Belmonte (em fevereiro) e 7°C, na estação BM-Boa Sorte (em agosto) (Figura 40).

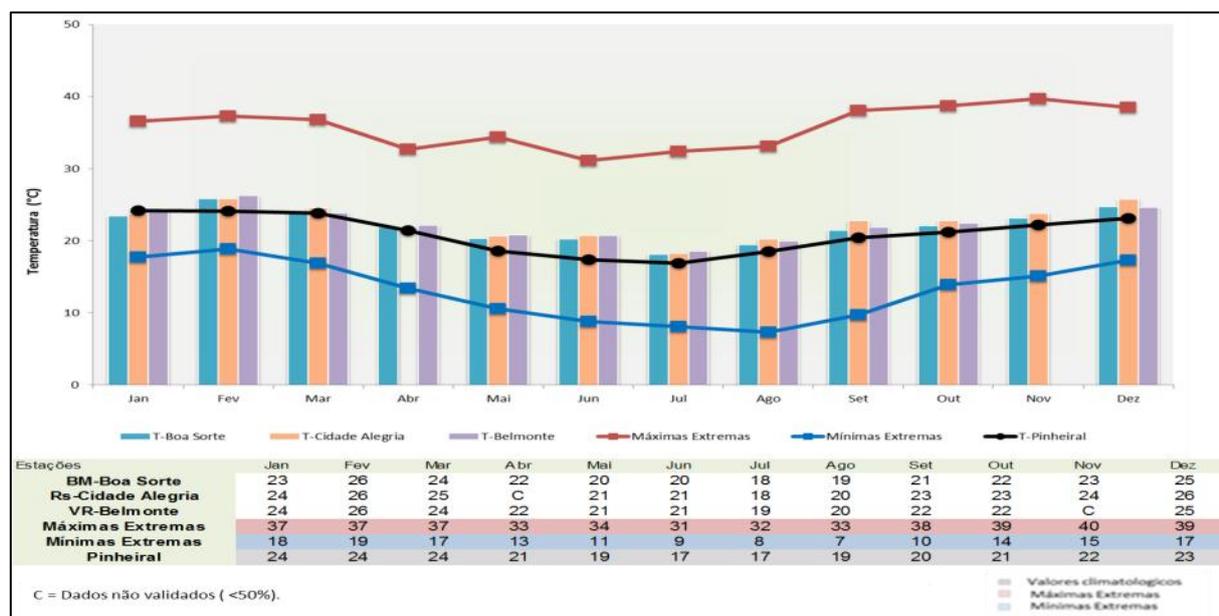
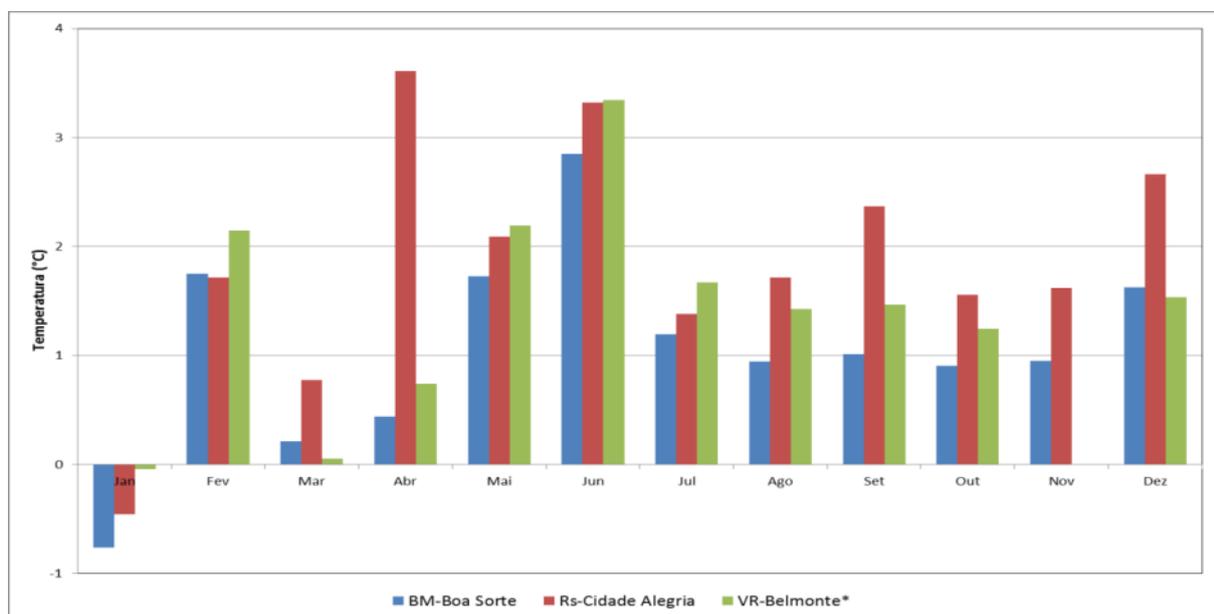


Figura 40. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região do Médio Paraíba.

Na comparação das estações da rede INEA com a climatologia representativa da região, com exceção do mês de janeiro, todas as estações avaliadas apresentaram diferenças positivas de temperatura, demonstrando ter sido 2013, um ano mais quente que a média (Figura 41).



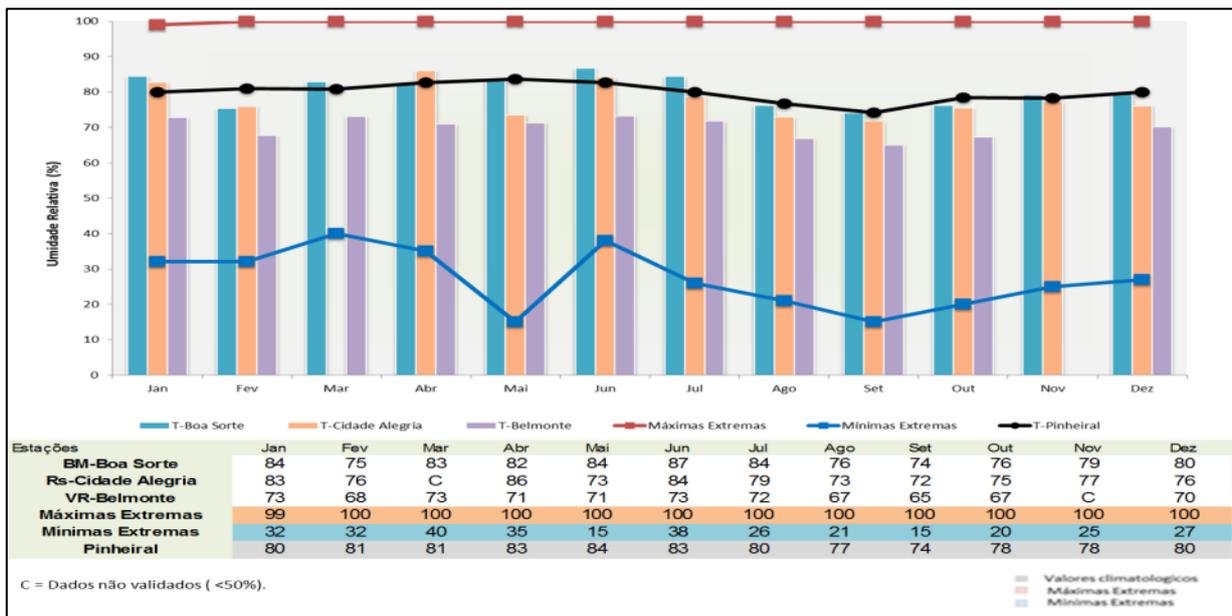
**Figura 41.** Anomalia de Temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Pinheiral.

#### 4.2.1.2 Umidade Relativa

Os máximos valores mensais de umidade relativa registradas pelas estações meteorológicas avaliadas, 100%, ocorreram em BM-Boa Sorte e Rs-Cidade Alegria em mais da metade do ano de 2013. O mesmo não ocorre com a estação VR-Belmonte, que apresenta valores máximos entre 86% e 88% em 10 dos 12 meses do ano (Figura 42).

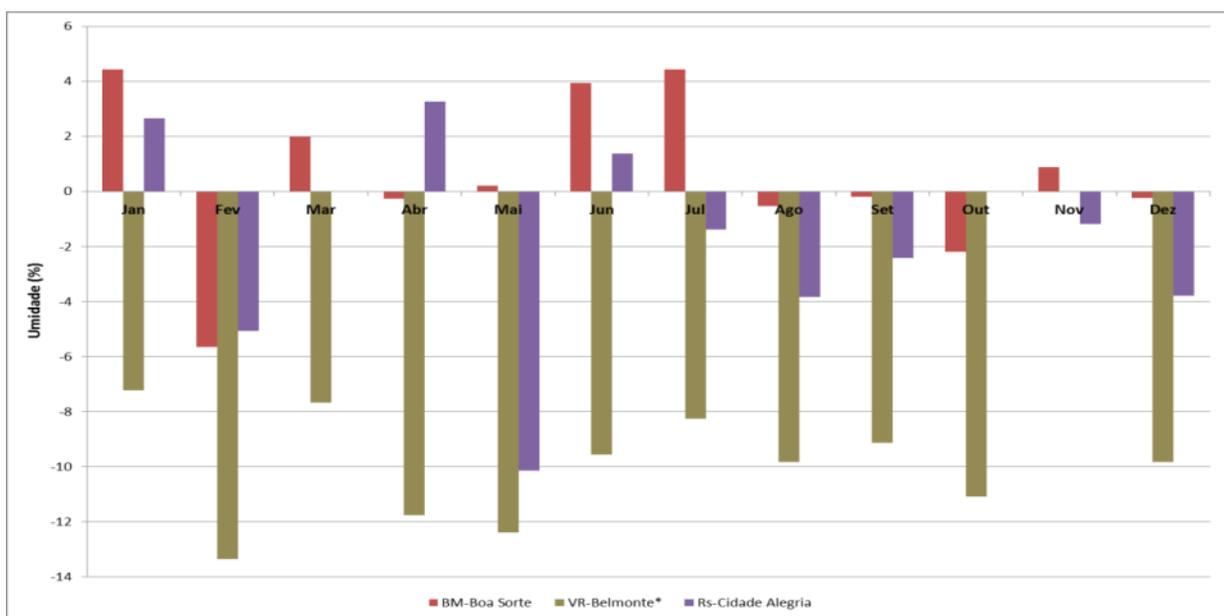
O cálculo da umidade relativa média mensal tem intervalo de valores entre 87% (BM-Boa Sorte em junho) e 65% (VR-Belmonte em setembro). A faixa de valores calculados na climatologia de Pinheiral é semelhante, entre 84% (maio) e 74% (setembro).

Em relação aos valores de umidade relativa mínimos, na estação Rs-Cidade Alegria observou-se a ocorrência do menor e do maior valor registrado, 15% (maio e setembro) e 45% (janeiro), respectivamente.



**Figura 42.** Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região do Médio Paraíba.

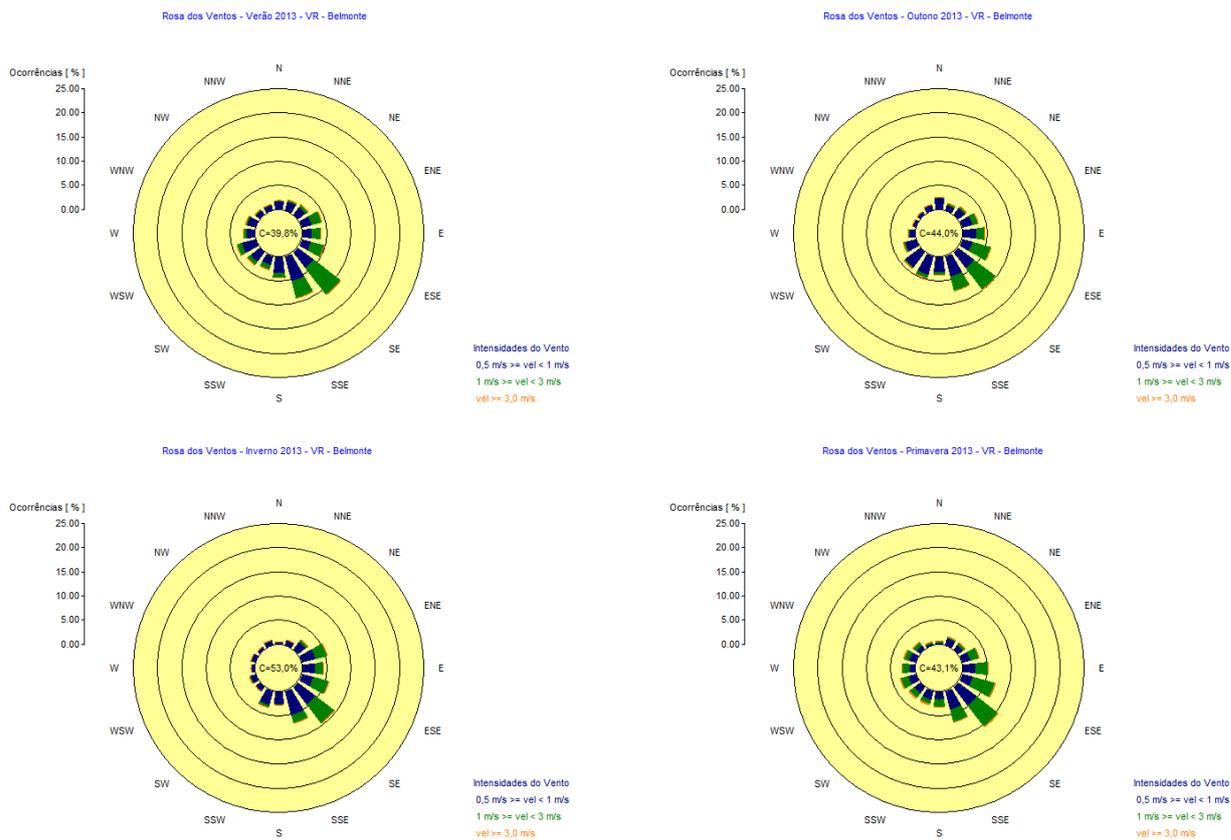
Acerca das diferenças de médias mensais de umidade relativa entre a rede INEA e a climatologia, a estação VR-Belmonte apresentou somente desvios negativos, chegando a -13,4% em fevereiro. As demais estações, apesar da predominância de diferenças negativas, têm meses mais úmidos que a climatologia, sendo a maior diferença positiva igual a 4,4% na BM-Boa Sorte (janeiro e julho). A Figura 43 indica as diferenças mensais de umidade relativa para as estações analisadas.



**Figura 43.** Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Pinheiral.

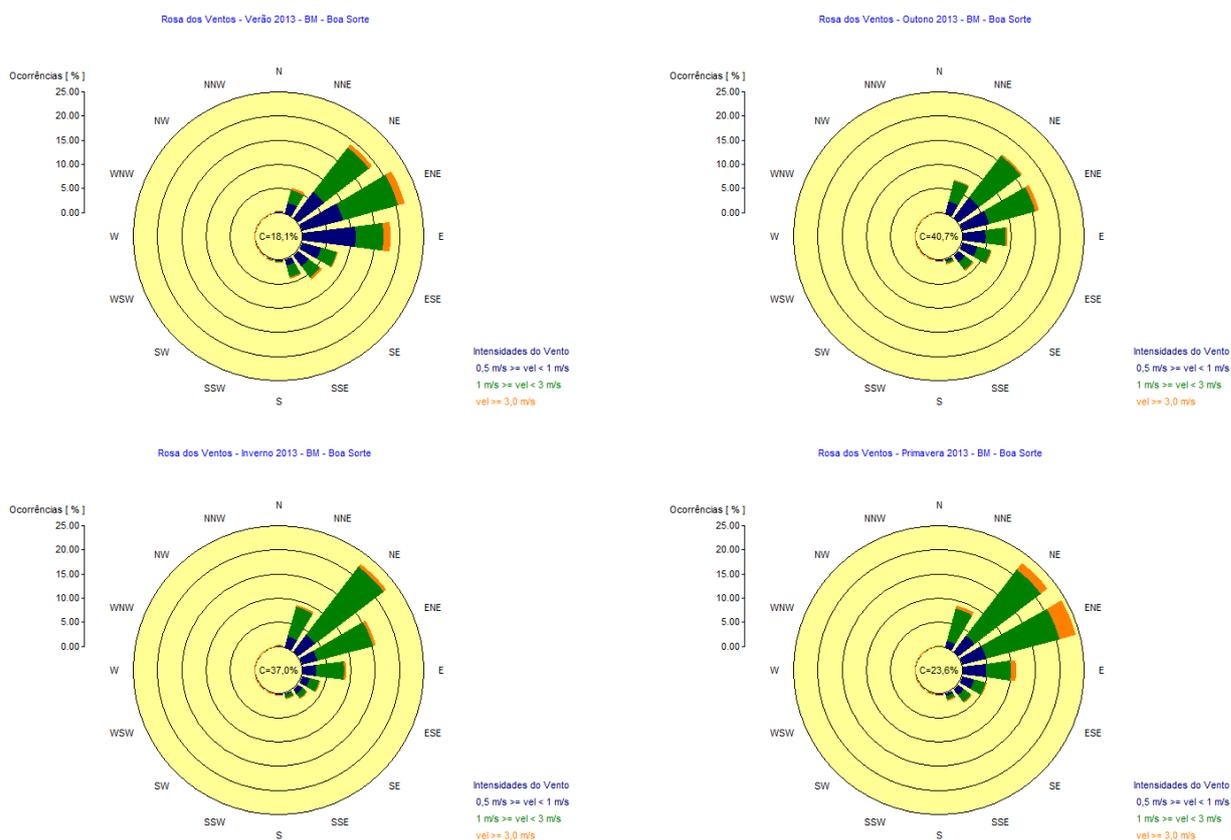
#### 4.2.1.3 Direção e velocidade do vento – Rosa dos ventos.

A estação VR-Belmonte, similarmente ao que ocorre nas estações da região metropolitana confinadas no meio urbano, apresentou uma direção preferencial do vento bem definida, a SE. Ressalta-se que a grande maioria das observações demonstraram ventos provenientes do quadrante S-E. Quanto a intensidade do vento, observa-se que na maior parte do tempo, registrou-se valores de fraco a moderado, com frequência de calmarias significativa: entre 40% (verão) e 53% (inverno) . A Figura 44 apresenta as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 44.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação VR-Belmonte.

O mesmo efeito de confinamento da circulação local ocorrido na VR – Belmonte, pode ser verificado também na estação BM-Boa. A direção predominante registrada foram as do quadrante N-E. A frequência de calmarias foi significativa, com valores entre 18% (verão) e 41% (outono). A Figura 45 apresenta as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 45.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação BM-Boa Sorte.

Os padrões de circulação atmosférica observados mostraram que há condicionamento dos ventos na região. É interessante notar que as direções predominantes indicam que o vento sopra do vale do rio Paraíba do Sul, contra o movimento do curso da água, em direção às estações. Tal escoamento de ar provém da circulação atmosférica em maior escala, que é canalizada pelo vale, influenciando os ventos em escala local.

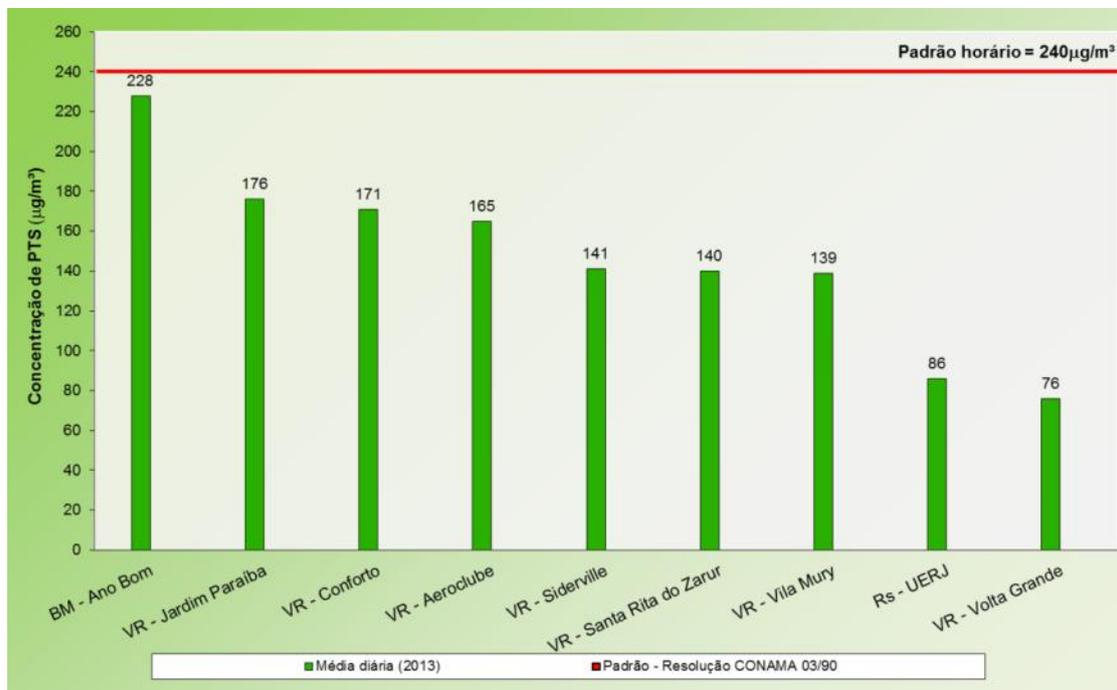
## 4.2.2 Qualidade do Ar

### 4.2.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

#### 4.2.2.1.1 Exposição de Curto Período

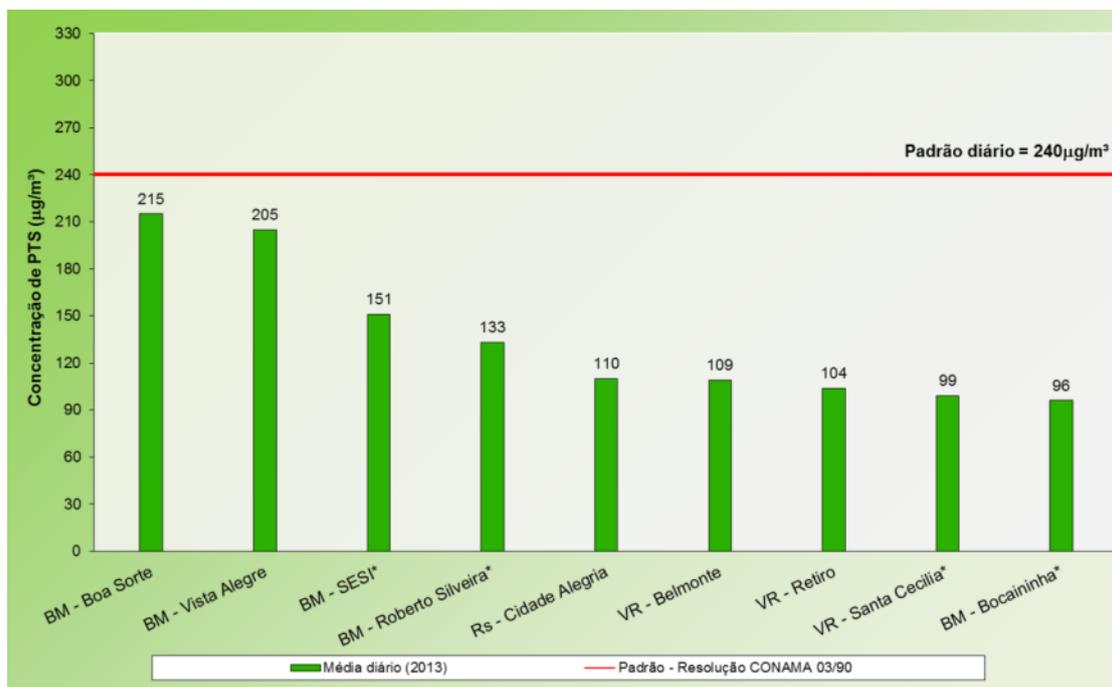
As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas nas Figuras 46 (rede semiautomática) e 47 (rede automática), onde é possível observar que não houve ultrapassagem ao padrão de qualidade do ar de curto período.

As máximas concentrações medidas na rede semiautomática da RMP ocorreram nas estações localizadas em Barra Mansa (BM – Ano Bom) com 228  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e em Volta Redonda (VR – Jardim Paraíba) com 176  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 46.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMP para o ano de 2013.

Da mesma forma, os resultados obtidos pela rede automática de monitoramento da qualidade do ar durante o ano de 2013 não apresentaram violações ao padrão diário de qualidade do ar de PTS.



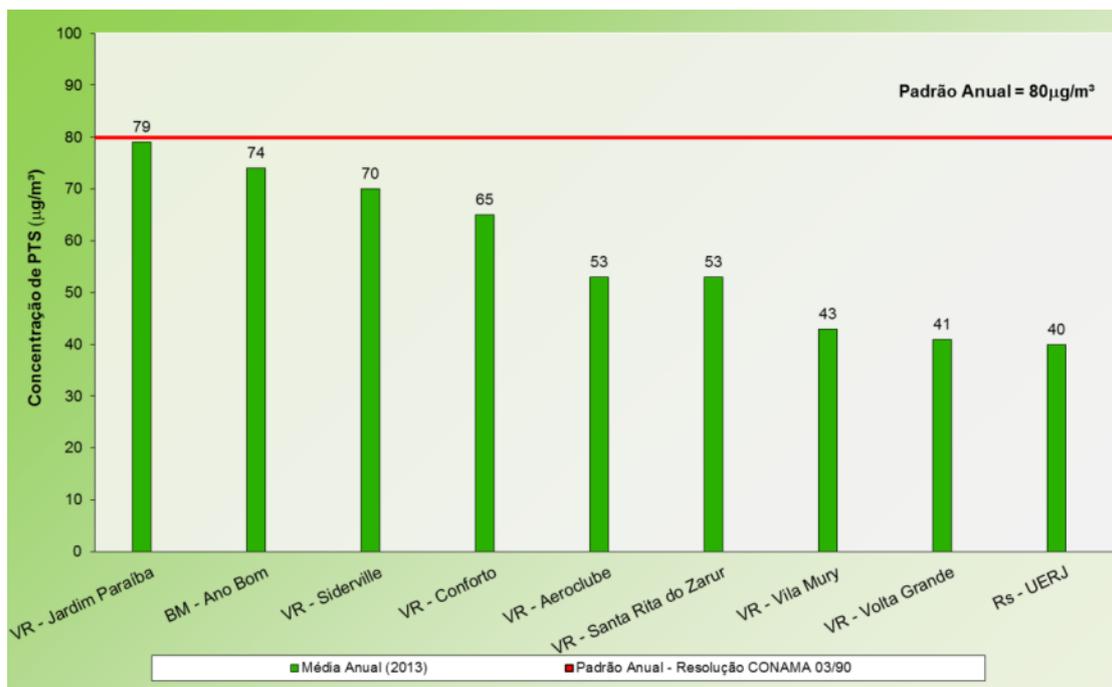
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 47.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMP para o ano de 2013.

#### 4.2.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas nas Figuras 48 (rede semiautomática) e 49 (rede automática).

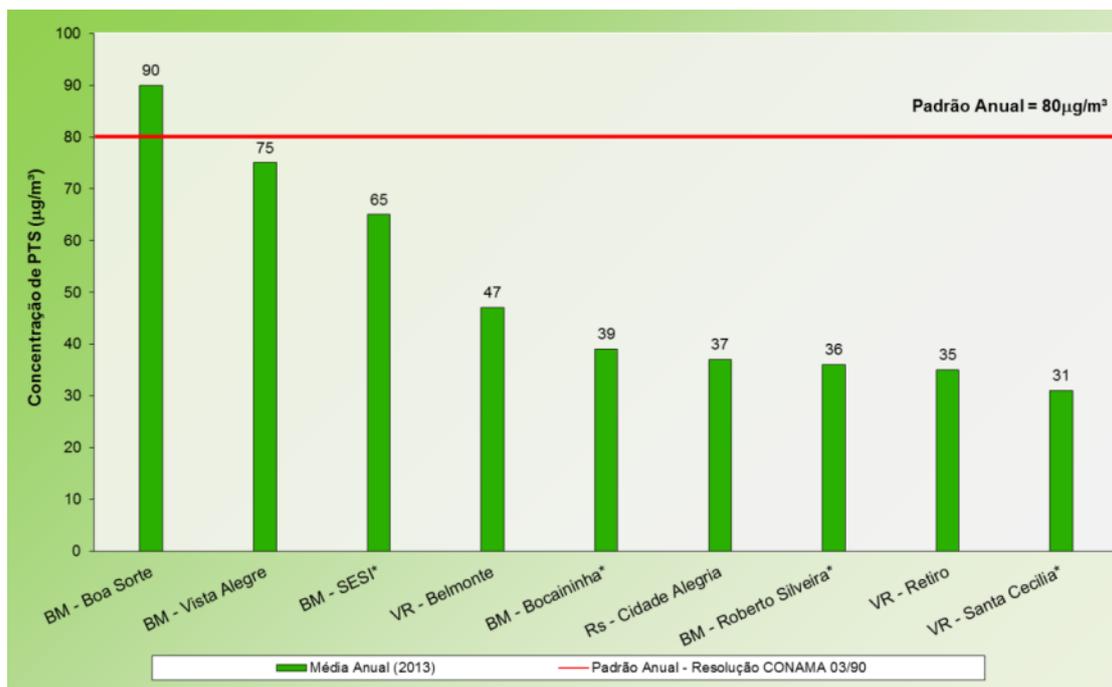
Os resultados obtidos através do monitoramento realizado pelas estações semiautomáticas não demonstraram nenhuma violação ao padrão. A maior concentração calculada na rede semiautomática foi na estação VR – Jardim Paraíba, igual a 79 µg/m³.



**Figura 48.** Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

Para a rede automática, as concentrações médias anuais de PTS monitoradas no ano de 2013, apresentou violação ao padrão anual da qualidade do ar apenas na estação BM – Boa Sorte.

Esta condição demonstra que, embora o padrão legal de curto período não esteja sendo violado na maior parte das estações automáticas da região, as concentrações médias diárias encontram-se elevadas, de forma que, ao serem consolidadas em médias anuais, o padrão de longo período seja violado.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

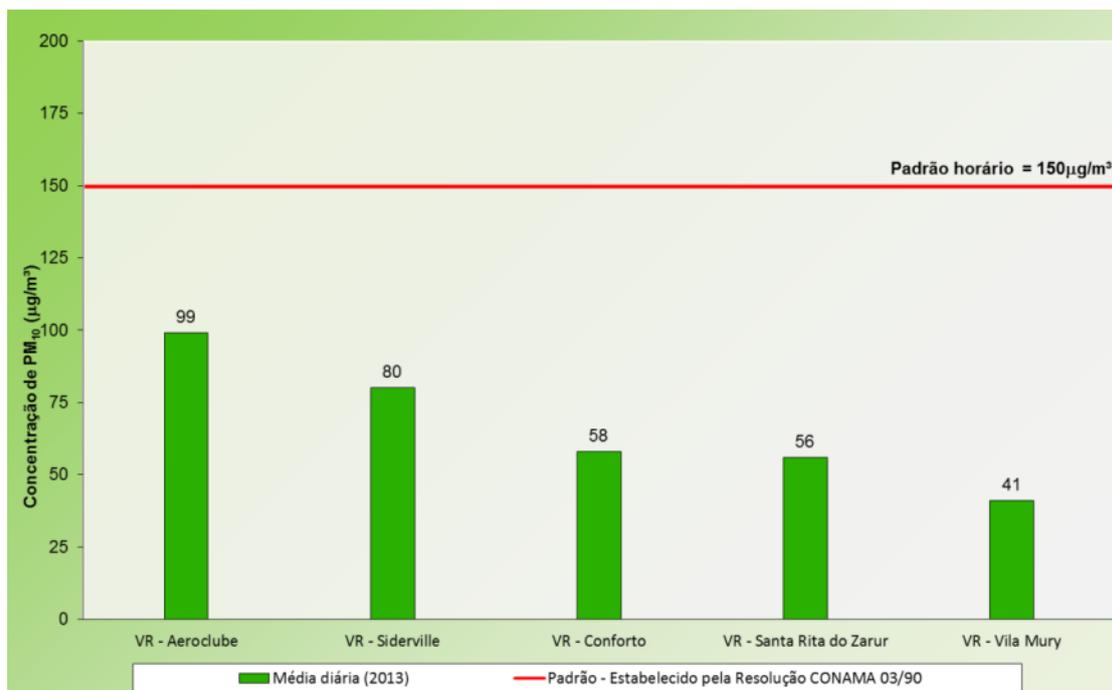
**Figura 49.** Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.2 Material Particulado (PM<sub>10</sub>)

##### 4.2.2.2.1 Exposição de Curto Período

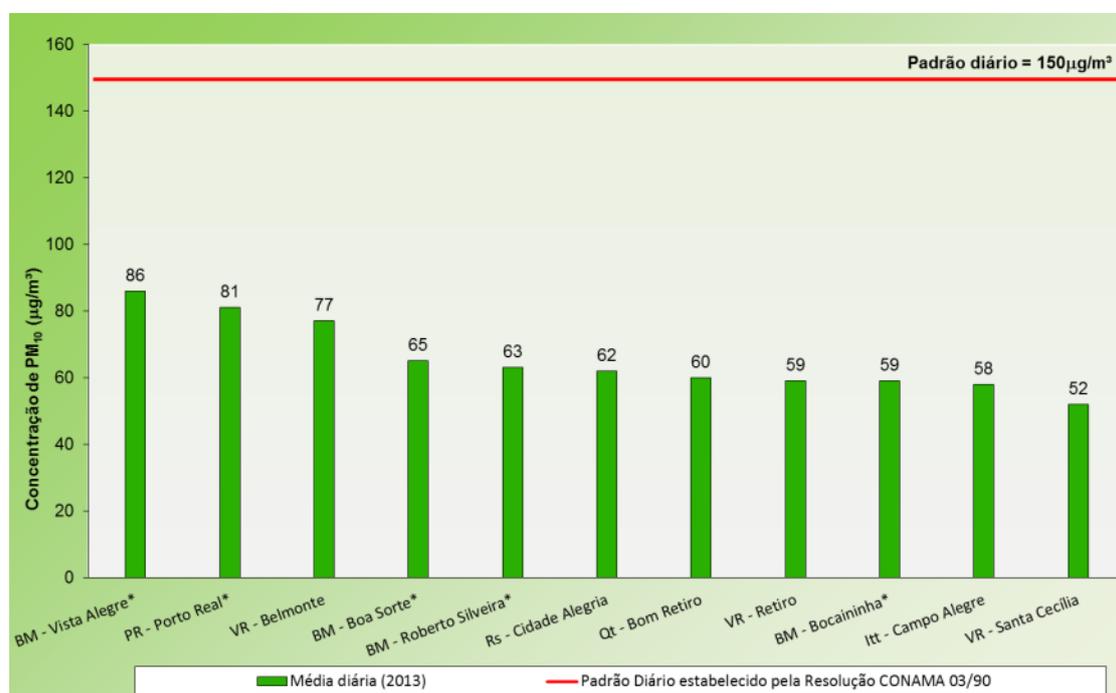
As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de PM<sub>10</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013, estão apresentadas nas Figuras 50 (rede semiautomática) e 51 (rede automática).

Nos resultados obtidos pelo monitoramento na rede semiautomática da RMP não foram registradas ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar.



**Figura 50.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM<sub>10</sub> monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

Para a rede automática, as concentrações de PM<sub>10</sub> monitoradas também não apresentaram violações ao padrão de qualidade do ar durante o período mencionado.



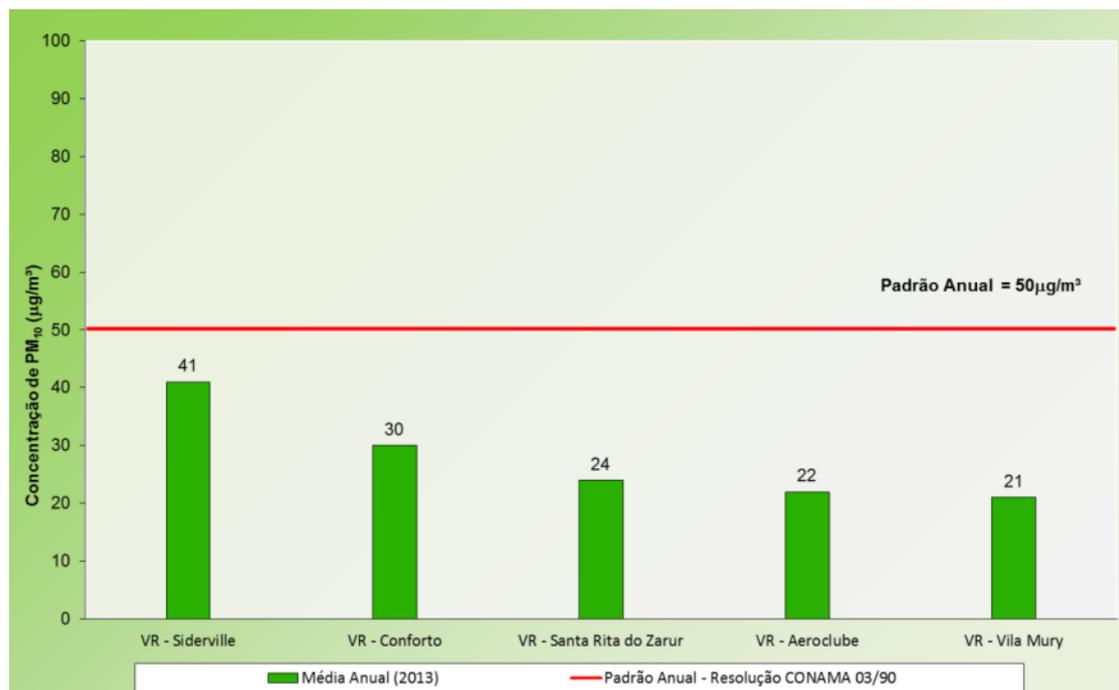
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 51.** Máximas Concentrações médias diárias (curto período) de PM<sub>10</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.2.2 Exposição de Longo Período

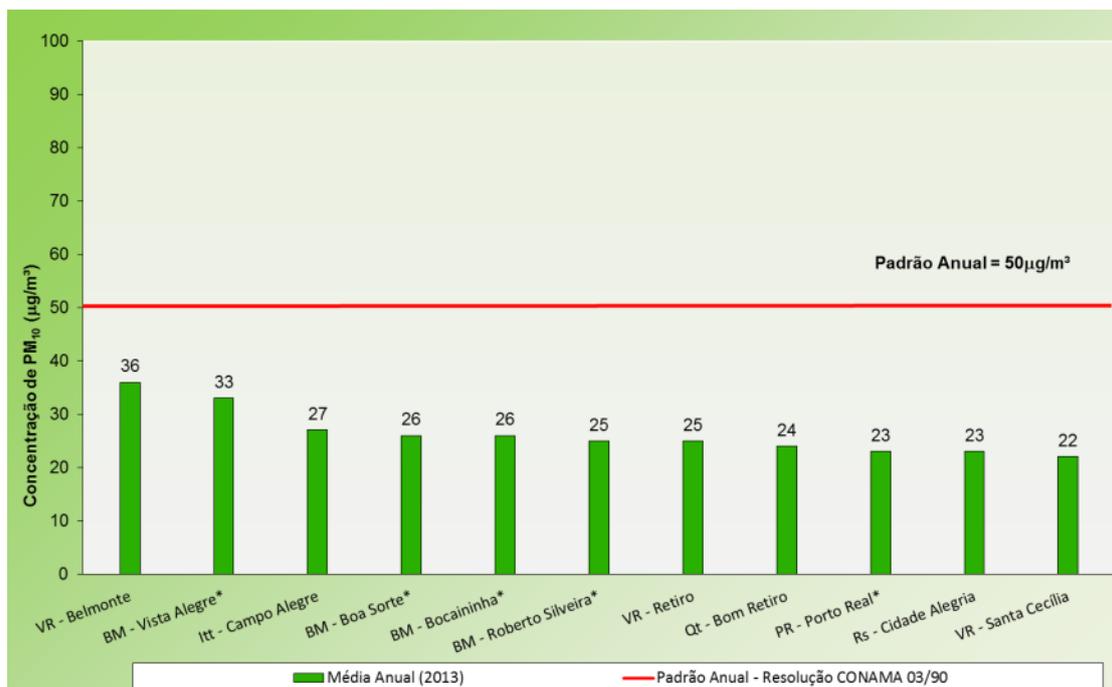
As comparações entre as concentrações médias anuais de  $PM_{10}$  com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas nas Figuras 52 (rede semiautomática) e 53 (rede automática).

Os valores de concentração obtidos no monitoramento da rede semiautomática na RMP não apresentaram violações ao padrão de qualidade do ar.



**Figura 52.** Concentrações anuais (longo período) de  $PM_{10}$  nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

Para a rede automática, as concentrações de  $PM_{10}$  monitoradas não apresentaram violações ao padrão de qualidade do ar durante o ano de 2013.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

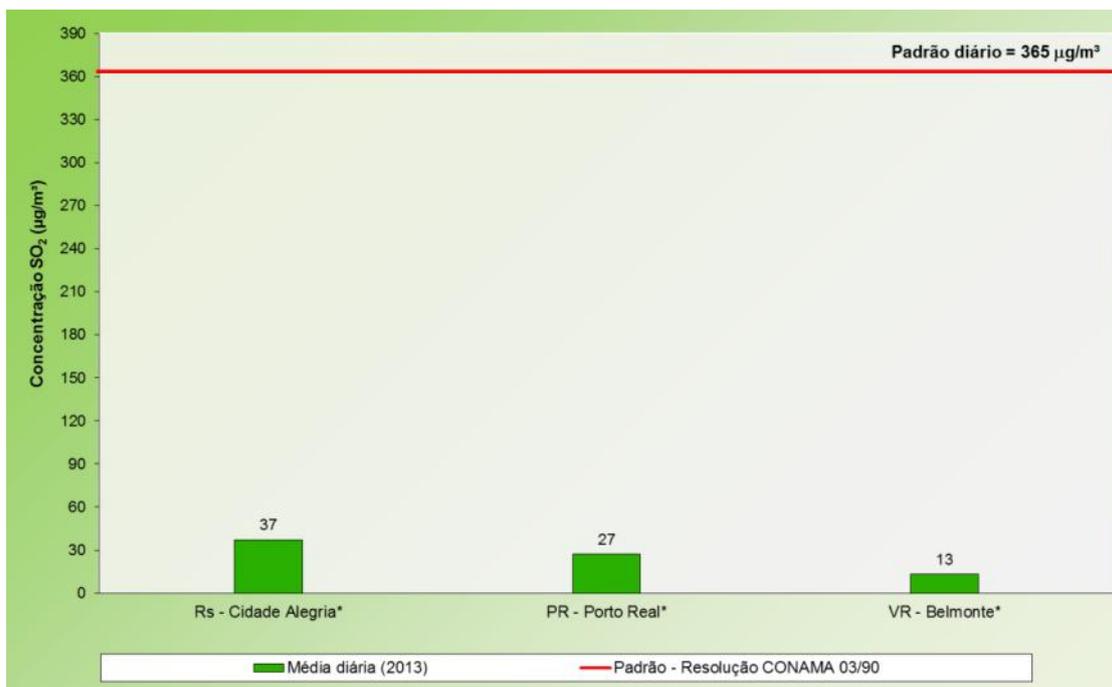
**Figura 53.** Concentrações médias anuais (longo período) de  $PM_{10}$  nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.3 Dióxido de Enxofre ( $SO_2$ )

##### 4.2.2.3.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de  $SO_2$  com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 é apresentada na Figura 54.

Não houve registro de ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de  $SO_2$  em nenhuma das estações de monitoramento na RMP, para o ano em questão.



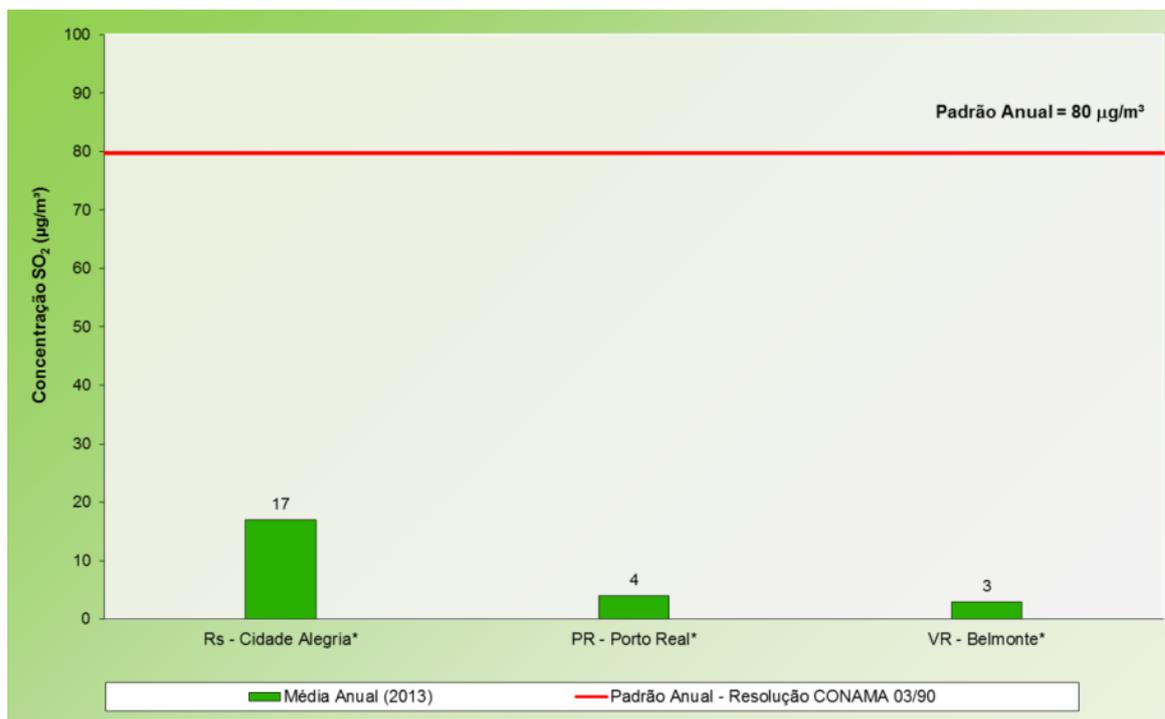
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 54.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO<sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.3.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de SO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 é apresentada na Figura 55.

Os resultados obtidos através dos dados do monitoramento da qualidade do ar na RMP não apresentaram nenhuma violação ao padrão de SO<sub>2</sub>, para o período mencionado.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

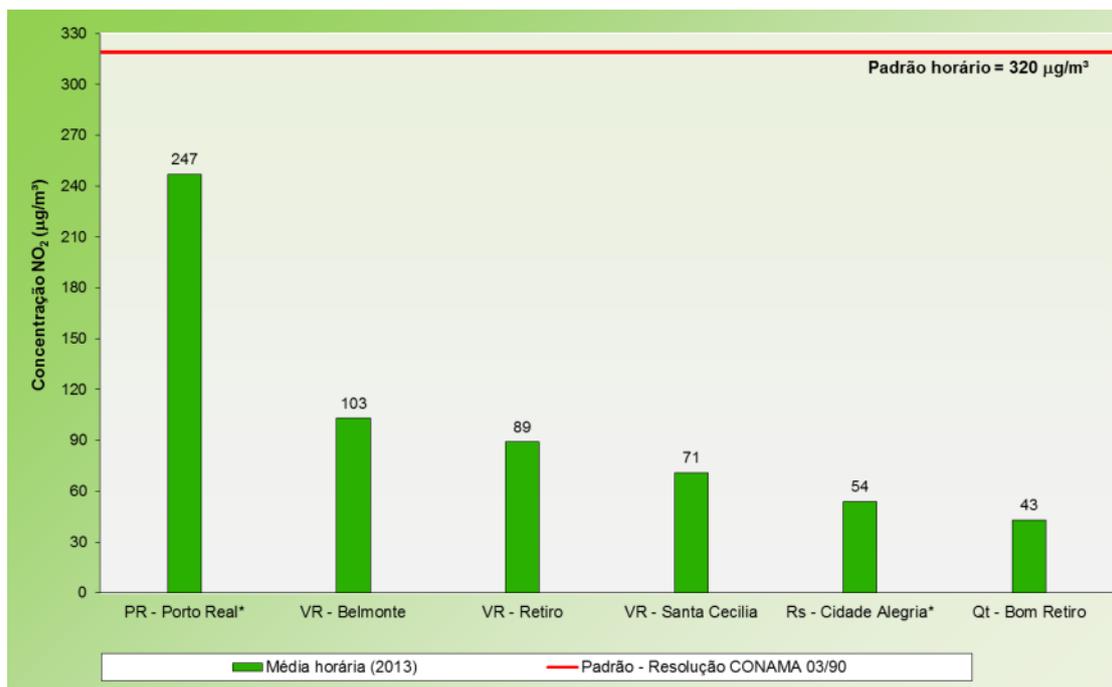
**Figura 55.** Concentrações médias anuais (longo período) de SO<sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.4 Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

##### 4.2.2.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de NO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 é apresentada na Figura 56.

Em nenhuma das estações de monitoramento as concentrações de NO<sub>2</sub> medidas ultrapassaram o padrão de qualidade do ar, para o ano em questão.



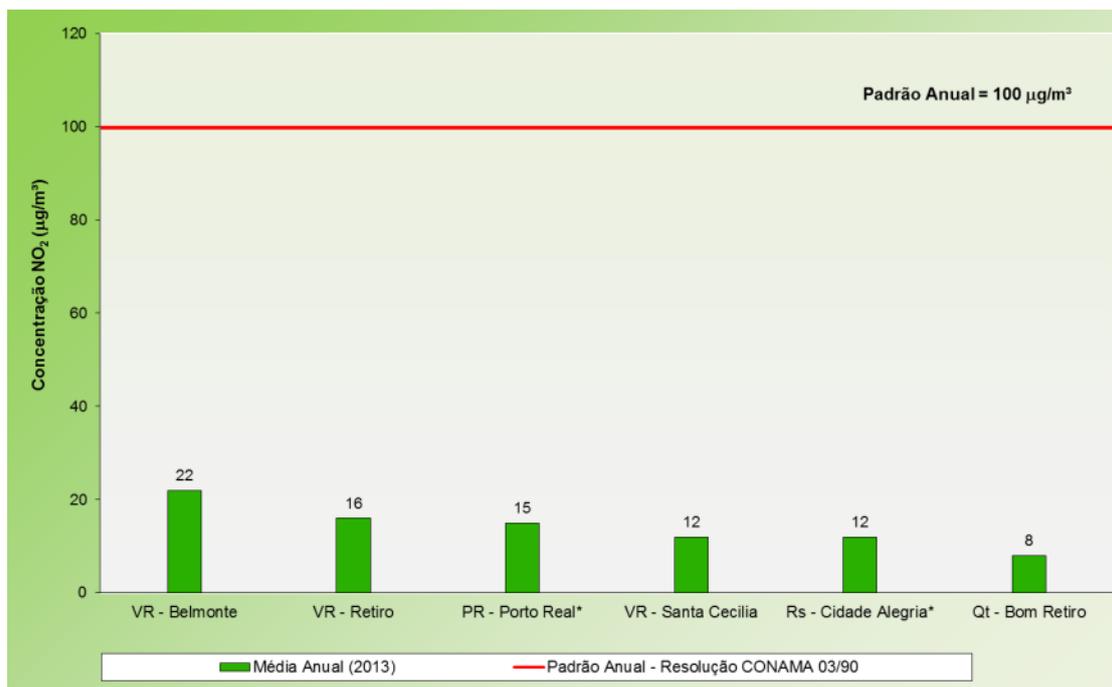
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 56.** Máximas concentrações horárias (curto período) de NO<sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.4.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 57, para o ano de 2013.

De acordo com os resultados de monitoramento obtidos, todas as regiões monitoradas encontram-se em conformidade com o valor considerado como padrão de qualidade do ar, não ocorrendo registro de violação ao padrão legislado.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

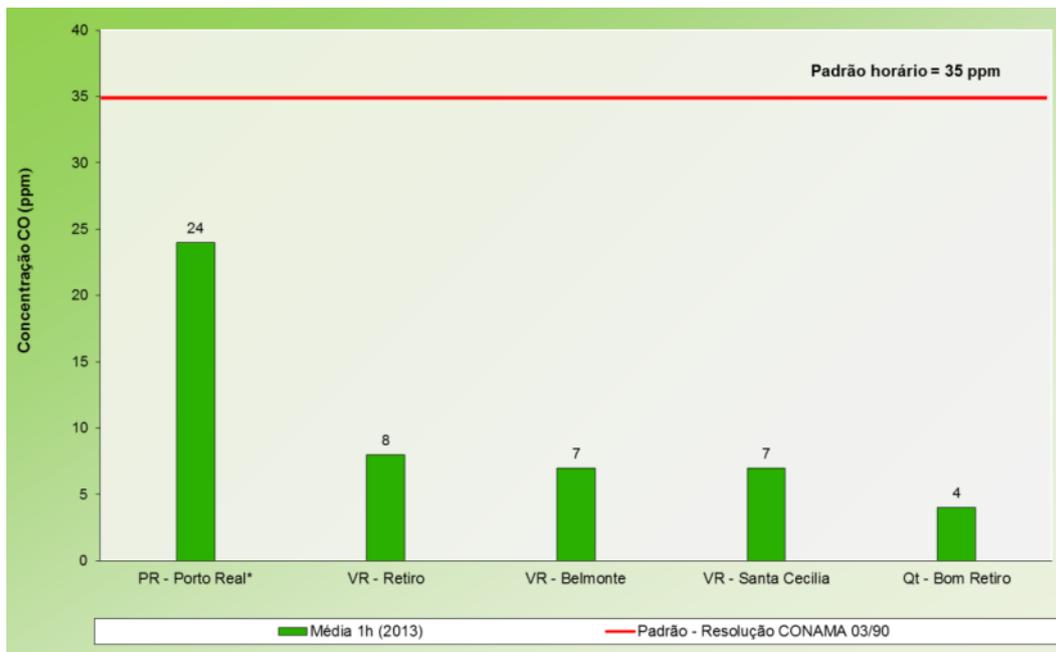
**Figura 57.** Concentrações médias anuais (longo período) de NO<sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.5 Monóxido de Carbono (CO)

##### 4.2.2.5.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de CO com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas nas Figuras 58 (média horária) e 59 (média de oito horas).

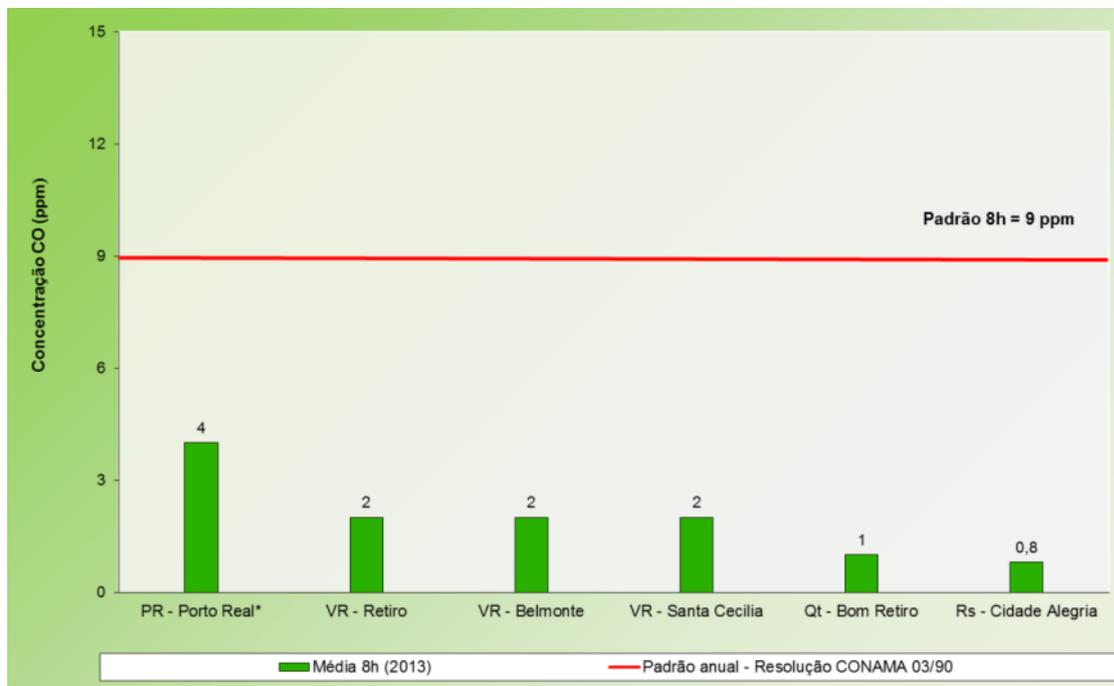
Nenhuma das estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar da RMP apresentou ultrapassagem ao padrão horário de qualidade do ar estabelecidos para este parâmetro.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 58.** Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

Em referência ao padrão de média de 8 horas para CO também não houve registro de ultrapassagem em nenhuma das estações automáticas de monitoramento na RMP, para o ano em questão.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

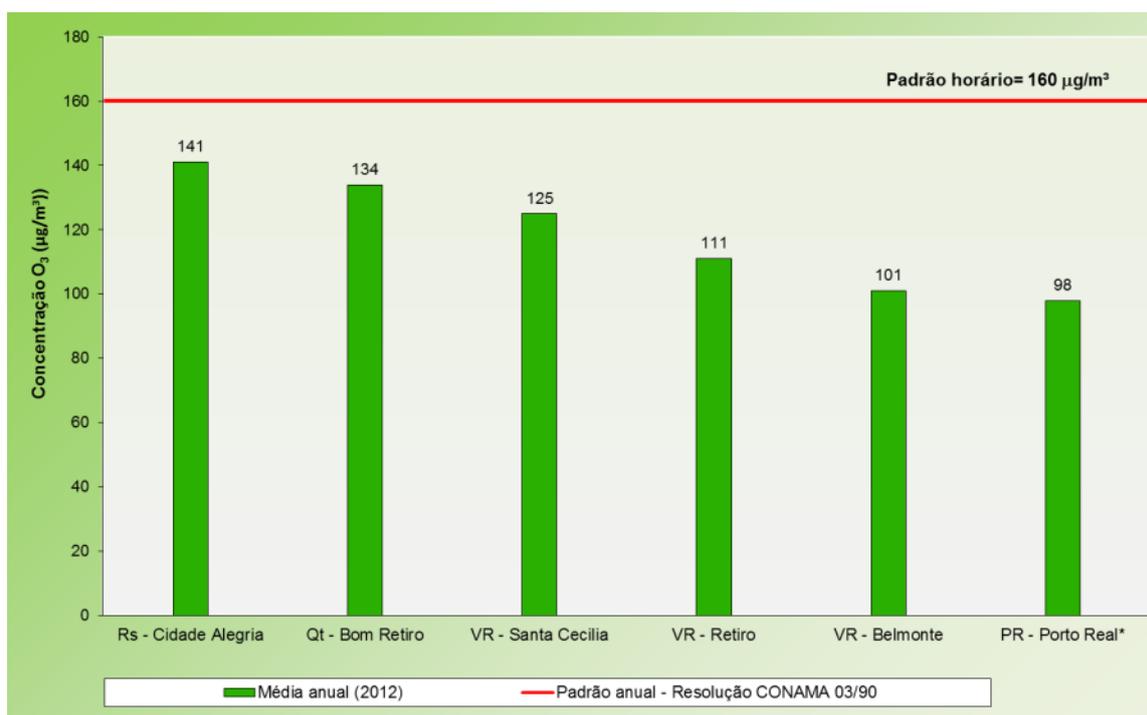
**Figura 59.** Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2013.

#### 4.2.2.6 Ozônio (O<sub>3</sub>)

##### 4.2.2.6.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de O<sub>3</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 60.

A máxima concentração registrada na rede ocorreu na estação localizada em Resende (Rs – Cidade Alegria) com 141 µg/m<sup>3</sup>. Não foram verificadas ultrapassagens ao padrão horário de concentração de ozônio para o período avaliado, nas estações da RMP.



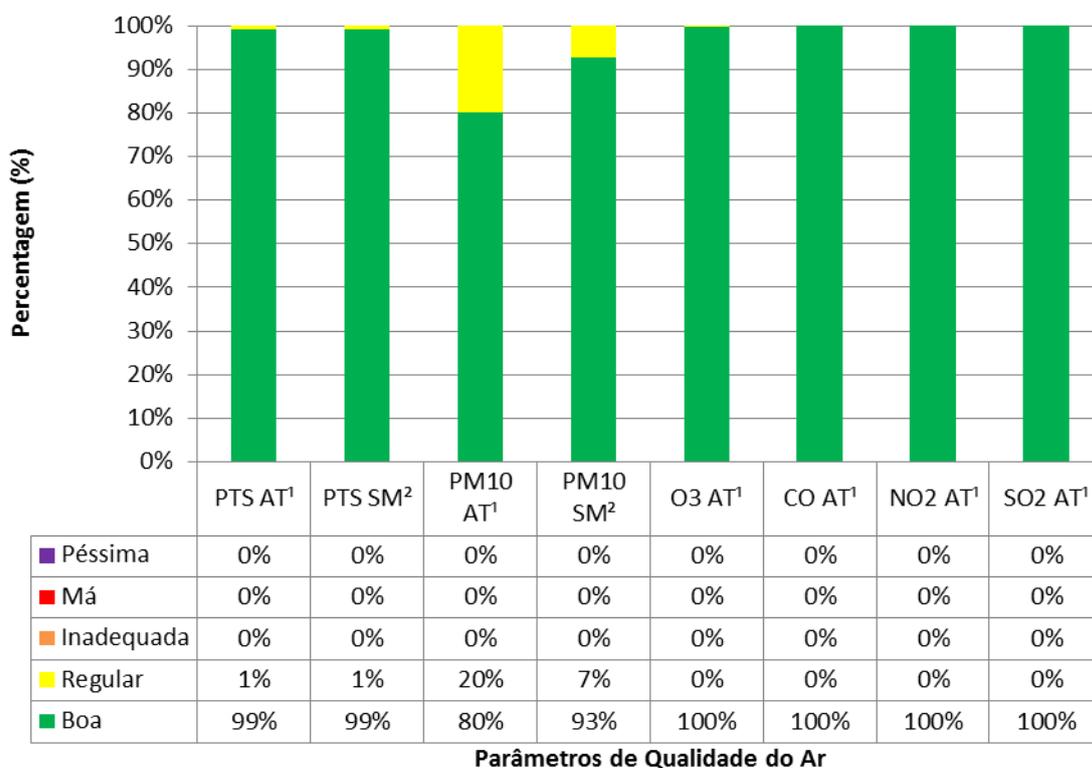
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 60.** Máximas concentrações horárias (curto período) de O<sub>3</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano 2013.

Devido às características de formação do O<sub>3</sub> (poluente secundário gerado através de reações fotoquímicas), as maiores concentrações não necessariamente se encontram próximas as maiores fontes emissoras de poluentes primários, gerando maiores dificuldades no controle deste poluente.

#### 4.2.3 Índice de Qualidade do Ar da Região do Médio Paraíba

A distribuição percentual do Índice de Qualidade do Ar da RMP, durante o ano de 2013 é apresentada na Figura 61. Nota-se que a RMP, esteve classificada como boa em 80% do ano de 2013, para todos os poluentes, sendo o SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e o CO os poluentes que obtiveram o maior percentual classificado nesta faixa. Pode se observar, também, que além da faixa considerada como boa, com exceção do SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e o CO, todos os poluentes monitorados também foram classificados na faixa regular, demonstrando que não houveram ultrapassagens do limite estabelecido na Resolução CONAMA Nº 03/90, conforme determina o Decreto Estadual Nº 44.072/13, como padrões de qualidade do ar.



<sup>1</sup>Estação Automática (AT)

<sup>2</sup>Estação Semiautomática (SM)

**Figura 61.** Distribuição percentual da Qualidade do Ar da RMP do Estado do Rio de Janeiro.

### 4.3 Região do Norte Fluminense

#### 4.3.1 Meteorologia

Na região do Norte Fluminense, as estações meteorológicas da rede INEA analisadas são Mc-Cabiunas, Mc-Meteorológica. Como ambas localizam-se no município de Macaé, a estação do INMET mais próxima está em Cabo Frio (Lat: 22,9761°S; Lon: 42,0213°W) e esta foi utilizada para avaliar a climatologia da região.

##### 4.3.1.1 Temperatura do Ar

As estações meteorológicas analisadas apresentaram temperaturas máximas extremas entre 33°C (junho) e 42°C (novembro). As médias mensais apresentaram valores mínimos e máximos de, respectivamente, 21°C (julho) e 28°C (fevereiro) na Mc- Meteorológica e 23°C (julho) e 29°C (fevereiro). A climatologia de Cabo Frio, representativa da região, apresenta médias mensais entre 21°C (agosto) e 25°C (março). Além disso, as temperaturas mínimas extremas variaram entre 11°C (agosto) e 22°C (fevereiro e março). A Figura 62 ilustra tais informações.

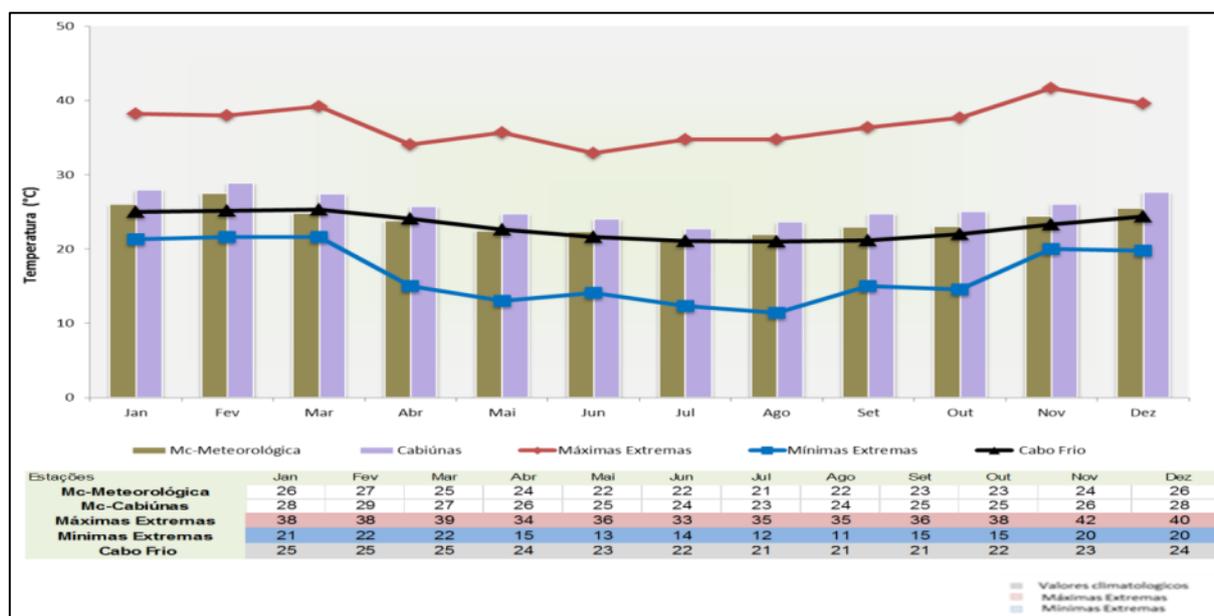
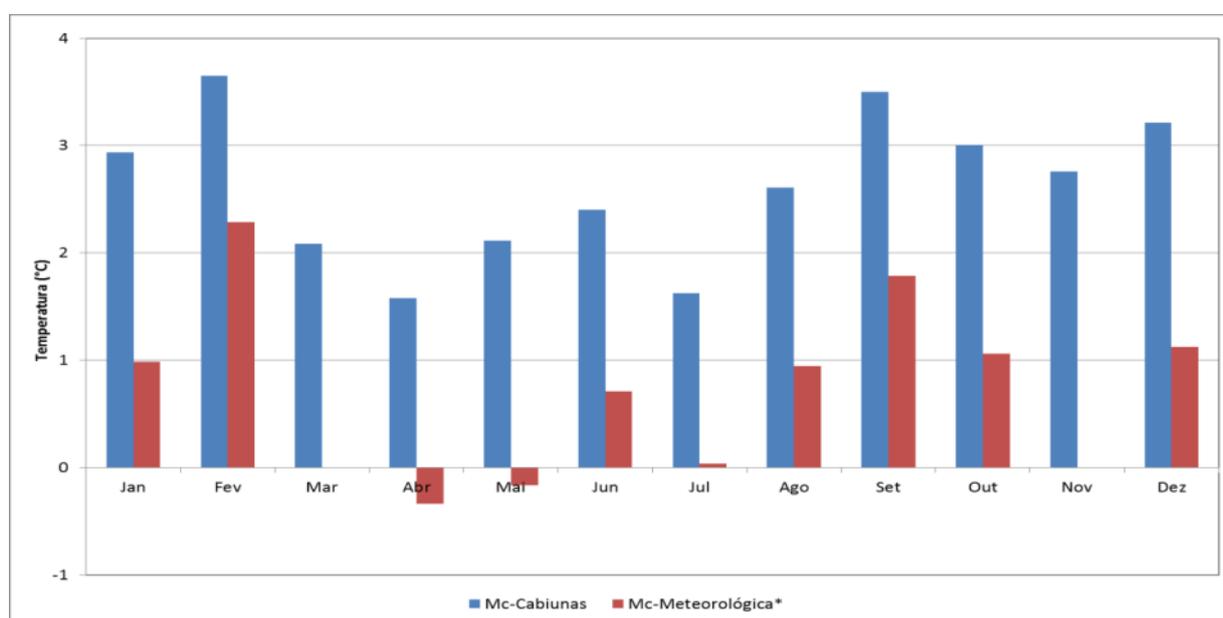


Figura 62. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região Norte Fluminense.

No gráfico de anomalias (Figura 63), as diferenças de temperatura média entre as estações da rede INEA e climatologia INMET foi positiva em praticamente todos os meses do ano. As exceções foram os meses de abril e maio na estação Mc- Meteorológica, com desvio de  $-0,3^{\circ}\text{C}$ . A máxima diferença positiva foi  $3,6^{\circ}\text{C}$ , na estação Mc-Cabiúnas (fevereiro), demonstrando um ano mais quente que a média da região.

A grande diferença entre os valores de desvio entre as estações meteorológicas tem como possível explicação o fato da estação Mc-Meteorológica se localizar em uma área descampada que dista pelo menos 10 km da cidade de Macaé. Enquanto isso, a MC-Cabiúnas está inserida na zona urbana do município.



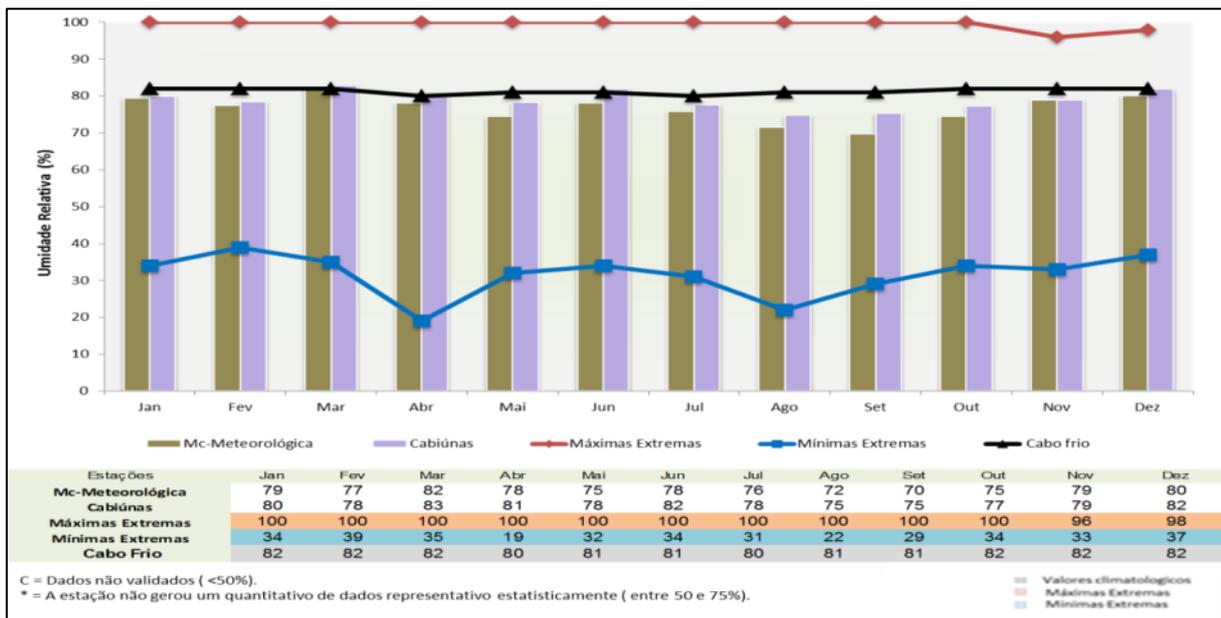
**Figura 63.** Anomalia de temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cabo Frio.

#### 4.3.1.2 Umidade Relativa

As estações da região apresentaram extremos máximos de umidade relativa igual a 100% em todos os meses, a exceção de janeiro, com 99% de umidade máxima.

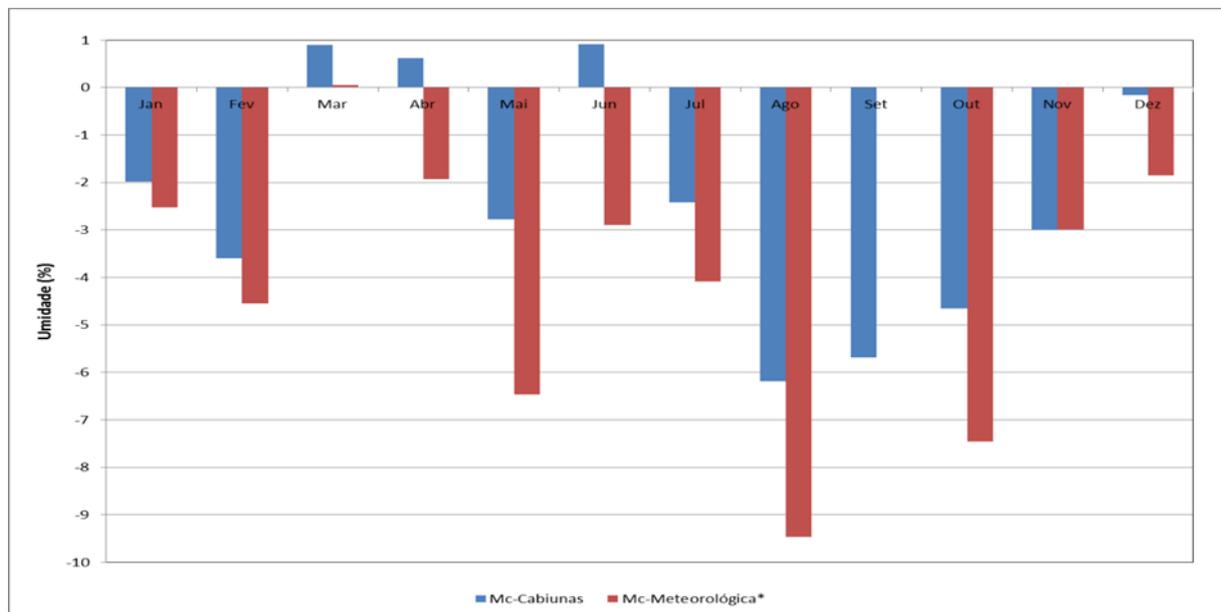
No tocante às médias mensais, a estação Mc-Meteorológica teve valores calculados entre 70% (setembro) e 82% (março), e a Mc-Cabiúnas, entre 75% (agosto e setembro) e 83% (março). Para esta variável, a climatologia aponta médias entre 80% (abril e julho) e 82% (outubro a março).

Acerca das mínimas extremas os mesmos estiveram entre 19% (abril) e 37% (dezembro). A Figura 64 demonstra o comportamento destas variáveis para as estações analisadas



**Figura 64.** Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Norte Fluminense.

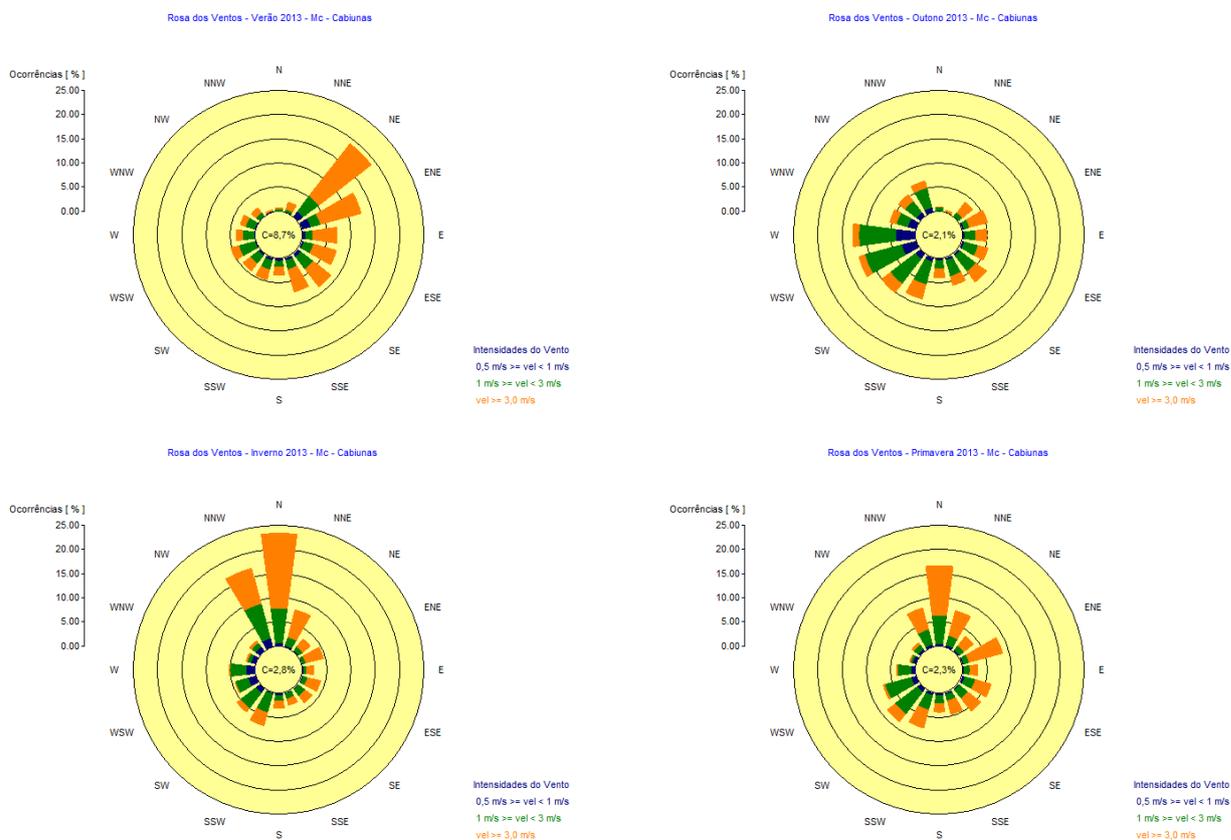
As diferenças entre a umidade relativa médias mensais das estações meteorológicas avaliadas e a estação INMET estão indicadas na Figura abaixo. A Mc-Cabiúnas apresentou desvios negativos (com máximo de 9,5°C em agosto) em 9 meses dos 12 meses do ano. A estação Mc-Meteorológica segue a mesma tendência, todavia, esta registrou apenas um mês de diferença positiva (0,1°C em março).



**Figura 65.** Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cabo Frio.

### 4.3.1.3 Direção e velocidade do vento – Rosa dos ventos.

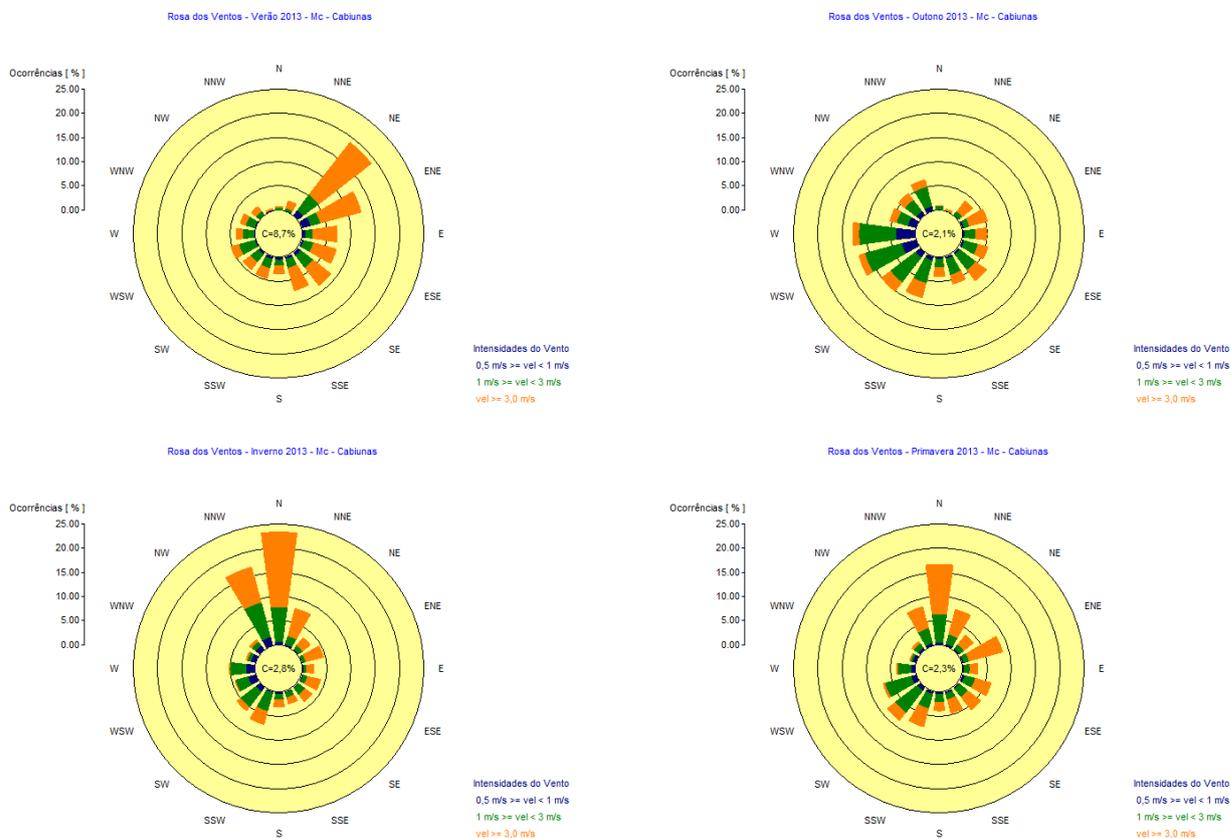
Os dados de direção e velocidade do vento da estação Mc-Cabiunas indicam que os ventos são de moderados a fortes, com razoável frequência valores acima de 3 m/s. Isso também se reflete na porcentagem de calmarias, que se apresentaram próximos a 2%, com exceção do outono, onde foram registradas calmarias em 8% dos dados. Nota-se que o quadrante NW-NE é predominante no que diz respeito à direção do vento. A Figura 66 mostra as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 66.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação MC-Cabiúnas.

Seguindo o comportamento da estação Mc-Meteorológica, os ventos se apresentam predominante do quadrante NW-NE, com ventos de moderado a forte e praticamente sem calmaria. A Figura 67 mostra as rosas dos ventos para a estação.

Em ambas as estações os padrões de circulação atmosférica observados são similares. Os ventos predominantes, em todas as estações do ano, sopram do quadrante N-NE, pois são condicionados pelos efeitos da brisa marítima, cujo sistema meteorológico determinante é a Alta Pressão do Atlântico Sul (APAS).



**Figura 67.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação MC-Meteorológica.

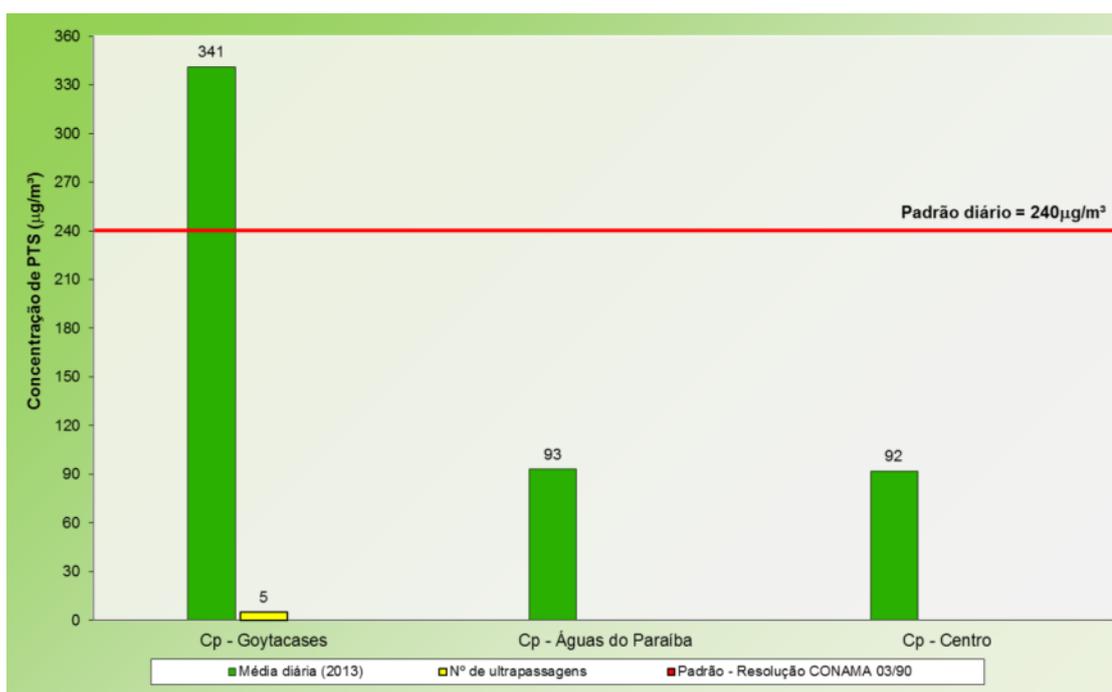
#### 4.3.2 Qualidade do Ar

##### 4.3.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

###### 4.3.2.1.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas nas Figuras 68 (rede semiautomática) e 69 (rede automática), onde é possível observar o número de ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto prazo.

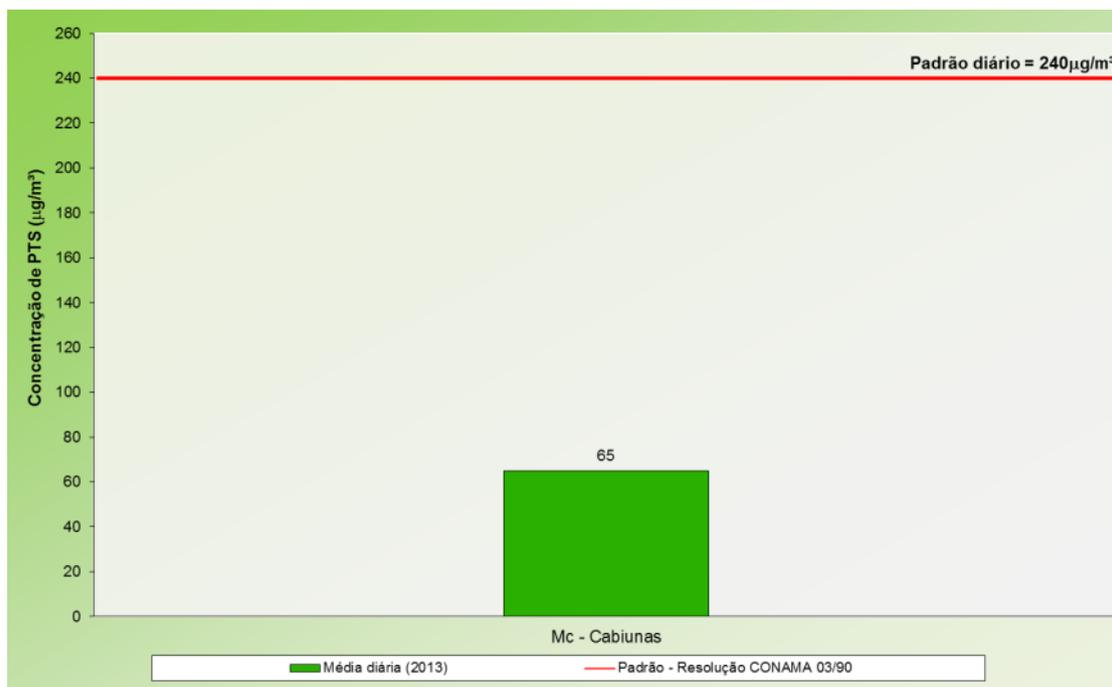
A máxima concentração média diária na rede semiautomática da RNF apontou o valor de 341  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para o ano de 2013, na estação localizada no município de Campos (Cp – Goytacazes), ultrapassando o padrão de qualidade do ar. Nota-se que esta estação apresentou cinco ultrapassagens ao valor do padrão de qualidade do ar, sendo acima do permitido pela legislação para o padrão diário de PTS (uma ao ano) Figura 68, caracterizando-as como violações. As elevadas concentrações medidas podem ser associadas à atividade sucroalcooleira, que é característica da região de Campos e tem característica sazonal. Ressalta-se que as violações ocorreram no inverno, época considerada como seca e desfavorável à dispersão de poluentes.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 68.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RNF, para o ano de 2013.

Observa-se que não foram registradas ultrapassagem ao padrão de qualidade do ar nas medições da rede automática da RNF (Figura 69), para o ano de 2013.



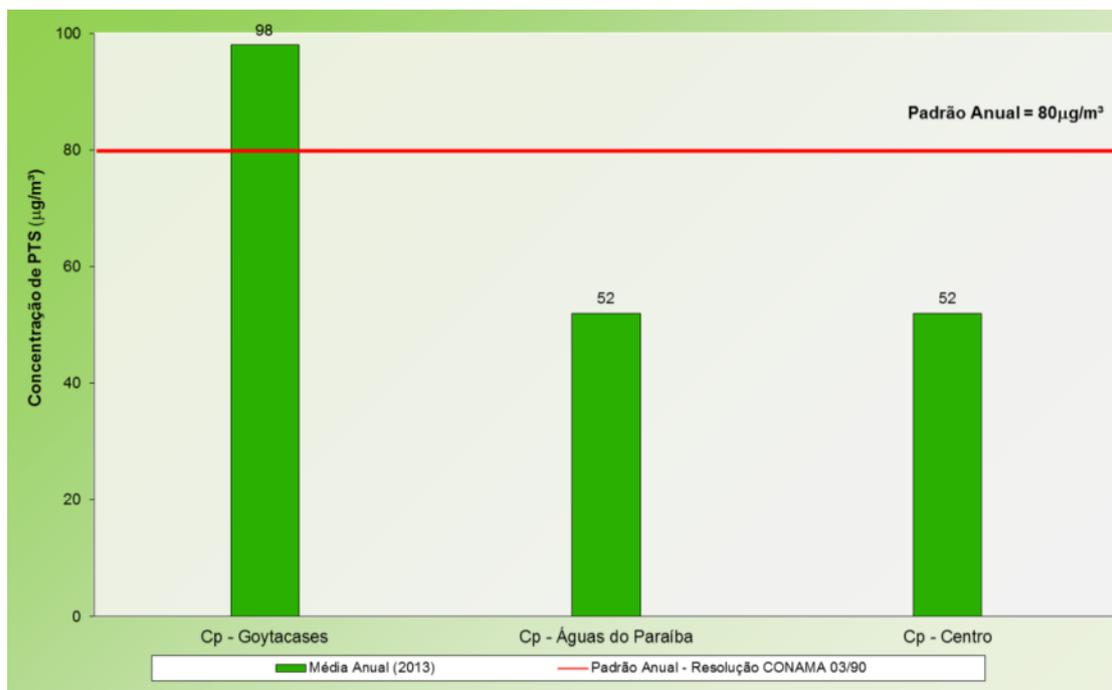
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 69.** Máxima concentração média diária (curto período) de PTS monitorada na estação automática na RNF, para o ano de 2013.

#### 4.3.2.1.2 Exposição de Longo Período

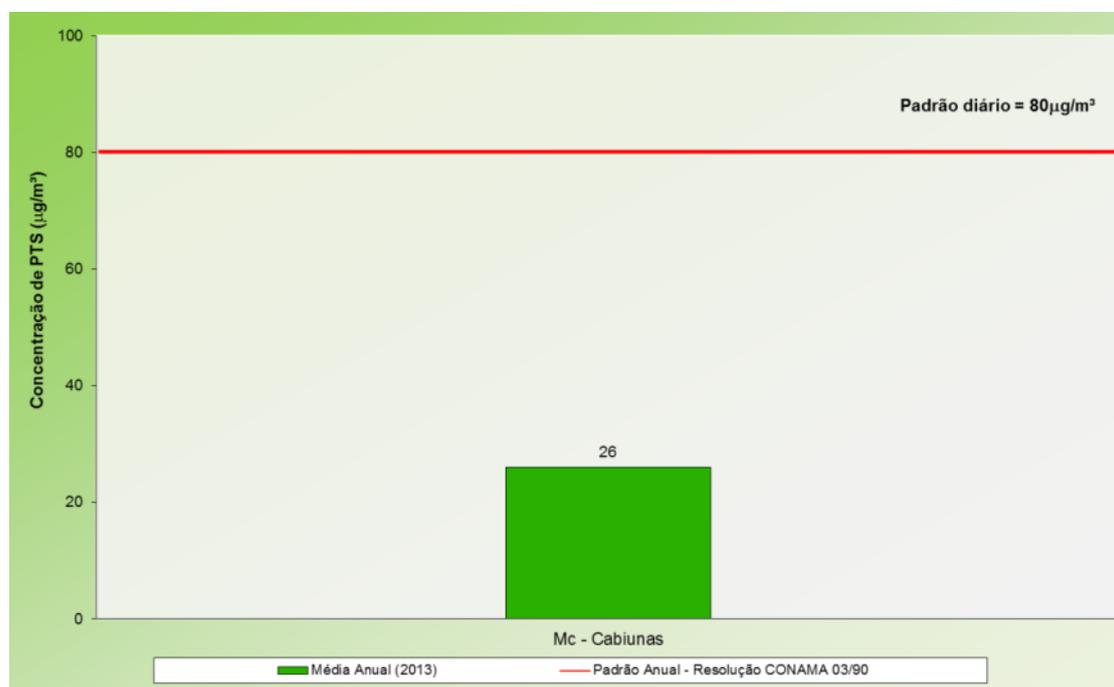
As comparações entre as concentrações médias anuais de PTS com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas nas Figuras 70 (rede semiautomática) e 71 (rede automática).

Na figura 70, observa-se que somente a estação localizada no município de Campos (Cp – Goytacazes), ultrapassou o padrão de qualidade do ar, provavelmente devido à proximidade da fonte emissora (atividade sucroalcooleira), que tem atuação principalmente sazonal devido à queima da palha da cana-de-açúcar como prática de pré-colheita. Esta violação está de acordo com as altas concentrações de curto período observadas na região, especialmente no período de inverno.



**Figura 70.** Concentração média anual (longo período) de PTS na estação semiautomática distribuída na RNF, para o ano de 2013.

Não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar nas medições da rede automática da RNF no ano de 2013 (Figura 71).



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

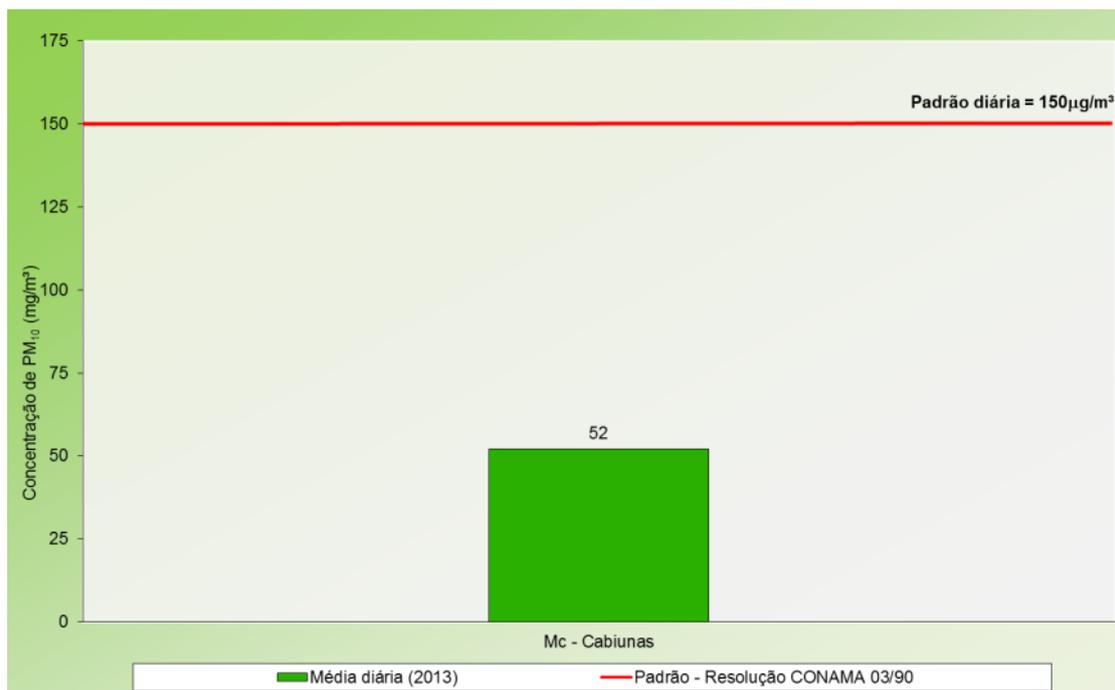
**Figura 71.** Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RNF no ano de 2013.

#### 4.3.2.2 Material Particulado (PM<sub>10</sub>)

##### 4.3.2.2.1 Exposição de Curto Período

A comparação entre as máximas concentrações médias diárias de PM<sub>10</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013, é apresentada na Figura 72 (rede automática).

Não foram registradas ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto período de exposição nas medições realizadas na estação automática da RNF para o ano em questão.



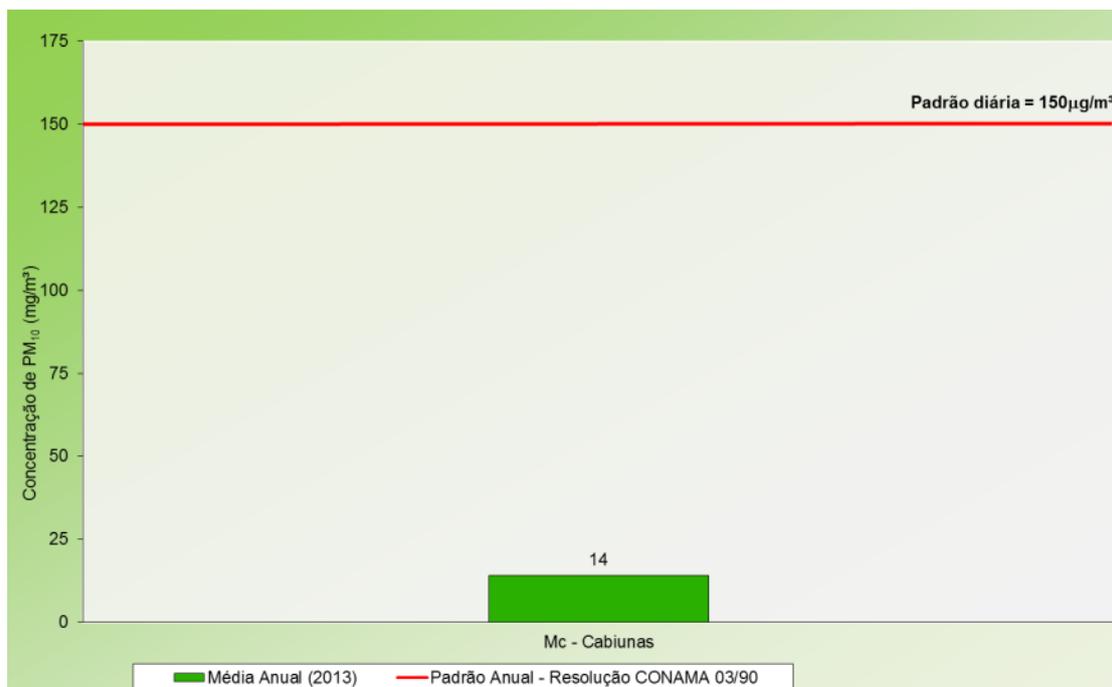
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 72.** Máxima concentração média diária (curto período) de PM<sub>10</sub> monitorada na estação automática na RNF para o ano de 2013.

##### 4.3.2.2.2 Exposição de Longo Período

A comparação entre a concentração média anual de PM<sub>10</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 é apresentada na Figura 73 (rede automática).

Assim como foi observado nos resultados de curto período, Figura 72, não foi registrada nenhuma violação ao padrão de qualidade do ar de concentração média anual (longo período) na estação.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

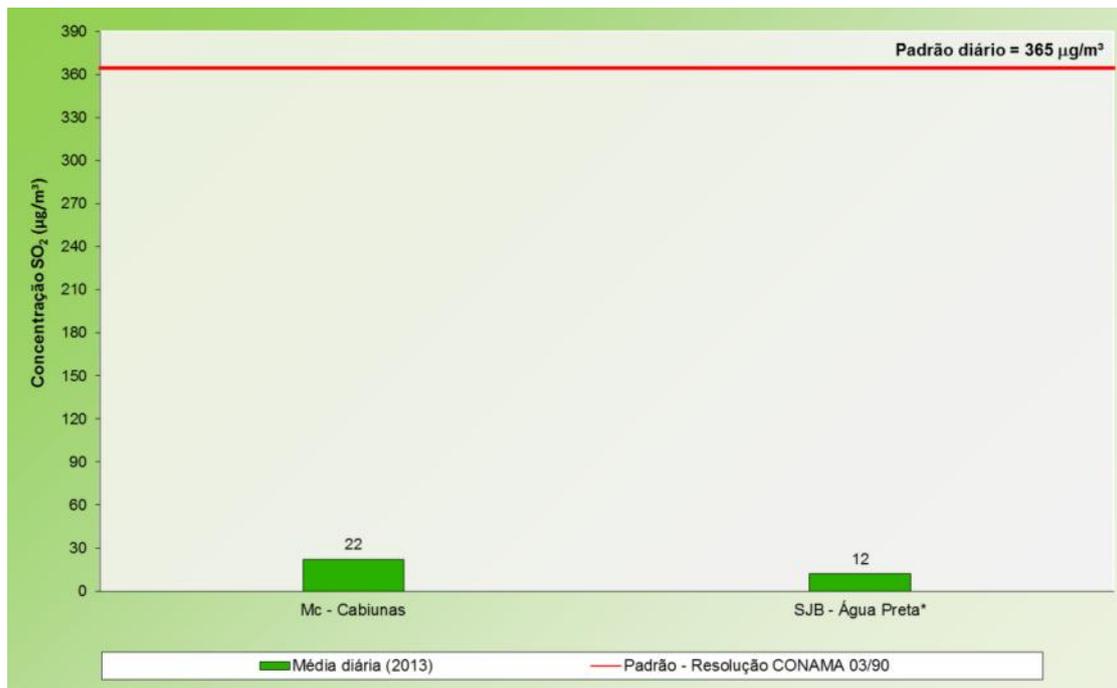
**Figura 73.** Concentração média anual (longo período) de PM<sub>10</sub> na estação automática distribuída na RNF para o ano de 2013.

#### 4.3.2.3 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

##### 4.3.2.3.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de SO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013, são apresentadas na Figura 74 (rede automática).

Não foram registradas ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto período de exposição nas medições realizadas nas estações Mc –Cabiunas e SJB – Água Preta.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 74.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO<sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2013.

#### 4.3.2.3.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de SO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013, são apresentadas na Figura 75 (rede automática).

Como esperado em função dos resultados obtidos nas concentrações de curto período, Figura 74, não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar anual nas medições da rede automática da RNF no ano em questão.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

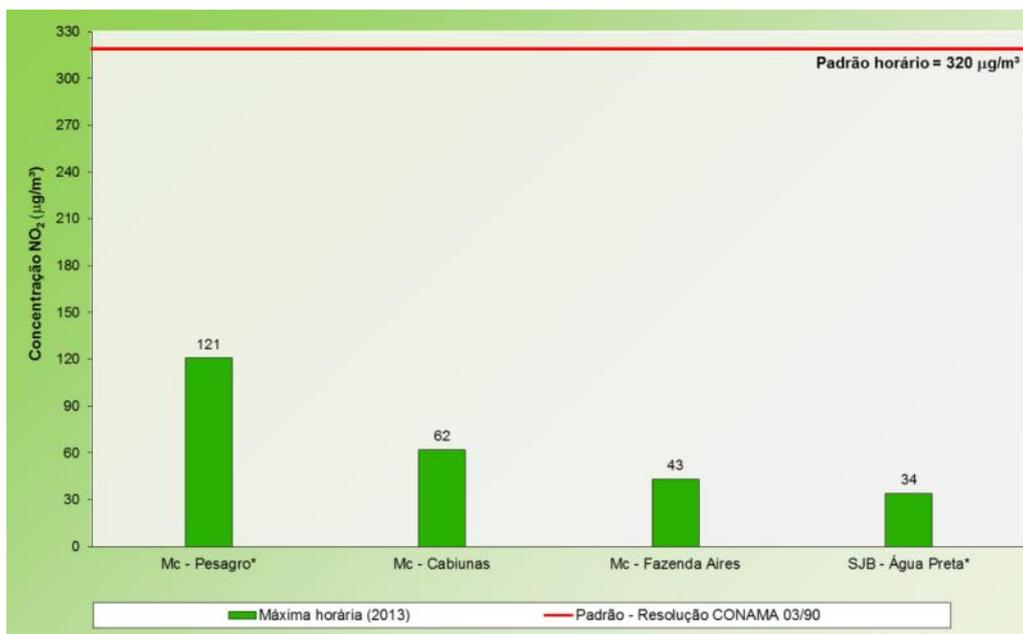
**Figura 75.** Concentrações médias anuais (longo período) de SO<sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2013.

#### 4.3.2.4 Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

##### 4.3.2.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de NO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 76 (rede automática).

Em nenhuma das estações de monitoramento as concentrações de NO<sub>2</sub> medidas ultrapassaram o padrão de qualidade do ar, para o ano em questão.



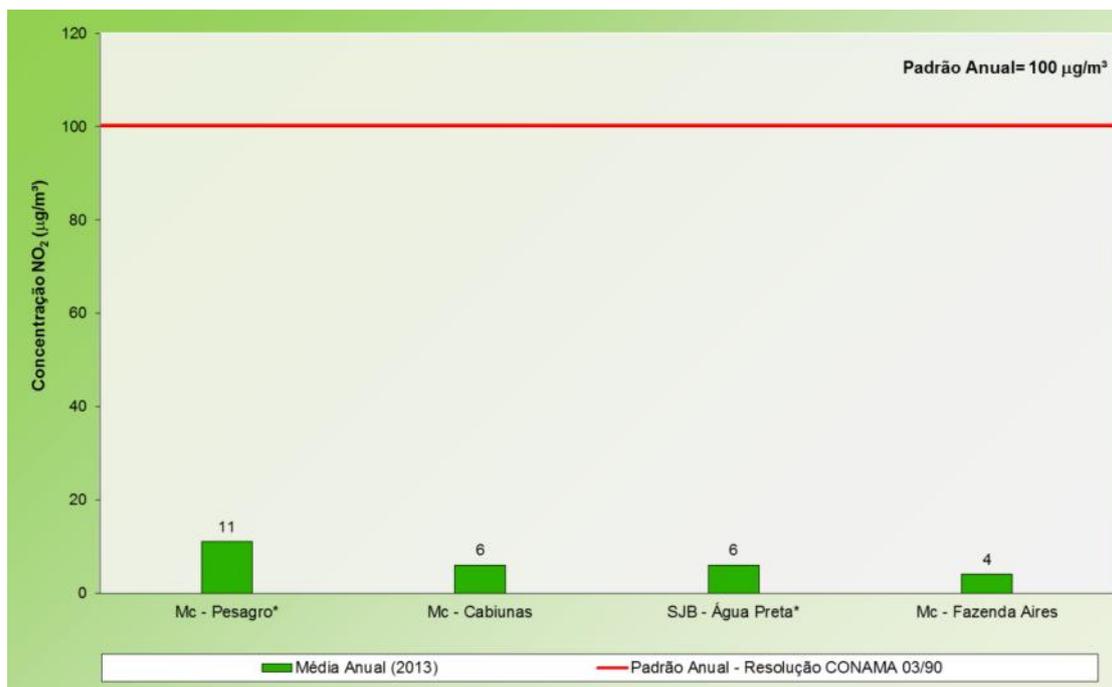
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 76.** Máximas concentrações horárias (curto período) de NO<sub>2</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013.

#### 4.3.2.4.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 77 (rede automática).

De acordo com os resultados obtidos, todas as regiões monitoradas encontram-se em conformidade com o valor considerado como padrão de qualidade do ar, para o ano em questão.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

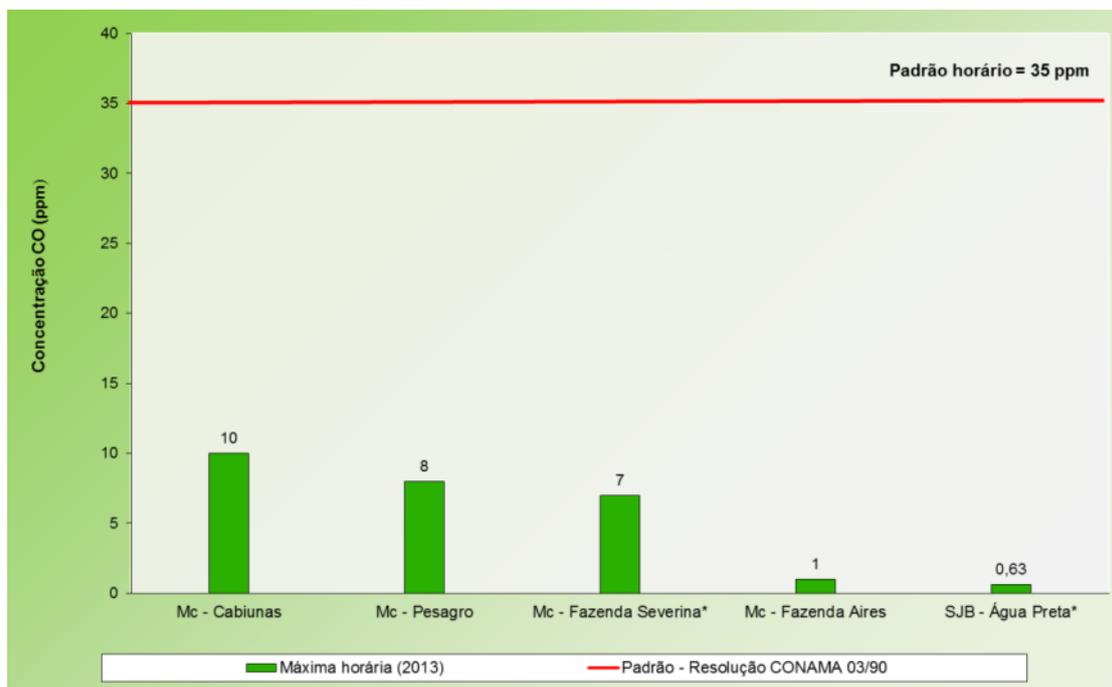
**Figura 77.** Concentrações médias anuais (longo período) de NO<sub>2</sub> nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013.

#### 4.3.2.5 Monóxido de Carbono (CO)

##### 4.3.2.5.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de CO com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas nas Figuras 78 (máxima horária) e 79 (média de oito horas).

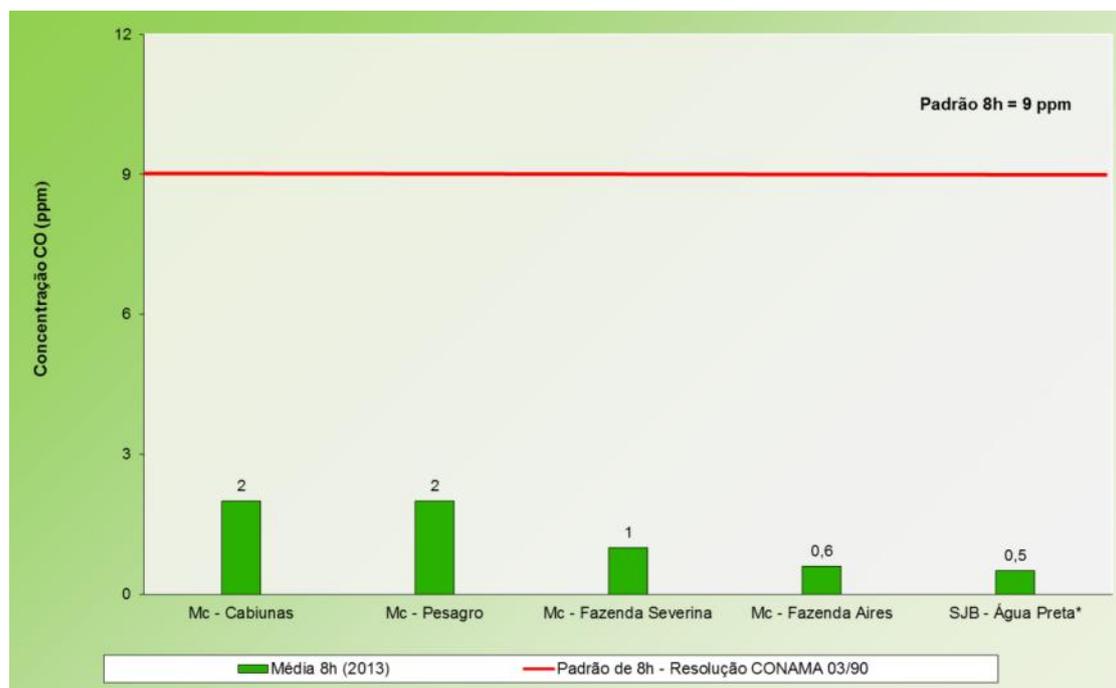
Em nenhum dos resultados obtidos nas estações de monitoramento automático da qualidade do ar em operação na RNF ocorreu ultrapassagem do padrão de qualidade do ar.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 78.** Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013.

Nos resultados da comparação de monitoramento de CO para concentração média de 8 horas, é possível verificar que nenhuma das estações da rede de monitoramento automático da qualidade do ar, em operação na RNF, registrou ultrapassagem do padrão de qualidade do ar durante o ano de 2013 (Figura 79).



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

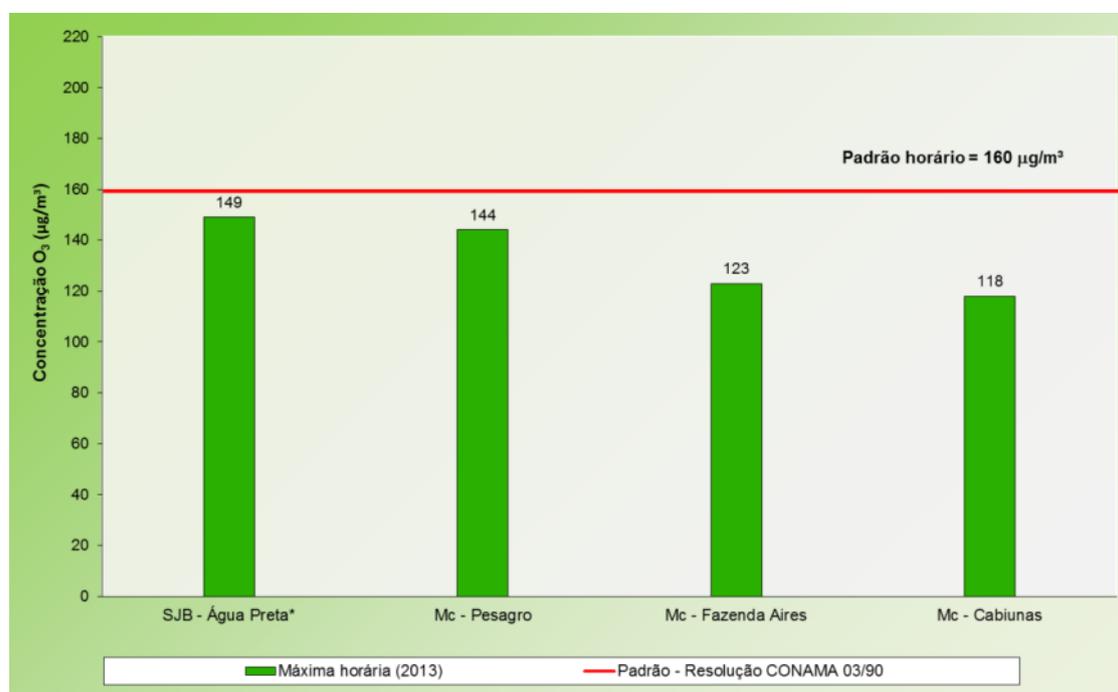
**Figura 79.** Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013.

#### 4.3.2.6 Ozônio (O<sub>3</sub>)

##### 4.3.2.6.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de O<sub>3</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 80 (rede automática).

As concentrações monitoradas não demonstraram ocorrências de ultrapassagens ao padrão horário de concentração de ozônio para o ano de 2013. Todavia, em todas as estações monitoradas, observam-se a ocorrência de máximas concentrações próximas do valor definido pela legislação, demonstrando a necessidade de controle dos seus poluentes precursores (NO<sub>x</sub> e COV), de forma a evitar a deterioração da qualidade do ar local.



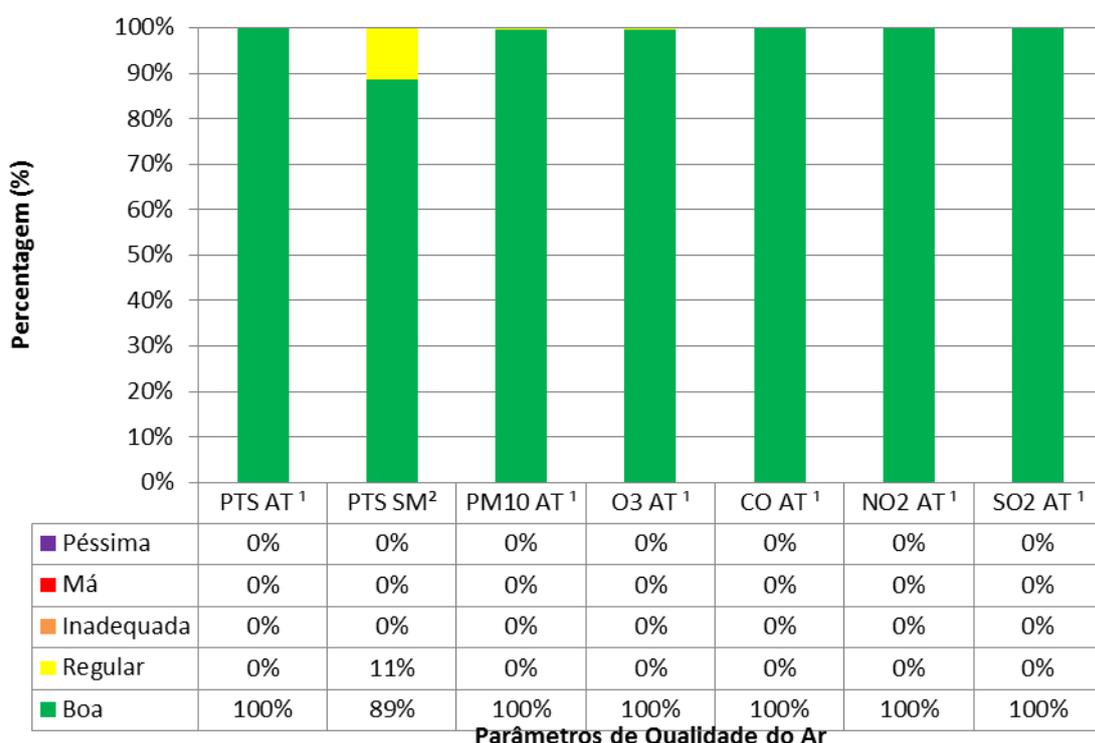
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 80.** Máximas concentrações horárias (curto período) de O<sub>3</sub> monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2013.

#### 4.3.3 Índice da qualidade do Ar da Região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro

A distribuição percentual do Índice de Qualidade do Ar da RNF, calculada durante o ano de 2013 é apresentada na Figura 81. Nota-se que os poluentes PTS (automática), CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e PM<sub>10</sub> estão em 100% na faixa considerada como boa. O PTS (semiautomático) foi o único poluente a apresentar percentual (11%) na faixa considerada como regular isto indica que não houve violações ao padrão vigente de qualidade do ar. Observa-se, também, que o poluente PTS

(automática) está entre os poluentes que permaneceram em 100% do tempo na faixa considerada como boa, ao passo que o monitoramento da estação semiautomática de PTS foi o que mais tempo permaneceu na faixa regular. Esta divergência ocorre pela localização de cada estação. A estação semiautomática Cp – Goytacazes está instalada próxima a Av. Dep. Alair Ferreira, a qual recebe influência do elevado fluxo de veículos, ocasionando além da emissão, a ressuspensão deste poluente.



<sup>1</sup>Estação Automática (AT)

<sup>2</sup>Estação Semiautomática (SM)

**Figura 81.** Distribuição percentual de Qualidade do Ar da RNF do Estado do Rio de Janeiro.

## 4.4 Região Serrana

### 4.4.1 Meteorologia

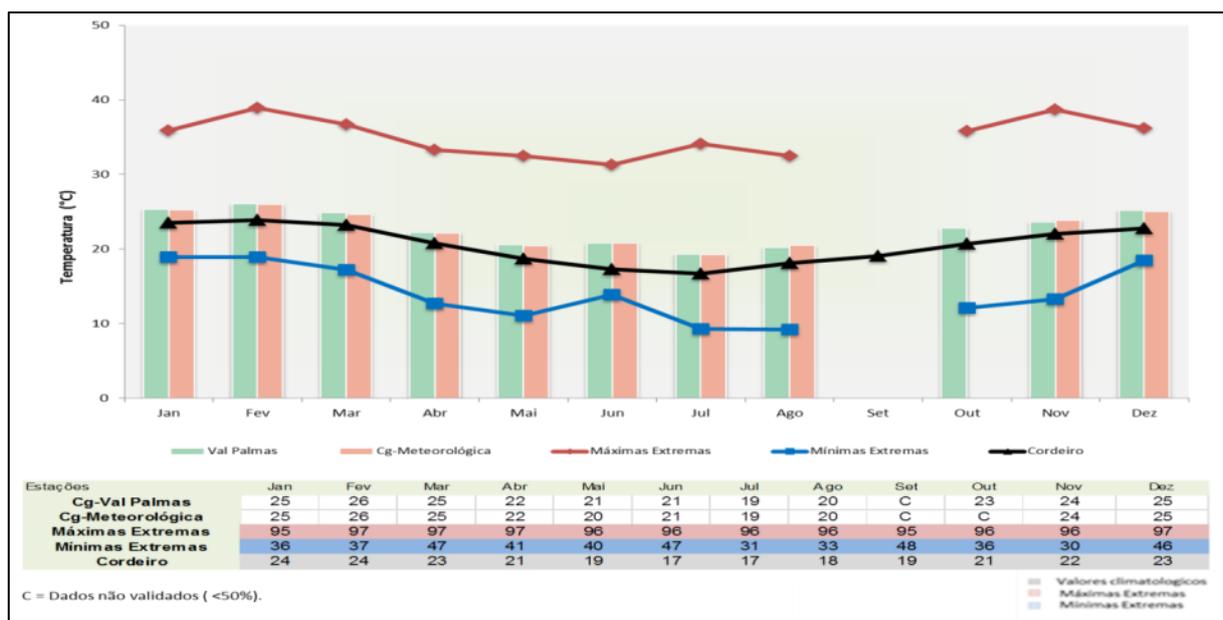
Na região Serrana, as estações da rede INEA analisadas estão localizadas no município de Cantagalo. Tais estações, Cg-Meteorológica e Cg-Val Palmas, terão as variáveis temperatura e umidade relativa comparadas com a estação do INMET de Cordeiro (Lat: 22,0222°S; Lon: 42,3644°W).

#### 4.4.1.1 Temperatura do Ar

As temperaturas máximas mensais da Cg-Meteorológica apresentaram valores entre 39°C (fevereiro) e 31°C (junho), enquanto a Cg-Val Palmas registrou temperaturas entre 37°C (março) e 31°C (junho) (Figura 82).

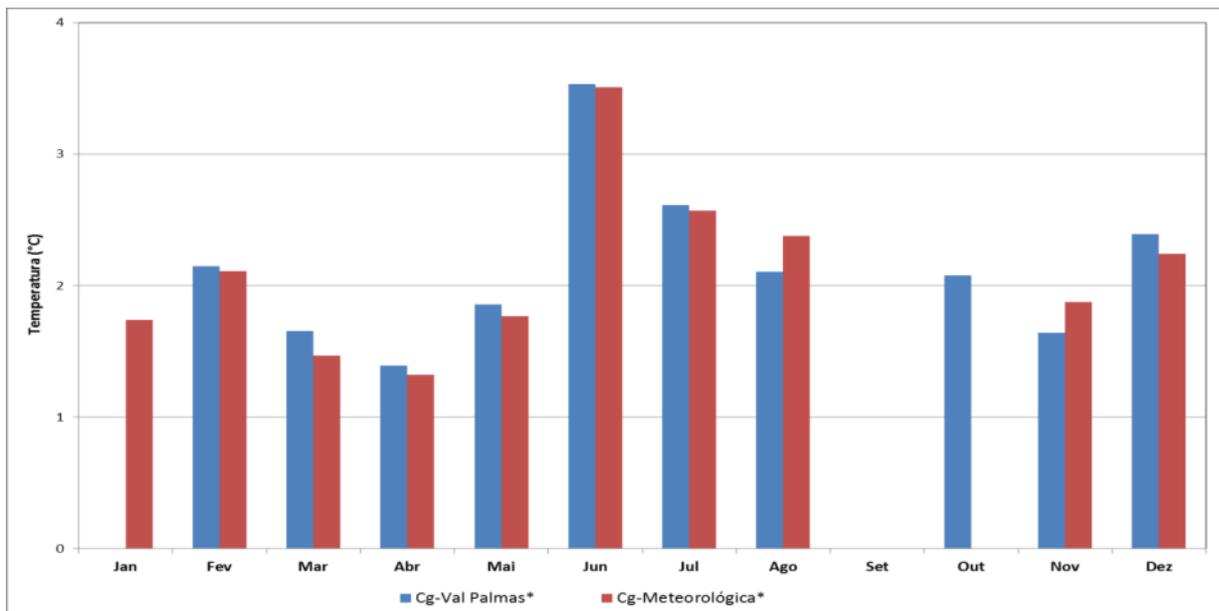
Para as temperaturas médias mensais, ambas as estações do INEA tiveram seus valores entre 19°C (junho) e 26°C (fevereiro). A climatologia de Cordeiro registra médias mensais de temperatura entre 17°C (julho) e 24°C (fevereiro).

Em relação às temperaturas mínimas, a Cg-Meteorológica observou valores entre 10°C (julho) e 19°C (janeiro e fevereiro), já a estação Cg-Val Palmas registrou valores entre 9°C (julho) e 21°C (janeiro). A Figura 82 demonstra o comportamento desta variável para as estações analisadas.



**Figura 82.** Médias mensais da temperatura do ar e ocorrências extremas nas estações analisadas na Região Serrana.

As diferenças entre os valores de temperatura média mensal entre as estações da rede INEA e a estação INMET – Climatologia foram positivas em todos aos meses do ano (Figura 83), demonstrando um ano mais quente que a média histórica. Destaque para o mês de junho, onde a anomalia chegou a +3,5°C.



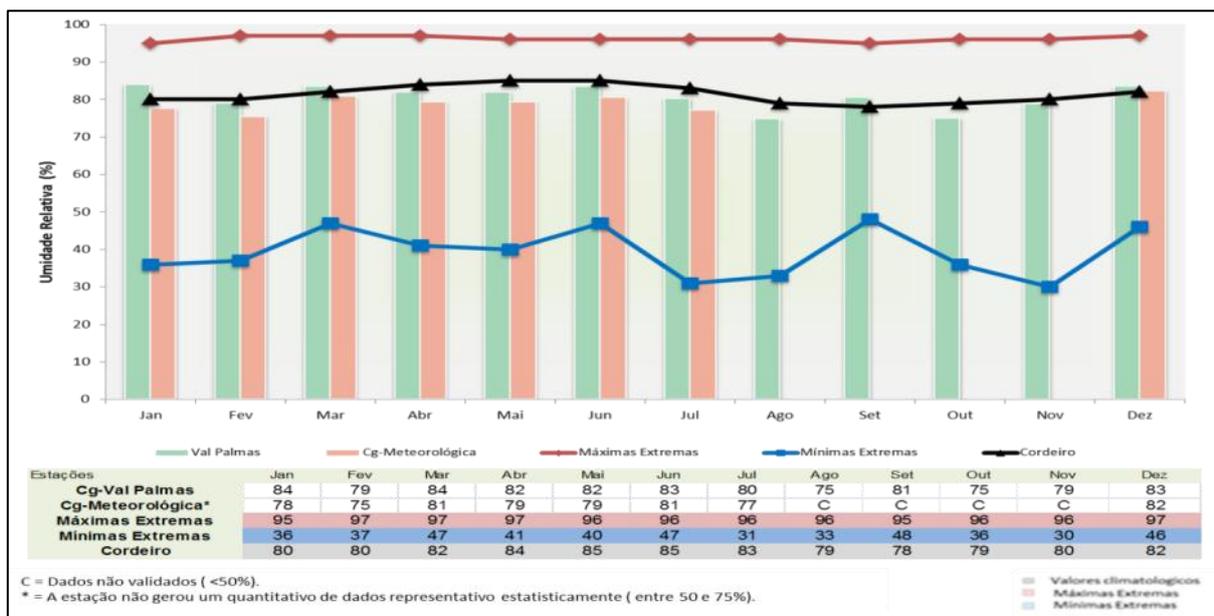
**Figura 83.** Anomalia de Temperatura (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cordeiro.

#### 4.4.1.2 Umidade Relativa

Ambas as estações apresentaram máximas mensais de umidade relativa entre 93% e 97%, sendo as máximas da Cg-Val Palmas ligeiramente superiores às máximas da Cg-Meteorológica (Figura 84).

As médias mensais de umidade relativa das estações de Cantagalo são próximas. Os valores calculados estão entre 75%, em agosto e outubro na estação Val Palmas e fevereiro na estação meteorológica, e; 84% nos meses de janeiro e março na Val Palmas. Estes valores são próximos a climatologia de Cordeiro, que apontam médias mensais de umidade entre 79% (agosto e outubro) e 85% (maio e junho).

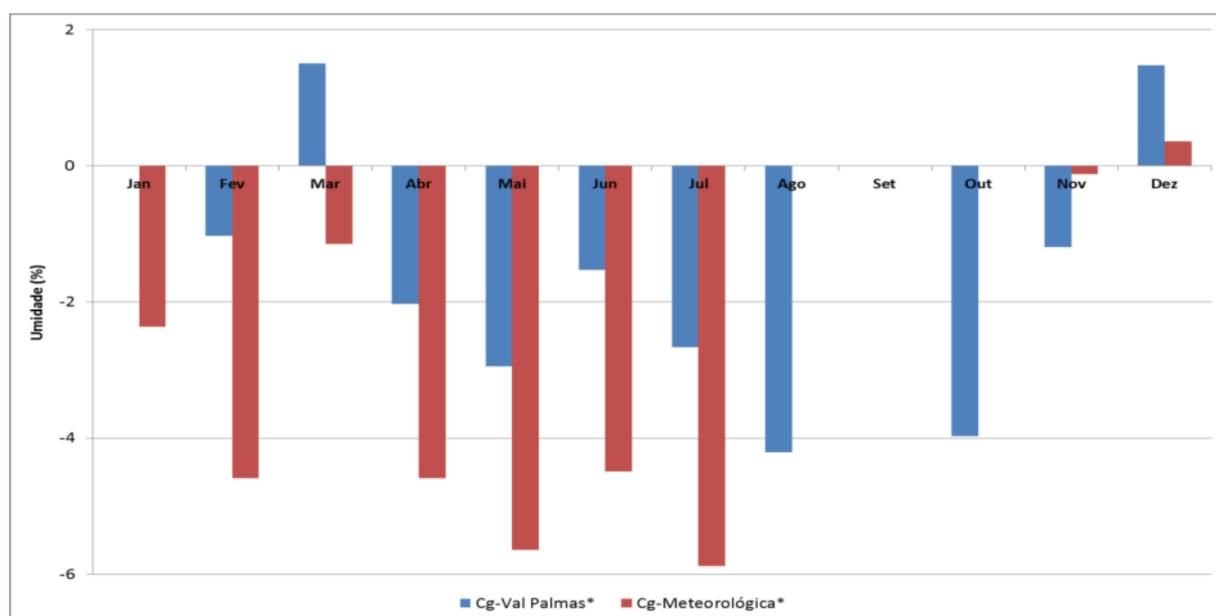
No tocante às mínimas mensais, a Cg-Meteorológica tem os valores menores, oscilando entre 36% (janeiro) e 47% (março e junho). Já a Cg-Val Palmas registrou valores entre 30% (novembro) e 63% (janeiro). A Figura 84 demonstra o comportamento destas variáveis para as estações analisadas.



**Figura 84.** Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Serrana.

A Figura 85 indica que as diferenças entre os valores climatológicos e os registrados pelas estações da rede INEA. Observa-se valores positivo no mês de dezembro (ambas as estações) e no mês de março (Cg-Val Palmas). O maior valor positivo foi 1,5°C na estação Cg-Val Palmas nos meses de março e dezembro.

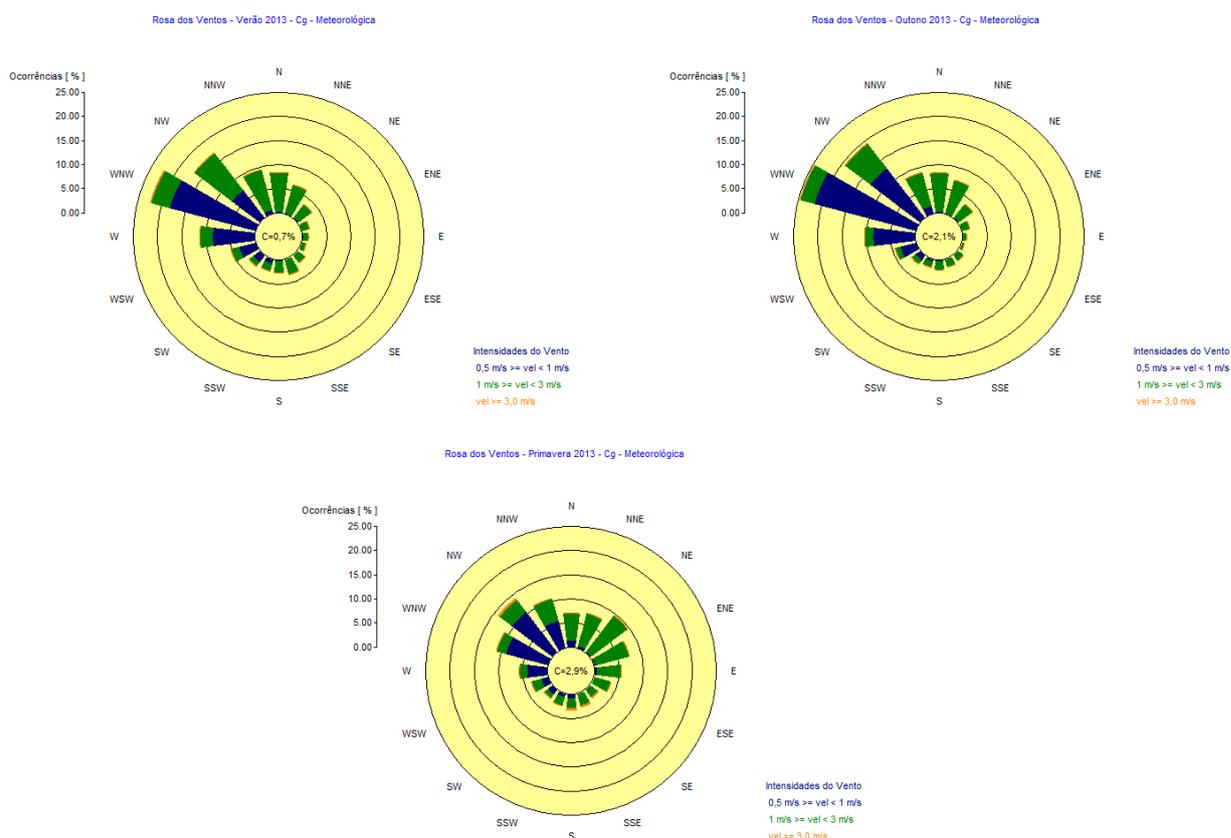
Nos demais meses do ano, a diferença (anomalia) foi negativa, sendo a Cg-Meteorológica a estação com os maiores valores negativos (ano mais seco que a média histórica). Em julho ocorreu o pico negativo, com -5,9°C.



**Figura 85.** Anomalia de Umidade Relativa (diferença entre os valores médios mensais registrados nas estações e a média climatológica) das estações analisadas, em relação à estação Cordeiro.

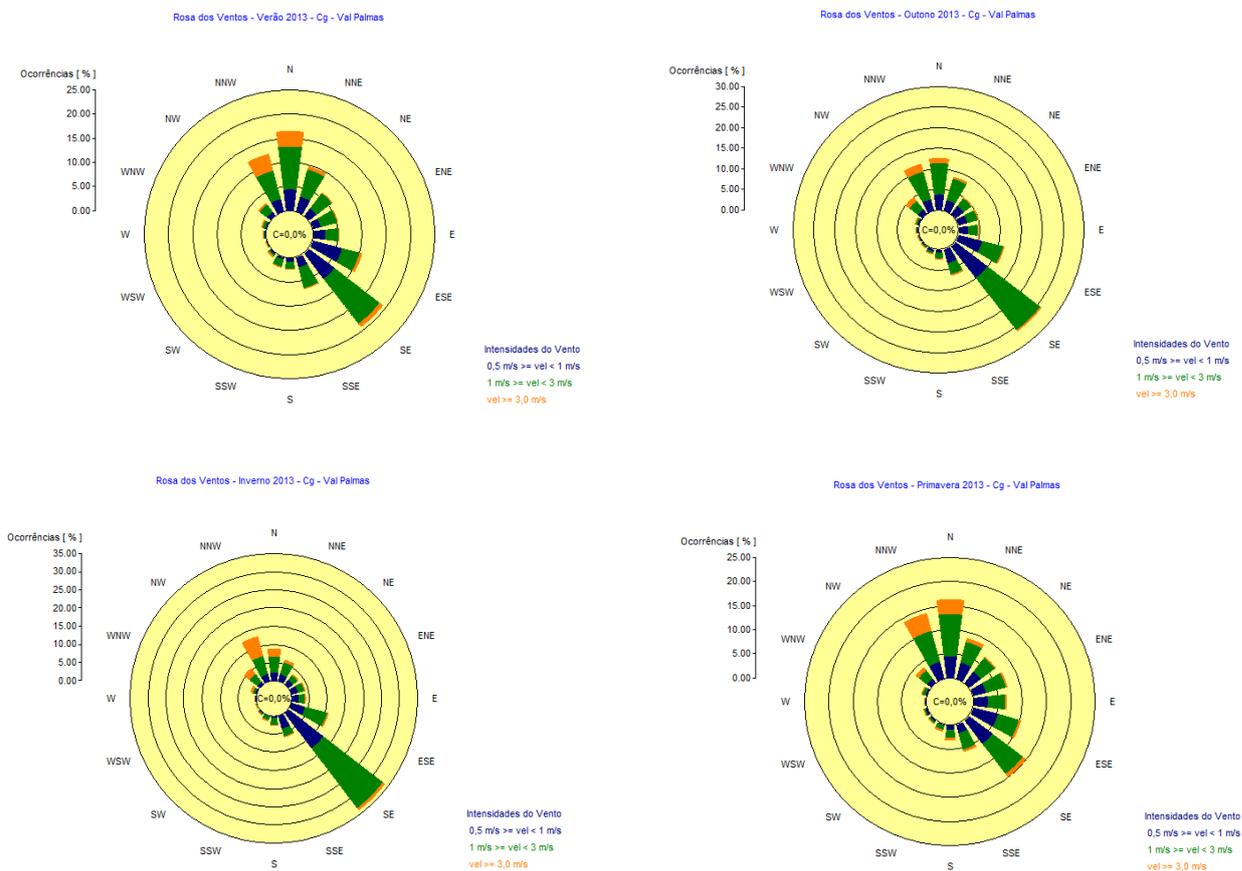
#### 4.4.1.3 Direção e velocidade do vento – Rosa dos ventos.

Os dados de direção do vento da estação Cg-Meteorológica demonstraram que a região está sujeita ao efeito de tunelamento do vento, já que o quadrante N-W representa boa parte da amostra. A intensidade dos ventos foi de fraca a moderada, porém, constantes. Isso se reflete na porcentagem de calmarias, que não excede 3% das ocorrências. Durante o mês de inverno não houve dados suficiente para montagem da rosa dos ventos. A Figura 86 apresenta as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 86.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg-Meteorológica.

A estação Cg-Val Palmas, a exemplo da meteorológica apresentou reduzida quantidade de calmaria. Todavia, os ventos registrados nessa última foram mais intensos. Houve duas direções predominantes nesta estação: a predominante do quadrante S-E e a outra do quadrante NW-NE. A Figura 87 apresenta as rosas dos ventos para a estação.



**Figura 87.** Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg-Val Palmas.

Apesar das direções predominantes dos ventos apresentarem comportamentos diferentes em ambas às estações, as rosas dos ventos indicam que a circulação principal da região ocorre devido ao confinamento que o vale onde as mesmas se localizam impõe aos ventos. A predominância de SE na estação Cg-Val Palmas e de NW na estação Cg-Meteorológica demonstra indiretamente que a atmosfera escoia predominantemente do oceano para o continente. A distribuição das velocidades dos ventos corrobora com tal constatação, pois, a Cg-Meteorológica que se encontra mais distante do oceano e em relação à Cg-Val Palmas tem velocidades mais baixas.

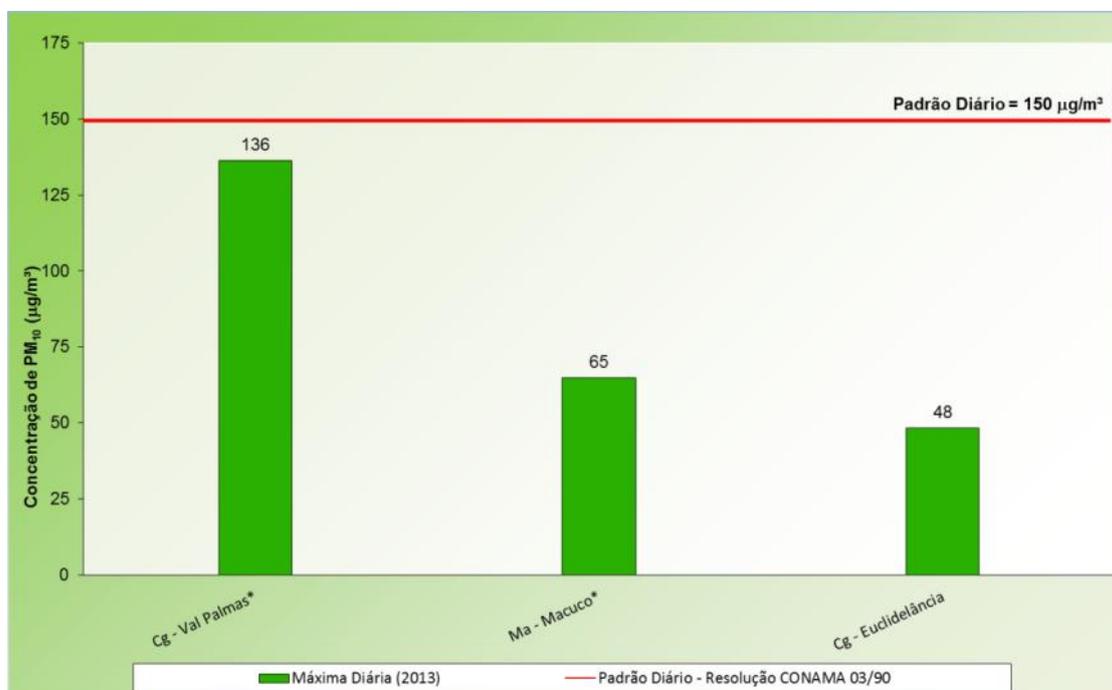
#### 4.4.2 Qualidade do Ar

##### 4.4.2.1 Material Particulado (PM<sub>10</sub>)

###### 4.4.2.1.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de PM<sub>10</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013, são apresentadas na Figura 88 (rede automática).

Não foram registradas ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de concentração diária nas medições da rede automática da RS para o período avaliado.



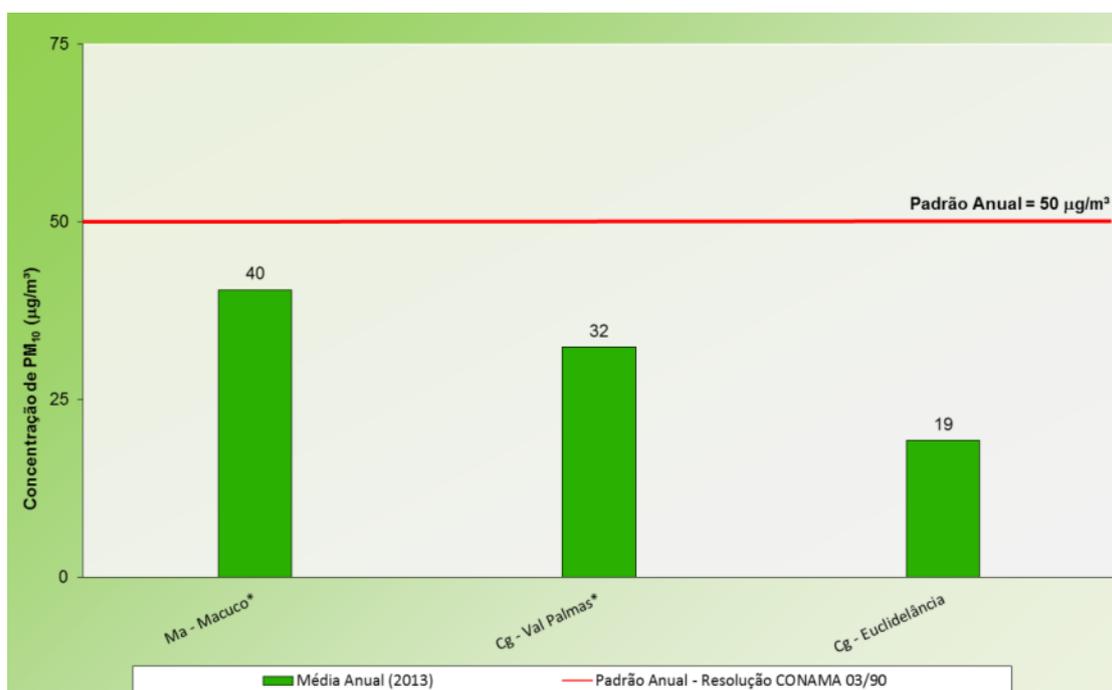
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 88.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM<sub>10</sub> monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2013.

###### 4.4.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de PM<sub>10</sub> com o padrão estabelecido pela legislação, para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 89 (rede automática).

Como para os resultados de curto período, não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar anual (longo período) nas medições da rede automática da RS.



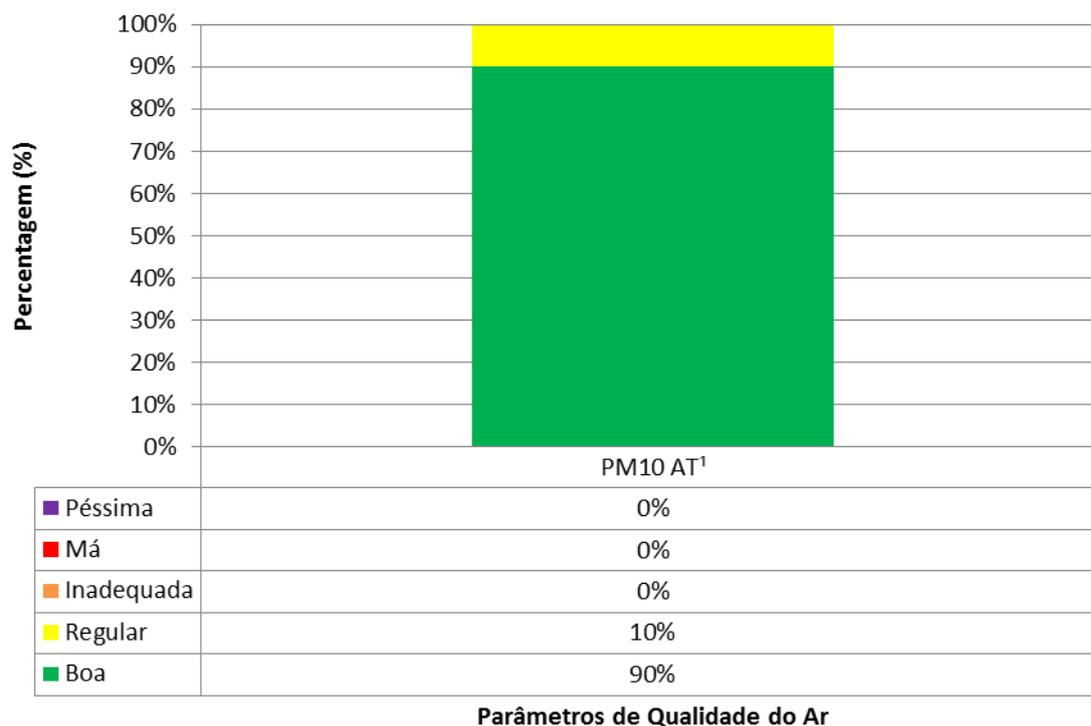
\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 89.** Concentrações médias anuais (longo período) de PM<sub>10</sub> monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2013.

#### 4.4.3 Índice da qualidade do Ar da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro

A distribuição percentual do Índice de Qualidade do Ar da RS, calculada para o ano 2013 é apresentada na Figura 90.

Nota-se que o PM<sub>10</sub> é o único poluente monitorado nesta região, e este teve o maior percentual (90%) na faixa considerada como boa, estando o restante do tempo, a classificação de regular (10%). Esta distribuição já era esperada diante dos resultados do monitoramento das 3 estações automáticas da qualidade do ar, os quais demonstraram baixos valores de concentração de PM<sub>10</sub>, quando comparados com o padrão de curto e longo período, determinados pelo Decreto Estadual N. 44.072/13.



<sup>1</sup>Estação Automática (AT)

**Figura 90.** Distribuição percentual de Qualidade do Ar da RS do Estado do Rio de Janeiro.

#### 4.5 Poluentes não legislados monitorados no Estado do Rio de Janeiro

Para a gestão da qualidade do ar, monitoramento, avaliações e medidas de controle das emissões são utilizados como referência, tradicionalmente, os compostos (poluentes) legislados: PTS, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub>. Entretanto, alguns compostos específicos têm um potencial tóxico significativo e/ou são reconhecidamente impactantes à saúde da população e/ou contribuem na formação dos próprios poluentes legislados, como é o caso dos hidrocarbonetos metanos e não metanos e partículas finas (PM<sub>2,5</sub>). O impacto destes poluentes na qualidade do ar de grandes cidades é, portanto significativo, especialmente daqueles que resultam na formação de ozônio, que conforme pode ser observado na seção anterior, encontra-se com concentrações elevadas na maioria das estações de monitoramento do Estado. Dessa forma, o acompanhamento das concentrações de outros parâmetros, tais como hidrocarbonetos e partículas finas, são de extrema importância para inclusive, possibilitarem a definição de propostas de regulamentação através de Padrões de Qualidade do Ar.

Além disso, o conhecimento das características de formação desses poluentes, bem como locais preferenciais de ocorrência de episódios de altas concentrações, podem determinar ações específicas e de maior eficácia para a mitigação do problema. Assim, o monitoramento desses poluentes tornou-se parte do plano de monitoramento desta gerência de qualidade do ar, a partir do ano de 2001 para hidrocarbonetos metanos e não metanos, ano de 2010 para o  $PM_{2,5}$  e 2011 para o Benzeno.

Assim, os dados amostrados de hidrocarbonetos metano e não metano, Benzeno e  $PM_{2,5}$  no ano de 2013 serão apresentados abaixo. Para o  $PM_{2,5}$ , uma vez que não há padrão estabelecido na legislação nacional vigente, os valores obtidos no monitoramento foram comparados aos recomendados pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) apenas para fins comparativos. Nos gráficos são apresentados e avaliados os dados das estações que atenderam ao critério de 75% de dados válidos, sendo que em algumas situações são apresentados também os dados das estações que atenderam a uma representatividade de 50% da série de dados com a finalidade única de ilustrar um maior número de dados de estações das redes, porém não os considerando na avaliação.

#### 4.5.1 Hidrocarbonetos Não-Metanos

Os hidrocarbonetos não-metanos (HCNM) são formados em processos de combustão (queima incompleta), destacando-se as fontes móveis. Caminhões e ônibus urbanos, apesar da pequena contribuição devido a baixa emissão pela combustão do Diesel, têm apresentado crescimento na participação das emissões. Os HCNM são agentes precursores na formação do ozônio e contribuem para o *smog* fotoquímico<sup>2</sup>. Por estes fatores, é importante conhecer os níveis de concentração deste poluente.

O monitoramento de HCNM teve início em 2001 com 2 estações de medição, passando para 22 estações no ano de 2011 e totalizando 26 estações em 2013. A distribuição espacial das estações de monitoramento de HCNM e Metano ( $CH_4$ ) do INEA no ERJ está apresentada na Figura 91.

---

<sup>2</sup>*Smog* fotoquímico: mistura de poluentes formada quando óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis reagem quimicamente à radiação solar, num processo conhecido como reação fotoquímica, criando uma névoa de tonalidade roxa acinzentada na atmosfera formada por aerossóis, ozônio, aldeídos, óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis e peróxido de acetil nitrato (PAN).

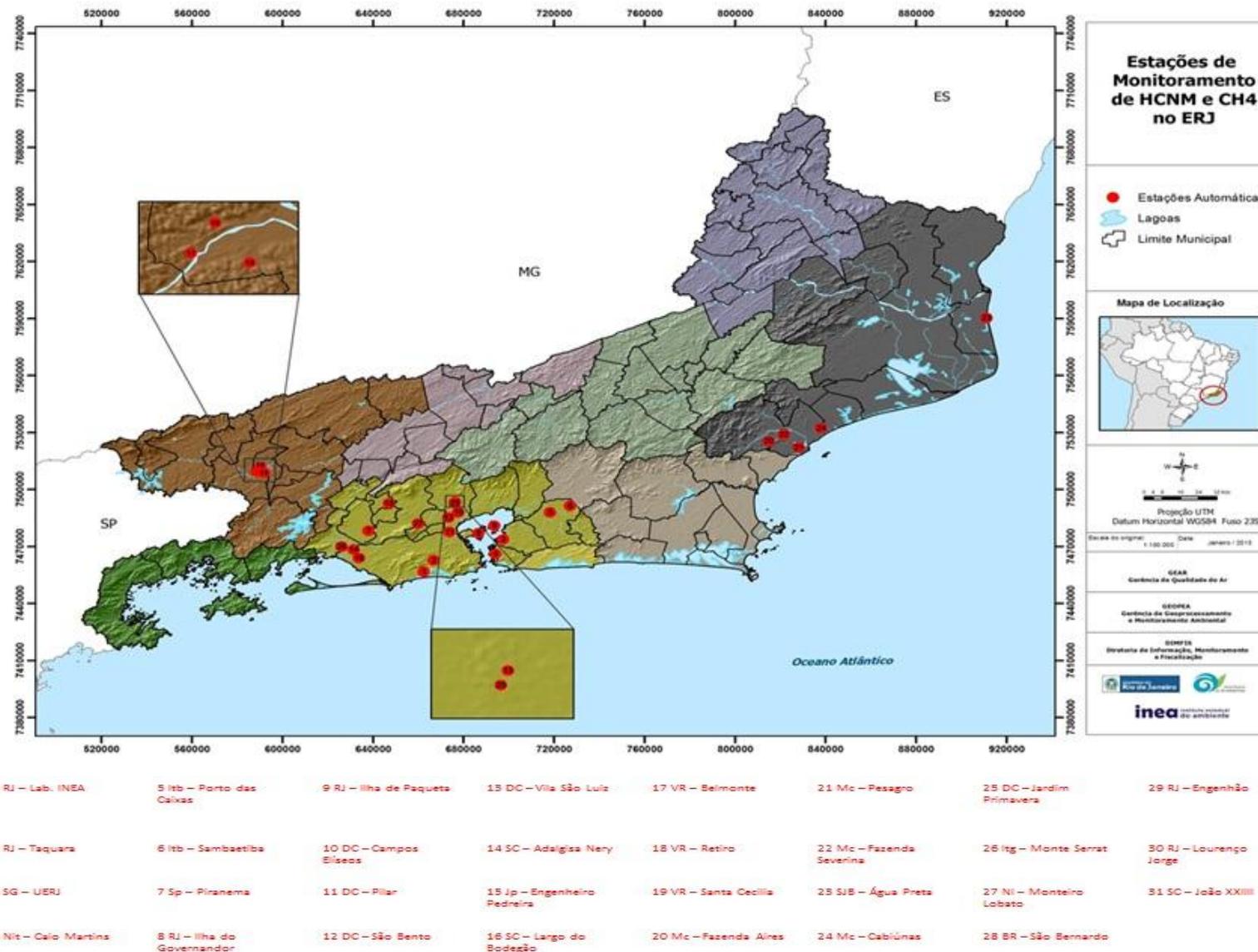
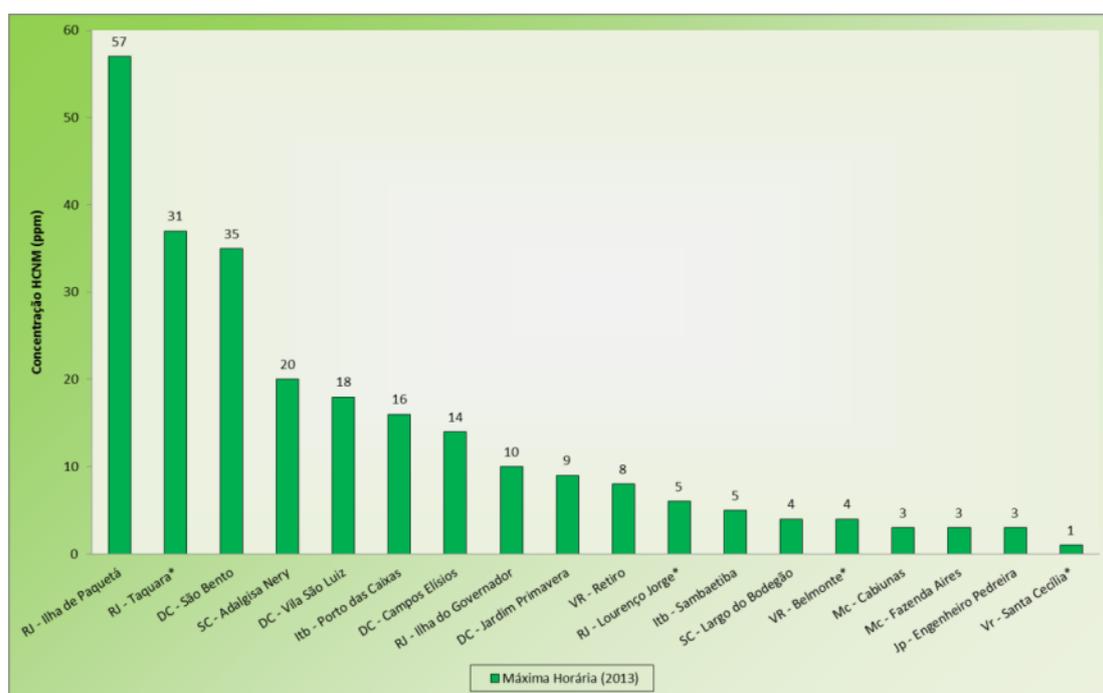


Figura 91. Distribuição espacial das estações automáticas de monitoramento de HCNM e CH<sub>4</sub> do INEA no ERJ (EM REVISÃO).

As máximas concentrações horárias obtidas nos resultados do monitoramento de HCNM para o ano de 2013 são apresentadas na Figura 92. As maiores concentrações registradas ocorreram nas regiões de influência do Polo Petroquímico de Campos Elíseos (Duque de Caxias), Santa Cruz e Rio de Janeiro, regiões estas com características de fontes emissoras difusas destes compostos devido à perda evaporativa em atividades de armazenamento e estocagem de combustíveis, além de emissões pontuais em processos de refino.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

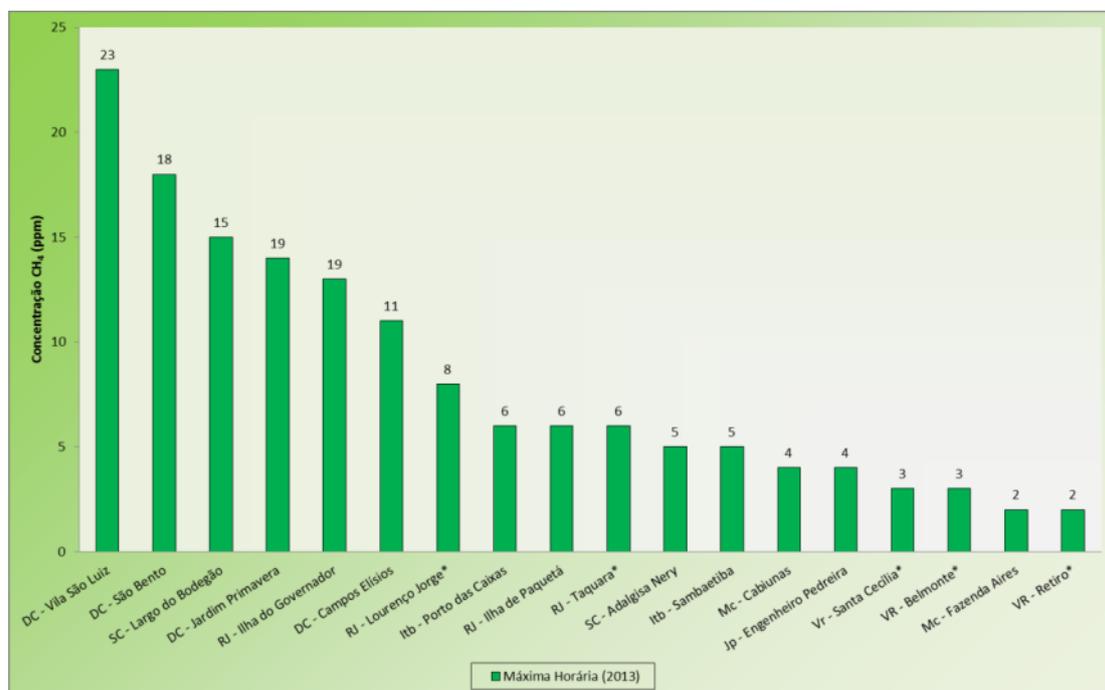
**Figura 92.** Máximas concentrações horárias de Hidrocarbonetos não-metanos monitoradas no ERJ para o ano de 2013.

#### 4.5.2 Metano

O poluente metano ( $\text{CH}_4$ ) também é formado em processos de combustão (queima incompleta de combustível), sendo as fontes móveis as contribuintes majoritárias no total de emissões. Ele também é considerado um precursor na formação do ozônio e é um importante gás do efeito estufa. Os gases de efeito estufa se formam naturalmente na atmosfera, entretanto, a concentração está crescendo desordenadamente em decorrência das atividades humanas, como a agricultura e a disposição de resíduos, além da produção e uso de combustíveis fósseis.

O monitoramento de metano teve início em 2001 com 2 estações de medição, passando para 22 estações em 2011 e totalizando 26 estações em 2013.

As máximas concentrações horárias obtidas nos resultados do monitoramento de CH<sub>4</sub> nos anos de 2013 são apresentadas na Figura 93. Os maiores registros de concentrações máximas horárias ocorreram em grande maioria no município de Duque de Caxias nas regiões de influência do polo petroquímico de Campos Elíseos, regiões estas com características emissoras por perda evaporativa em atividades de armazenamento e estocagem de combustíveis e emissões pontuais em processos de refino.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 93.** Máximas concentrações horárias de Metano medidas no ERJ para o ano de 2013.

#### 4.5.3 Material Particulado (PM<sub>2,5</sub>)

As partículas respiráveis finas são produzidas principalmente nos processos de combustão (queima incompleta), a partir de emissão direta e também a partir do processo de conversão gás-partícula, onde gases como SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e COV reagem na atmosfera produzindo aerossóis. A fração fina é composta tipicamente de nitrato, sulfato, amônio, material carbonáceo e metais. As partículas respiráveis finas penetram mais profundamente no trato respiratório e podem, desta forma, carrear uma série de compostos químicos para o interior dos pulmões e alvéolos, causando maiores danos à saúde humana.

O monitoramento de PM<sub>2,5</sub> no Rio de Janeiro teve início em 2010 com 13 estações de medição, passando para 26 estações em 2013. A distribuição espacial das estações de monitoramento de PM<sub>2,5</sub> do INEA no ERJ estão apresentadas na Figura 94. Suas informações (endereço e coordenada geográfica) encontram-se no Anexo 2.

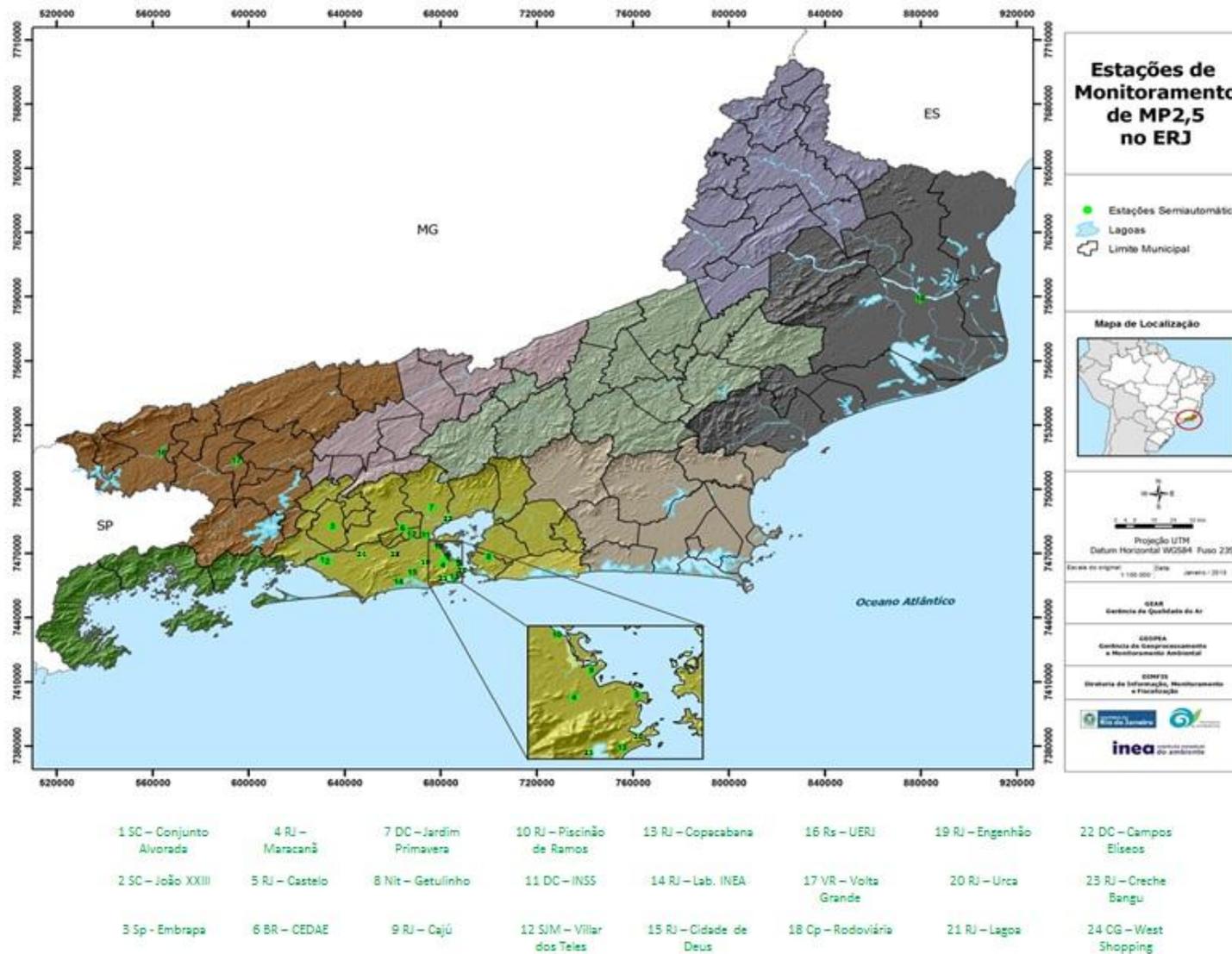
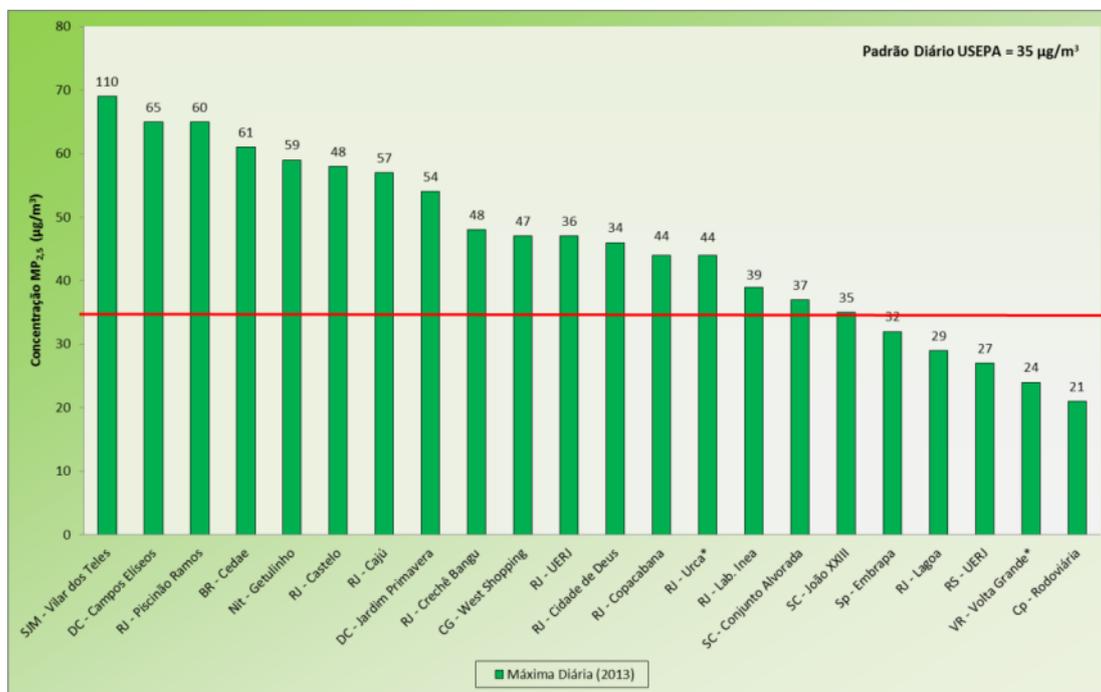


Figura 94. Distribuição espacial das estações semiautomáticas de monitoramento de PM<sub>2,5</sub> do INEA no ERJ (EM REVISÃO).

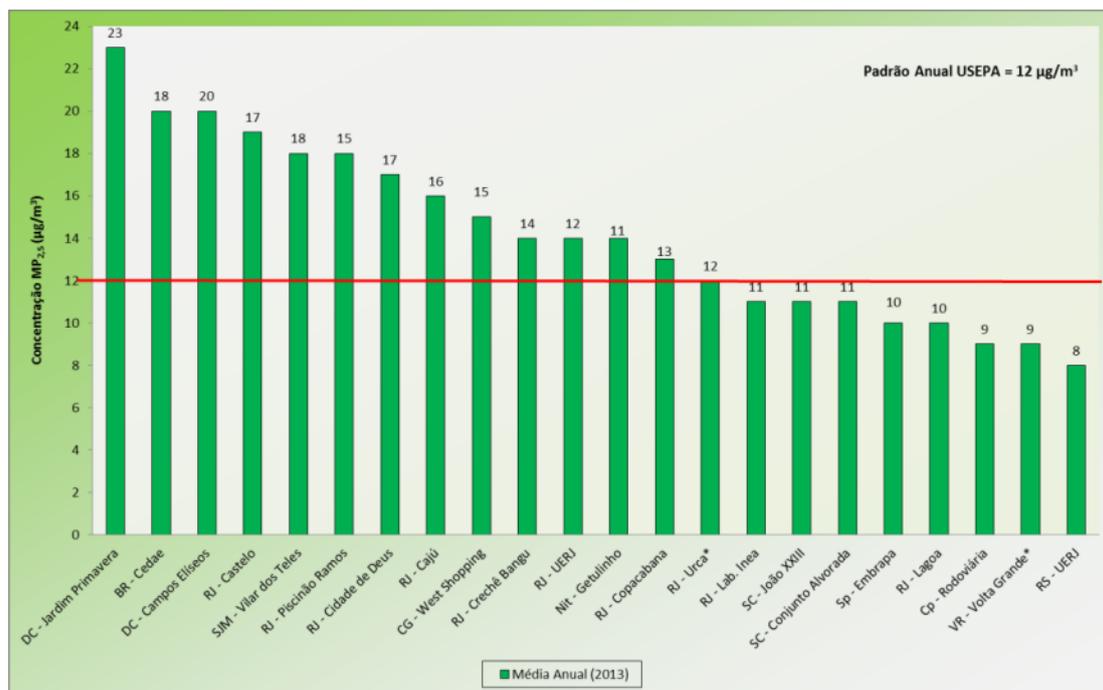
Os resultados do monitoramento de PM<sub>2,5</sub> no ano de 2013, caso fossem adotados os valores utilizados pelas agências de referência internacional, como os padrões diário e anual da USEPA (35 µg/m<sup>3</sup> e 12 µg/m<sup>3</sup> respectivamente), apresentariam mais da metade das estações com violações (aproximadamente 58% das estações - Figuras 95 e 96, respectivamente). Estes elevados valores de concentração obtidos pelas estações indicam a necessidade de extensão do monitoramento deste poluente no ERJ, além do planejamento da regulamentação dos níveis de concentração deste, de forma a mitigar suas emissões e efeitos adversos.

A adoção do monitoramento de PM<sub>2,5</sub> na rede semiautomática foi planejada para avaliar as concentrações oriundas de um dos principais contribuintes para a degradação da qualidade do ar no Rio de Janeiro, a frota automotiva, conforme avaliado no inventário de emissões. Desta forma, os maiores valores encontrados para este poluente apresentam localização diretamente relacionada à proximidade de vias de grande circulação.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 95.** Máximas concentrações diárias (curto período) de partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) medidas no ERJ para o ano de 2013.



\*A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

**Figura 96.** Concentrações médias anuais (longo período) de partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) medidas no ERJ para o ano de 2013.

## 5. Campanhas de Monitoramento

Os resultados apresentados no Capítulo 4 quantificaram as concentrações dos poluentes das estações localizadas em áreas prioritárias ao monitoramento, por estarem estabelecidas em locais onde, reconhecidamente, concentram um maior número de fontes de emissões atmosféricas, além de uma densa ocupação urbana.

Contudo, a natureza, através de seus processos bioquímicos, também gera compostos que interagem na atmosfera e podem contribuir para o aumento de poluentes na atmosfera, alterando (ou não) a classificação da qualidade do ar. As fontes de emissões biogênicas caracterizam-se por serem oriundas de atividades biológicas, representando uma boa parcela das emissões das fontes naturais, sendo estes, compostos orgânicos, aerossóis, óxidos de nitrogênio, dentre outros poluentes.

Além disso, a Resolução CONAMA Nº05/1989, que estabelece o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR, define que para a implementação de uma política de não deterioração significativa da qualidade do ar em todo o território nacional, suas áreas devem ser enquadradas de acordo com a classificação de usos pretendidos, de forma a possibilitar a aplicação de Padrões de Qualidade do Ar diferenciados, Padrões Primários e Secundários tal como definidos na Resolução CONAMA Nº 03/1990, sendo os secundários, mais restritivos para aplicação em área em que se pretende uma maior preservação.

Assim, com o intuito de estudar a influência da emissão de fontes biogênicas na qualidade do ar, além de avaliar a possibilidade da definição de classes de uso para o território do Rio de Janeiro para a aplicação do Padrão Secundário, ou mesmo avaliar a sua aplicabilidade, o INEA em 2013 deu início a uma série de campanhas de monitoramento em parques urbanos do Estado do Rio de Janeiro. Para isso, foi utilizada uma estação automática móvel completa (benzeno, xileno, tolueno, hidrocarbonetos não metano, hidrocarbonetos totais, metano, partículas inaláveis, dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e ozônio), que em 2013 esteve monitorando o Parque Nacional da Tijuca – PNT (Sumaré - Janeiro a Abril) (Figura 97) e o Parque do Mendanha (Maio a Dezembro) (Figura 98).

Os resultados obtidos por este monitoramento serão apresentados a seguir. Note que em função dos períodos de campanha, 4 meses no PNT e 8 meses no Parque do Mendanha, serão apresentados apenas a comparação das concentrações com os Padrões de curto período de exposição.



**Figura 97.** Campanha de monitoramento da unidade móvel de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia no Parque Nacional da Tijuca.



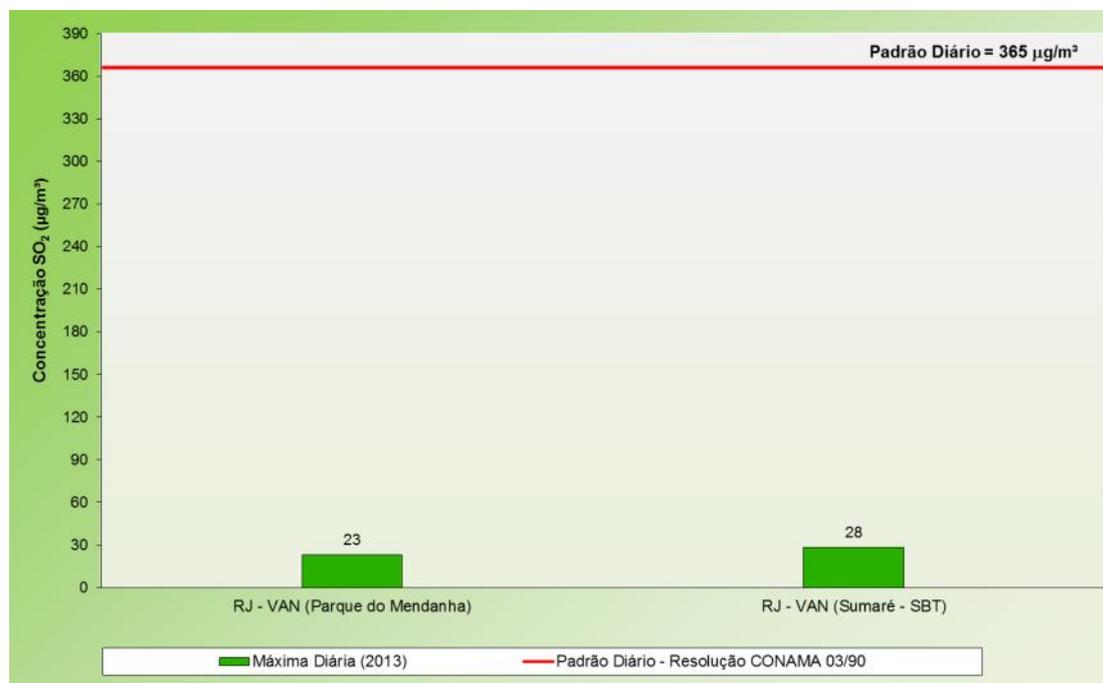
**Figura 98.** Campanha de monitoramento da unidade móvel de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia no Parque do Mendanha.

### 5.1.1 Dióxido de Enxofre

#### 5.1.1.1 *Exposição de Curto Período*

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de  $\text{SO}_2$  com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 99.

Os resultados obtidos através dos dados do monitoramento da qualidade do ar nos parques estaduais não apresentaram nenhuma violação ao padrão de SO<sub>2</sub>, para o período mencionado.



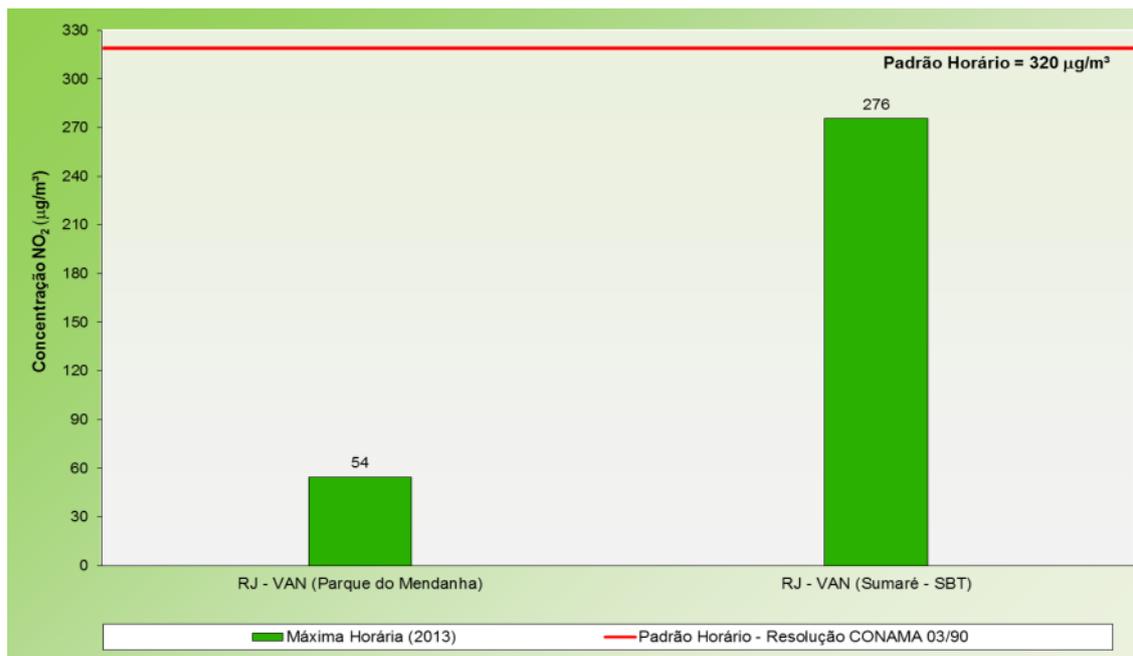
**Figura 99.** Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO<sub>2</sub> monitoradas nos Parques do Mendanha e PNT.

## 5.1.2 Dióxido de Nitrogênio

### 5.1.2.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de NO<sub>2</sub> com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 100.

De acordo com os resultados de monitoramento obtidos, todas as regiões monitoradas encontram-se em conformidade com o valor considerado como padrão de qualidade do ar, não ocorrendo registro de violação ao padrão legislado. Entretanto, nota-se uma grande diferença nas concentrações de cada parque. A alta concentração obtida no Parque Nacional da Tijuca (Sumaré) pode estar ligada à localização do mesmo. Isto porque, o monitoramento pode ter sofrido forte influência de poluentes oriundos da intensa aglomeração urbana do entorno. Além disso, há de se considerar a presença de geradores de energia elétrica para antenas de transmissão instaladas próximos a estação, que mesmo tendo por objetivo o uso eventual em caso de não suprimento de energia pela concessionária, podem ter contribuído com emissão de NO<sub>2</sub> devido à combustão.



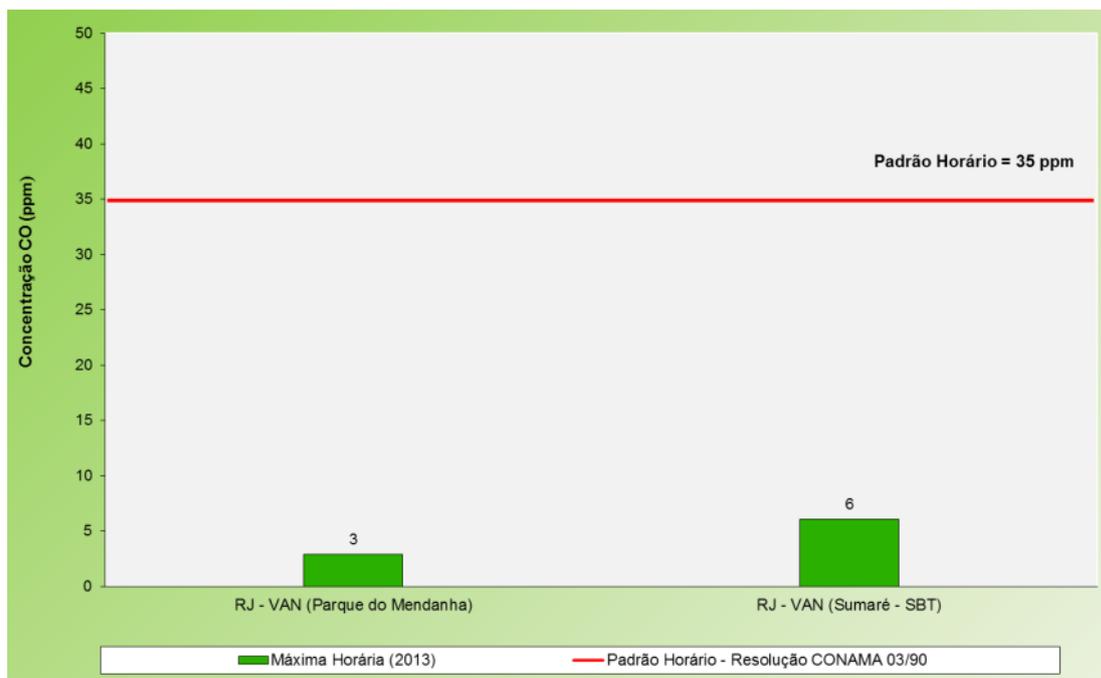
**Figura 100.** Máximas concentrações horárias (curto período) de NO<sub>2</sub> monitoradas nos Parques Mendanha e PNT.

### 5.1.3 Monóxido de Carbono

#### 5.1.3.1 Exposição de Curto Período

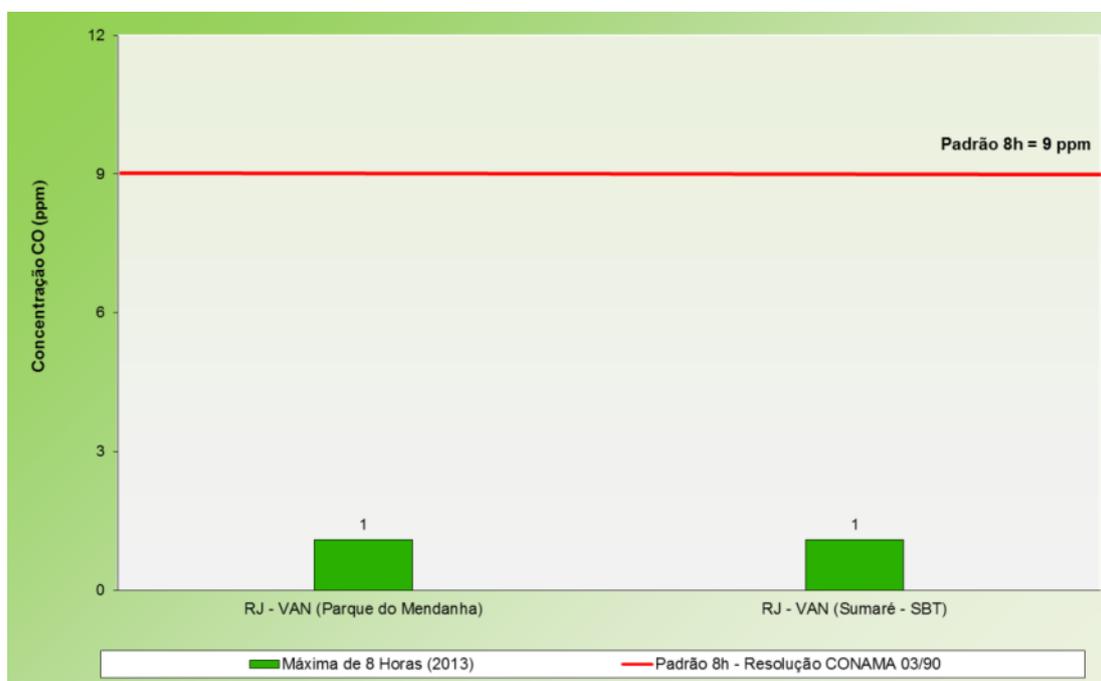
As comparações entre as máximas concentrações horárias de CO com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas nas Figuras 101 (máxima horária) e 102 (média de oito horas).

Em nenhum dos resultados obtidos pelo monitoramento automático da qualidade do ar nos Parques do Mendanha e Sumaré ocorreu ultrapassagem do padrão de qualidade do ar. Observa-se que a concentração de CO horária do parque de Nacional da Tijuca, é o dobro da concentração registrada no Parque do Mendanha, isto pode estar ligado aos geradores de energia elétrica, instalados próximos ao local de monitoramento da estação.



**Figura 101.** Máximas concentrações horárias (curto período) de CO monitoradas nos Parques Mendanha e Sumaré.

Nos resultados da comparação de monitoramento de CO para concentração média de 8 horas, é possível verificar que em nenhum dos parques a estação de monitoramento automático da qualidade do ar registrou ultrapassagem do padrão de qualidade do ar durante os meses de monitoramento no ano de 2013 (Figura 102).

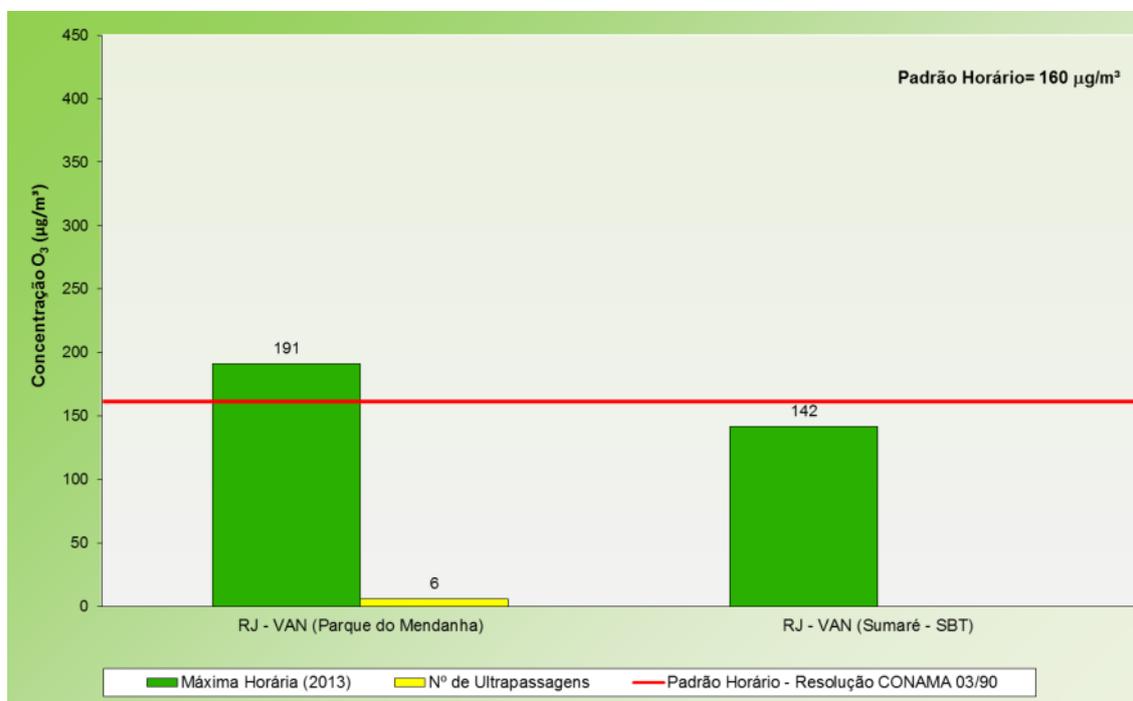


**Figura 102.** Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de CO monitoradas nos Parques Mendanha e Sumaré.

## 5.1.4 Ozônio

### 5.1.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações horárias de O<sub>3</sub> com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 103. Nota-se que as concentrações monitoradas no Parque Nacional da Tijuca (Sumaré) não ultrapassaram o padrão de qualidade do ar, entretanto, no Parque do Mendanha foi registrada concentração máxima de 191 µg/m<sup>3</sup>, e mais 5 ocorrências de ultrapassagens. Estas violações podem estar associadas ao transporte desse poluente bem como dos seus precursores, das vias de tráfego intenso ao seu redor (Av. Brasil, entre outras).



**Figura 103.** Máximas concentrações horárias (curto período) de O<sub>3</sub> monitoradas nos Parques Mendanha e Sumaré.

## 6. Evolução da Qualidade do Ar no Estado do Rio Janeiro

### 6.1 Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro

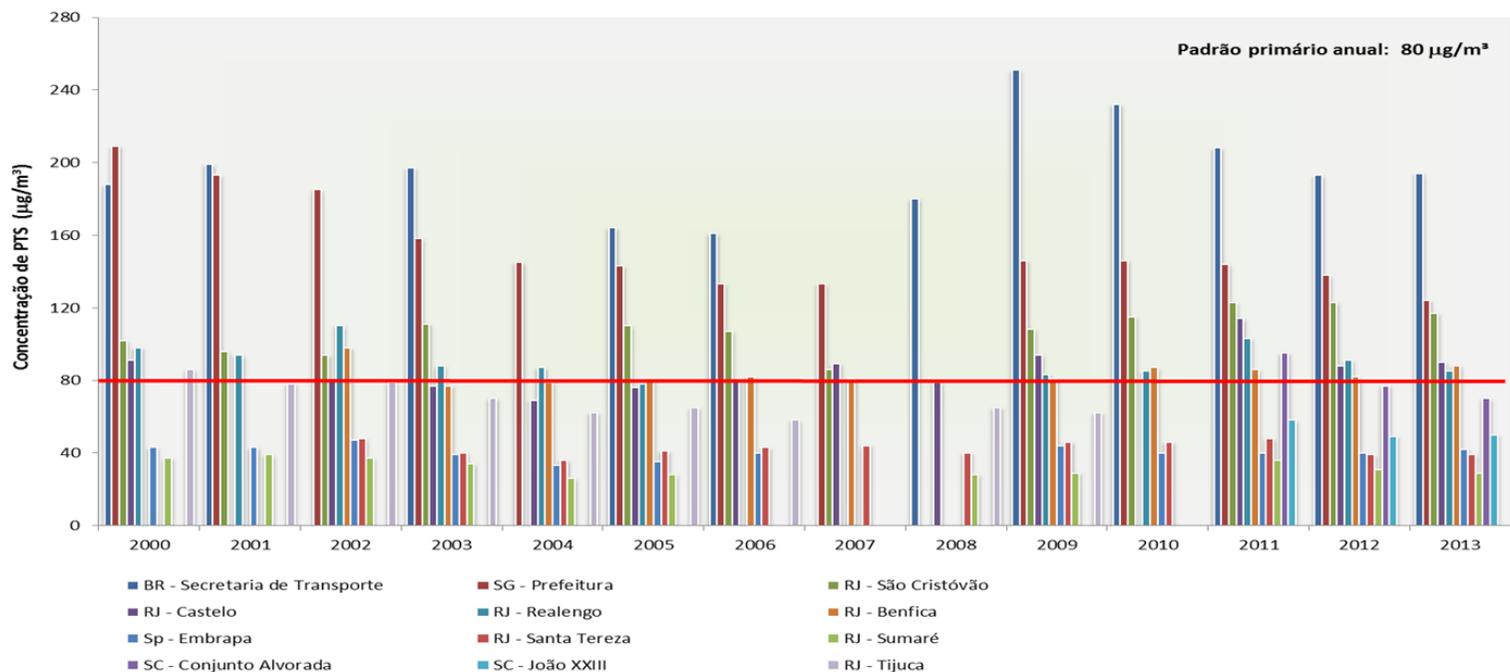
#### 6.1.1 Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos

A Figura 104 ilustra o comportamento das concentrações médias anuais de PTS da rede semiautomática, ao longo dos anos. Verifica-se que os valores registrados nos municípios da RMRJ, apresentaram, em geral, uma queda no período de 2003 a 2006 para as estações com os maiores valores de concentrações, enquanto que uma maior regularidade nas demais estações sem muitas variações nas concentrações. Entretanto observa-se uma elevação das concentrações nos anos seguintes para as estações com os maiores valores de concentração, voltando a apresentar uma tendência de queda nos anos de 2010 a 2013 para as mesmas, além de um pequeno incremento nas demais estações nesses últimos anos.

Conforme pode-se observar, as estações semiautomáticas da RMRJ apresentam valores de concentração que violam o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), para o parâmetro PTS. Os maiores valores de concentrações de PTS, com violação de padrão, foram observados nas estações BR-Secretaria de Transporte, SG-Prefeitura, RJ-São Cristóvão, RJ-Castelo, RJ-Realengo, RJ-Benfica e SC-Conjunto Alvorada. Nos últimos anos a RMRJ vem apresentando um crescimento imobiliário expressivo, impactando diretamente no número de obras civis, que é bastante conhecida por contribuir com o aumento de partículas no ar.

Historicamente, as altas concentrações de PTS, tanto na Baixada Fluminense quanto no setor leste da RMRJ, têm sido atribuídas à grande quantidade de vias não pavimentadas daquelas regiões proporcionando a ressuspensão de partículas, além da queima de lixo a céu aberto. Adicionalmente, desde 2008 até o presente toda a RMRJ vem sendo alvo de uma série de obras civis, devido ao crescimento da região como um todo, a intensificação das obras relacionadas ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal, ao avanço do setor imobiliário e preparação da cidade para a realização de grandes eventos esportivos internacionais. Atividades desenvolvidas por empreendimentos, durante a etapa de obras civis são também fontes potenciais que contribuem no aumento de poluentes atmosféricos, principalmente em termos do poluente particulado.

A Figura 105 ilustra o comportamento das concentrações de PTS da rede automática, implantada no ano de 2009. Verifica-se que os valores médios anuais de PTS registrados nos municípios da RMRJ, à exceção de Itaguaí, demonstraram uma tendência estável com ligeiro perfil de incremento no período de 2010 a 2012, fato que pode estar associado às vias não pavimentadas, ao aumento do fluxo veicular local em função da implantação da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), além das ampliações dos diversos terminais portuários da região de Santa Cruz e Itaguaí. Já para o último ano, nota-se um incremento apenas na estação SC – Largo do Bodegão. Por outro lado, a estação Itg – Monte Serrat, localizada em Itaguaí, demonstrou uma queda deste parâmetro no último ano da série.



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BR - Secretaria de Transporte	188	199*	C	197*	B	164	161	C	180*	251*	232*	208	193*	194
SG - Prefeitura	209*	193*	185	158	145*	143	133*	133*	C	146*	146*	144*	138	124
RJ - São Cristóvão	102	96*	94	111*	C	110*	107	86*	C	108	115*	123*	123	117
RJ - Castelo	91*	C	80	77*	69	76	80	89*	79*	94*	C	114*	88	90
RJ - Realengo	98*	94	110	88*	87	78*	C	C	C	83*	85	103*	91*	85
RJ - Benfica	A	A	98	77	79	80	82	81*	C	81	87*	86*	82*	88
Sp - Embrapa	43	43*	47	39	33	35	40*	C	C	44	40*	40*	40	42
RJ - Santa Tereza	A	C	48	40	36	41	43	44*	40*	46*	46*	48*	39	39
RJ - Sumaré	37	39*	37	34	26	28*	C	C	28*	29*	C	36*	31	29
SC - Conjunto Alvorada	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	95	77	70
SC - João XXIII	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	58	49	50
RJ - Tijuca	86*	78*	79	70	62	65	58*	C	65*	62	C	C	B	C

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

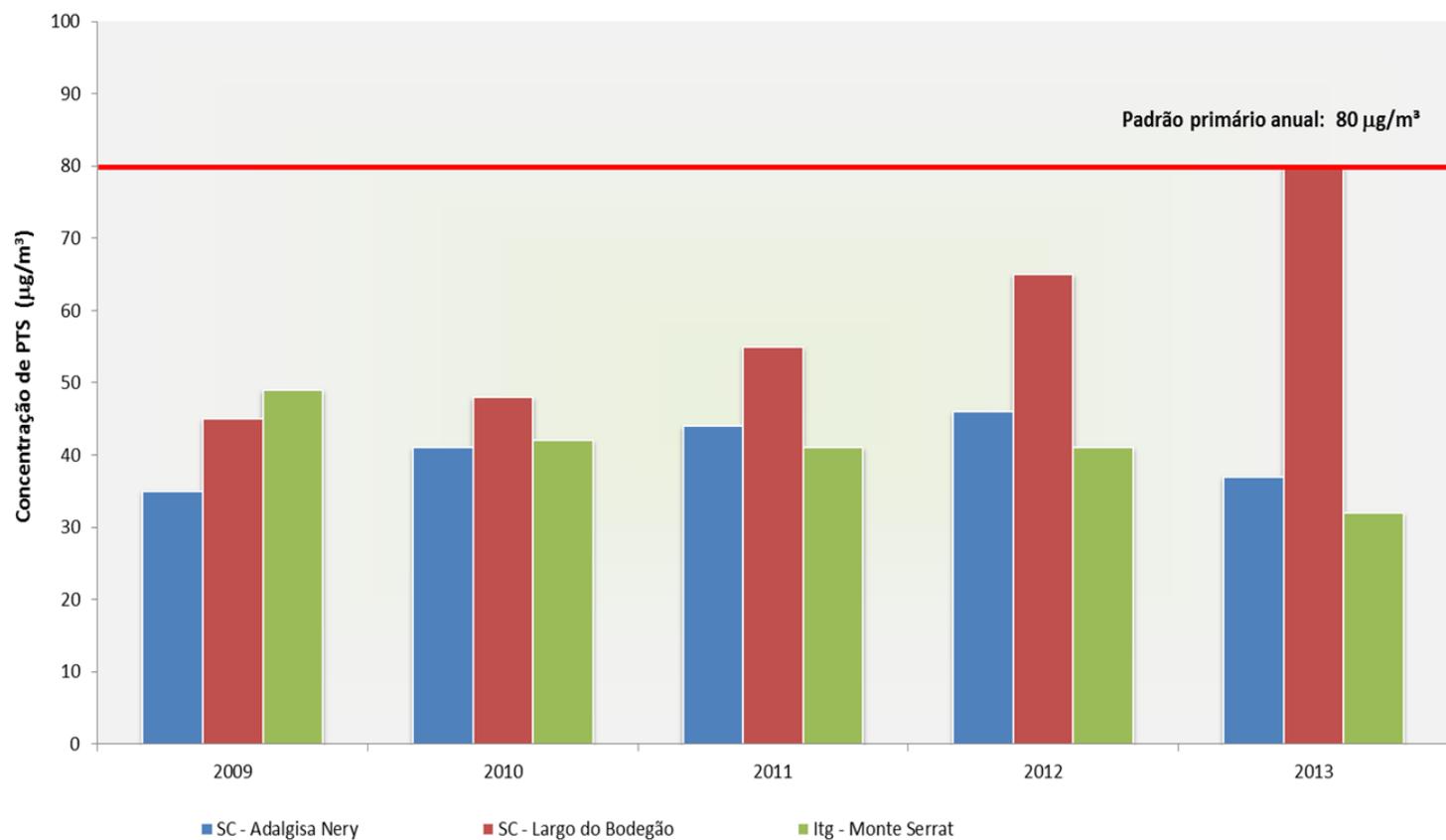
C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

Valores acima do Padrão primário anual

Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 104. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMRJ.



Estações	2009	2010	2011	2012	2013
SC - Adalgisa Nery	35	41*	44	46	37
SC - Largo do Bodegão	45	48	55	65	80
Itg - Monte Serrat	49	42	41	41	32
Itg - Coroa Grande	A	A	A	A	65
Mt - Itacuruçá*	A	A	A	A	31

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual

■ Valores abaixo do Padrão primário anual

**Figura 105.** Evolução anual de PTS para a rede automática na RMRJ.

### 6.1.2 Evolução das concentrações de Material Particulado (PM<sub>10</sub>) nos últimos anos

A Figura 106 apresenta o comportamento das concentrações médias anuais de PM<sub>10</sub> da rede semiautomática, ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de PM<sub>10</sub> registrados nos municípios da RMRJ, apresentaram, em geral, uma tendência de queda no período de 2003 a 2009, enquanto que nos anos de 2010 e 2011, observa-se um aumento das concentrações, seguida de um novo decréscimo em 2012 e 2013. Por outro lado, as estações consideradas pelo INEA como branco<sup>3</sup> (Sp – Embrapa e RJ – Sumaré) apresentam um perfil estável com pequenas flutuações.

Observa-se que grande parte das estações desta região (RMRJ) apresentam valores de concentração que violam o limite de padrão primário anual de PM<sub>10</sub> estabelecido pela legislação ambiental vigente (50 µg/m<sup>3</sup>). As principais violações ao padrão de PM<sub>10</sub> foram observadas nas estações SJM – Vilar dos Teles, SG – Centro, RJ – São Cristóvão, NI – Monteiro Lobato e RJ – Bonsucesso.

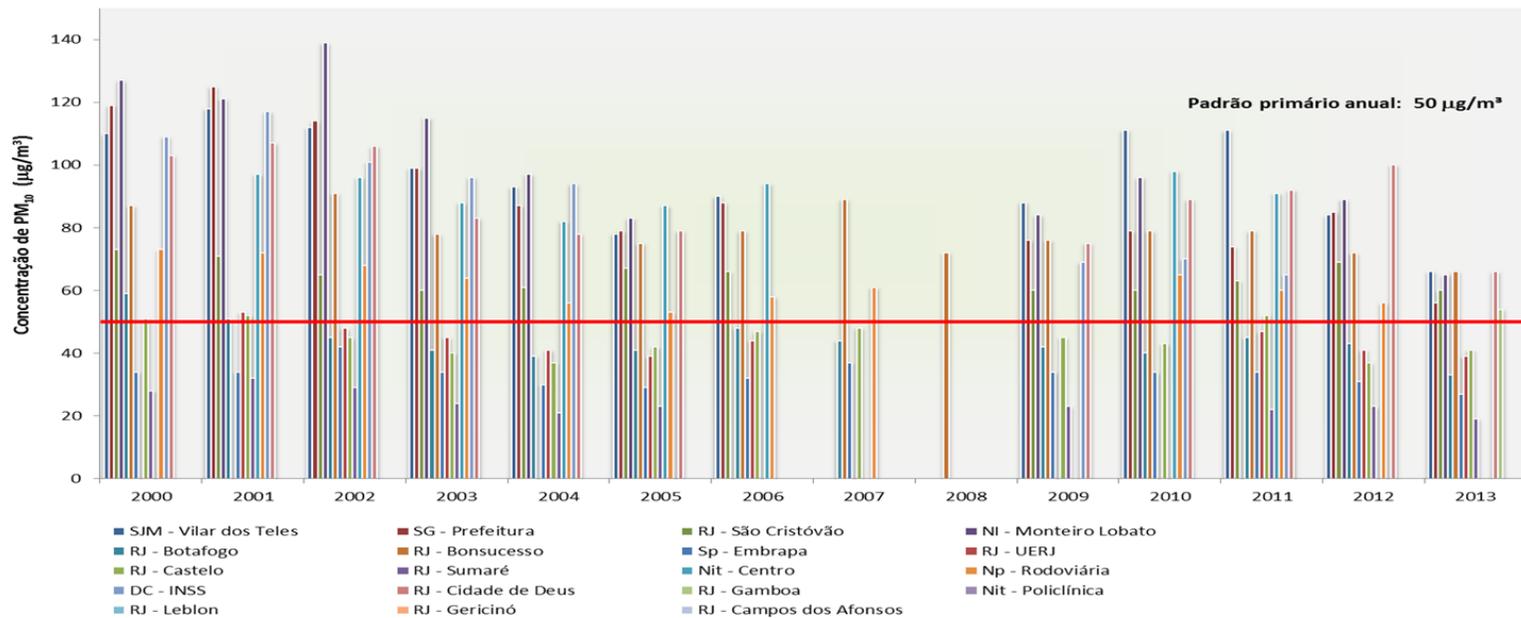
Historicamente, as altas concentrações de PM<sub>10</sub>, têm sido atribuídas ao crescimento das regiões do Estado como um todo, ao grande volume de obras civis e ao intensivo crescimento da frota veicular. Adicionalmente as atividades desenvolvidas por empreendimentos durante obras civis são fontes potenciais que contribuem no aumento da emissão de partículas para a atmosfera, além do incremento da frota veicular, que no município do Rio de Janeiro aumentou cerca de 38% nos últimos 10 anos, sendo esta responsável por aproximadamente 50% da frota do ERJ.

A Figura 107 ilustra o comportamento das concentrações médias anuais de PM<sub>10</sub> da rede automática, ao longo dos últimos anos. Conforme pode-se observar, as estações da rede automática na RMRJ apresentam valores de concentração que violam o limite de padrão primário anual. Os maiores valores de concentrações de PM<sub>10</sub> com violação de padrão foram observados nas estações localizadas no município de Duque de Caxias (DC – Campos Elíseos, DC – Pilar e DC – São Bento) e no município de Nova Iguaçu (NI – Monteiro Lobato). No entanto, as mesmas demonstram, em geral, uma tendência estabilizada com pequenas flutuações das concentrações de PM<sub>10</sub> nos últimos anos. Este perfil está associado a presença de vias de grande circulação de veículos, especialmente os pesados, tais como a Rodovia Presidente Dutra e a Washington Luiz, além da influência do Pólo Petroquímico de Campos Elíseos. Já as estações localizadas em Santa Cruz (SC – Adalgisa Nery e SC – Largo do Bodegão), apresentaram uma leve tendência de aumento

---

<sup>3</sup> Branco: área ou localização considerada como sendo relativa às concentrações naturais da atmosfera, livres de interferências de ações antrópicas.

das concentrações, possivelmente associados à queima incompleta de combustíveis pelas indústrias localizadas no Distrito Industrial de Santa Cruz, ao aumento do fluxo veicular em função da implantação da CSA e ampliações dos diversos terminais portuários da região de Santa Cruz e Itaguaí.



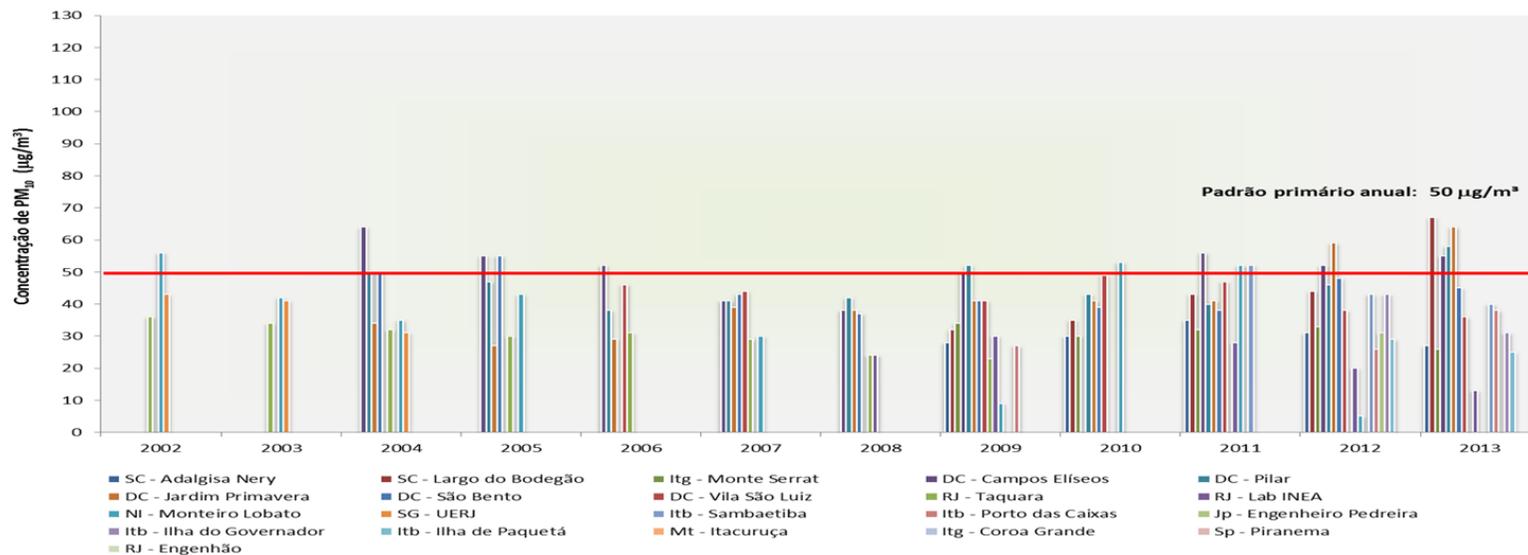
Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SJM - Vilar dos Teles	110	118*	112	99	93	78	90	C	C	88*	111*	111*	84*	66
SG - Prefeitura	119*	125*	114	99	87*	79	88*	C	C	76	79*	74	85	56
RJ - São Cristóvão	73*	71*	65	60	61*	67*	66*	C	C	60	60*	63*	69	60
NI - Monteiro Lobato	127	121	139*	115*	97	83	C	C	C	84	96*	C	89	65
RJ - Botafogo	59	51*	45	41	39	41*	48*	44*	C	42	40	45	43	33
RJ - Bonsucesso	87	C	91	78	C	75	79	89*	72*	76	79	79	72	66
Sp - Embrapa	34	34*	42*	34	30	29	32*	37*	C	34*	34	34	31	27
RJ - UERJ	C	53*	48*	45	41*	39	44*	C	C	C	C	47	41	39
RJ - Castelo	51	52*	45	40	37	42	47	48*	C	45	43*	52*	37*	41
RJ - Sumaré	28	32	29	24	21*	23*	C	C	C	23	C	22*	23	19
Nit - Centro	C	97*	96	88	82	87	94*	C	C	C	98*	91	C	B
Np - Rodoviária	73	72	68*	64	56	53	58*	61*	C	C	65*	60	56	C
DC - INSS	109	117*	101*	96*	94*	C	B	C	C	69	70*	65*	C	C
RJ - Cidade de Deus	103*	107*	106	83	78*	79*	B	C	C	75*	89*	92*	100	66
RJ - Gamboa	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	54
Nit - Policlínica	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
RJ - Leblon	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C
RJ - Gericinó	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C
RJ - Campos dos Afonsos	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C

A = Estação ainda não instalada.  
 B = Equipamento inoperante.  
 C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

Valores acima do Padrão primário anual  
 Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 106. Evolução anual de PM<sub>10</sub> para a rede semiautomática na RMRJ.



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SC - Adalgisa Nery	A	A	A	A	A	A	A	A	C	28	30	35	31	27
SC - Largo do Bodegão	A	A	A	A	A	A	A	A	C	32	35	43	44	67
Itg - Monte Serrat	A	A	A	A	A	A	A	A	C	34	30	32	33	26
DC - Campos Elíseos	A	A	A	A	64	55	52	41	38	50	C	56*	52	55*
DC - Pilar	A	A	A	A	50	47	38	41	42	52	43	40	46*	58*
DC - Jardim Primavera	A	A	A	A	34	27	29	39	38	41*	41	41*	59	64
DC - São Bento	A	A	A	A	50	55	C	43	37	41	39	38*	48	45
DC - Vila São Luiz	A	A	A	A	A	A	46*	44	C	41	49*	47	38*	36*
Itb - Sambaetiba	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	52*	43	40*
Itb - Porto das Caixas	A	A	A	A	A	A	A	A	A	27*	C	C	26*	38
Jp - Engenheiro Pedreira	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	31	C
Itb - Ilha do Governador	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	43	31
Itb - Ilha de Paquetá	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	29	25
Mt - Itacuruça	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C
Itg - Coroa Grande	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C
Sp - Piranema	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	B	C	C	C
RJ - Taquara	C	39	36	34	32	30	31*	29	24*	23*	C	C	C	C
RJ - Lab INEA	A	A	A	A	A	A	B	B	24*	30*	C	28*	20*	13
NI - Monteiro Lobato	C	C	56	42*	35	43	C	30*	C	9*	53	52*	5*	C
SG - UERJ	A	A	43	41	31	C	B	B	B	B	B	C	B	B
RJ - Engenheiro	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C

A = Estação ainda não instalada.  
 B = Equipamento inoperante.  
 C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

Valores acima do Padrão primário anual  
 Valores abaixo do Padrão primário anual

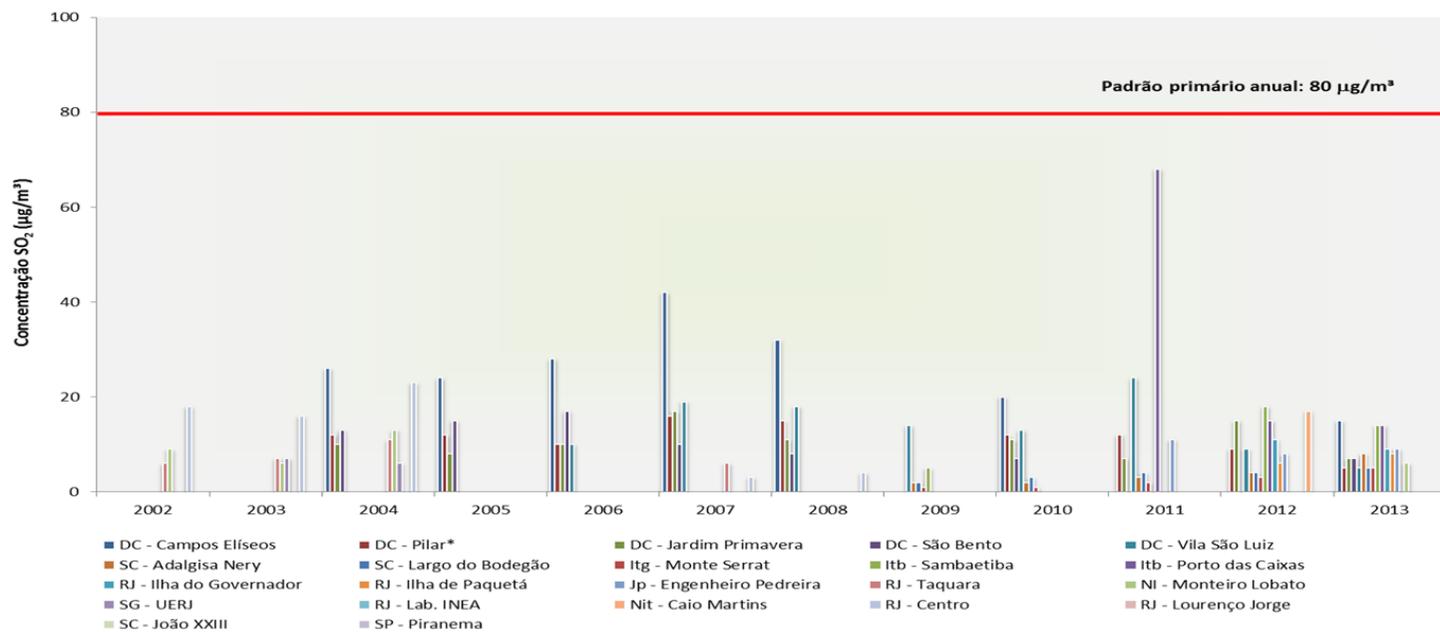
Figura 107. Evolução anual de PM<sub>10</sub> para a rede automática na RMRJ.

### 6.1.3 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos

A Figura 108 ilustra o comportamento das concentrações anuais de SO<sub>2</sub> ao longo dos anos. Verifica-se que os valores observados nos municípios da RMRJ, não violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (80 µg/m<sup>3</sup>). Para este poluente, as atividades desenvolvidas por empreendimentos industriais são fontes potenciais que contribuem no aumento da emissão de SO<sub>2</sub>. As fontes fixas são responsáveis por cerca de 88% das emissões de SO<sub>2</sub> segundo o inventário de fontes de emissão do ERJ (FEEMA, 2004), sendo os setores petroquímico, de geração de energia e de cerâmica, os maiores contribuintes.

Na tendência apresentada é possível observar para a estação DC-Campos Elíseos um perfil de incremento entre os anos de 2004 a 2007, seguido por uma tendência de queda nos anos seguintes. Perfil semelhante é observado para as outras estações do município de Duque de Caxias (DC – Pilar, DC – Jardim Primavera e DC – São Bento), com exceção da DC – Vila São Luiz no ano de 2011.

A redução das concentrações de dióxidos de enxofre ao longo dos anos se deve, principalmente, a instituição do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE (Resolução CONAMA n° 18/86), que determinou uma redução gradativa do teor de enxofre nos combustíveis e melhoria na concepção tecnológica do motor aprimorando os sistemas de controle de emissões veiculares e reduzindo o teor de enxofre no diesel de 500 ppm (S-500) em 2006 para 10 ppm (S-10) em 2013.



Estações	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
DC - Campos Elíseos	A	A	26*	24	28	42	32	C	20	C	C	15
DC - Pilar*	A	A	12	12	10	16	15	C	12	12	9*	5*
DC - Jardim Primavera	A	A	10	8	10	17	11	C	11	7*	15	7
DC - São Bento	A	A	13	15	17	10	8	C	7	C	C	7
DC - Vila São Luiz	A	A	A	A	10*	19	18*	14	13	24	9*	5
SC - Adalgisa Nery	A	A	A	A	A	A	C	2	2	3	4	8
SC - Largo do Bodegão	A	A	A	A	A	A	C	2	3	4	4	5
Itg - Monte Serrat	A	A	A	A	A	A	C	1	1	2	3	5
Itb - Sambaetiba	A	A	A	A	A	A	A	5*	C	C	18	14
Itb - Porto das Caixas	A	A	A	A	A	A	A	C	C	68*	15	14
RJ - Ilha do Governador	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	11	9
RJ - Ilha de Paquetá	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	6	8
Jp - Engenheiro Pedreira	B	B	B	B	B	B	B	C	C	11*	8	9
SP - Piranema	A	A	A	A	A	A	C	B	B	C	C	C
RJ - Taquara	6*	7	11*	C	C	6	C	C	C	C	C	C
NI - Monteiro Lobato	9*	6	13	C	C	C	C	C	C	C	C	6
SG - UERJ	C	7	6*	C	B	B	B	B	B	C	C	C
RJ - Lab. INEA	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C
Nit - Caio Martins	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	17*	C
RJ - Centro	18	16	23	C	C	3*	4*	C	C	B	B	C
RJ - Lourenço Jorge	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C
SC - João XXIII	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C

A = Estação ainda não instalada.  
 B = Equipamento inoperante.  
 C = Dados não validados (<50%).

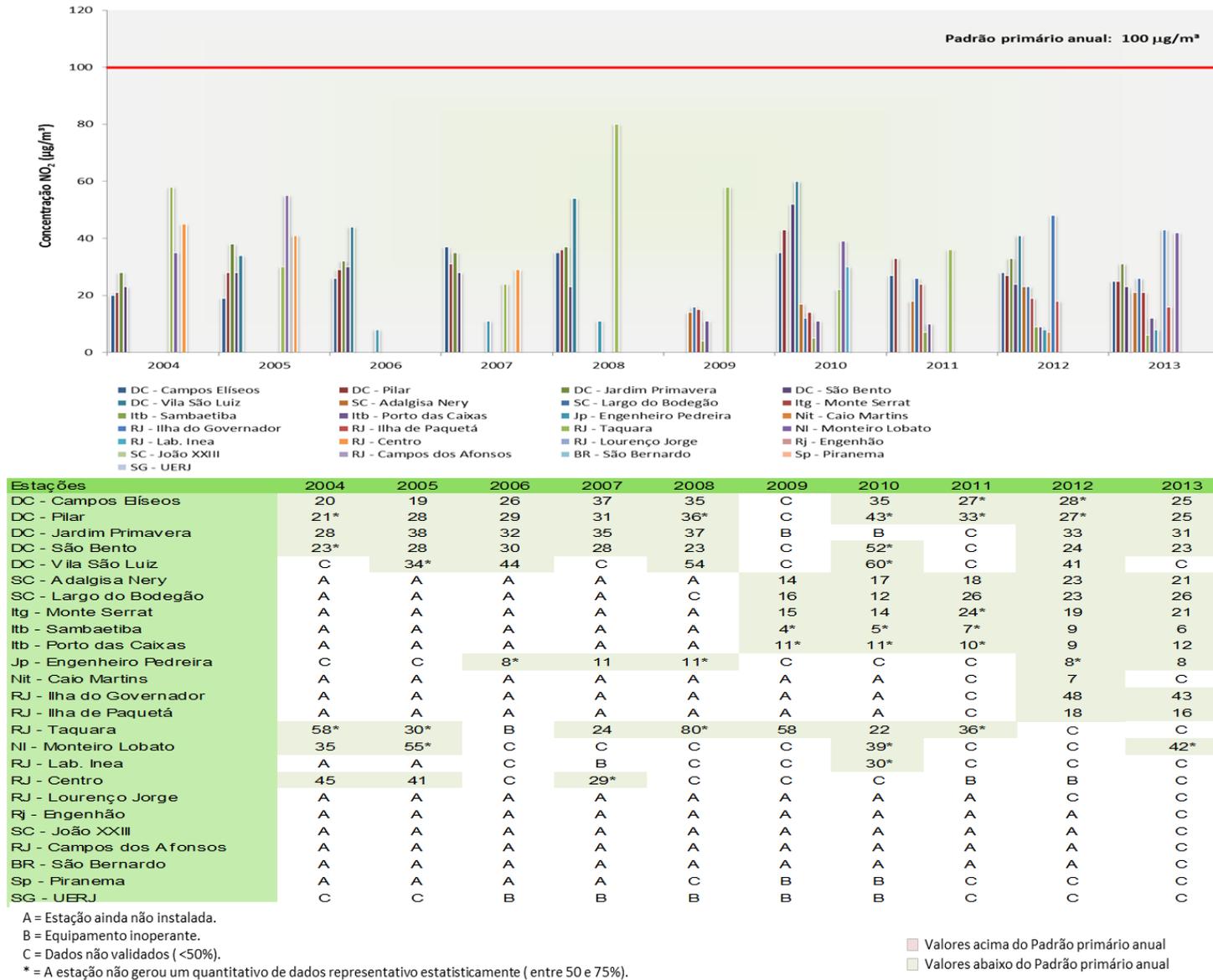
\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual  
 ■ Valores abaixo do Padrão primário anual

**Figura 108.** Evolução anual de SO<sub>2</sub> para a rede automática na RMRJ.

#### 6.1.4 Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos

A Figura 109 ilustra o comportamento das concentrações de NO<sub>2</sub> ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de NO<sub>2</sub> registrados nos municípios da RMRJ, não violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (100 µg/m<sup>3</sup>). Para este poluente e de uma forma geral para os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), as atividades desenvolvidas pelas fontes fixas (atividades industriais) e fontes móveis (veículos automotores) apresentam potencial contribuição no aumento da emissão de NO<sub>2</sub>. Segundo o inventário de fontes de emissão do ERJ (FEEMA, 2004), as fontes fixas são responsáveis por cerca de 23% das emissões deste poluente na atmosfera, enquanto que as fontes móveis são responsáveis pela maior parcela, cerca de 77% das emissões de NO<sub>x</sub>.



**Figura 109.** Evolução anual de NO<sub>2</sub> para a rede automática na RMRJ.

## 6.2 Região do Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro

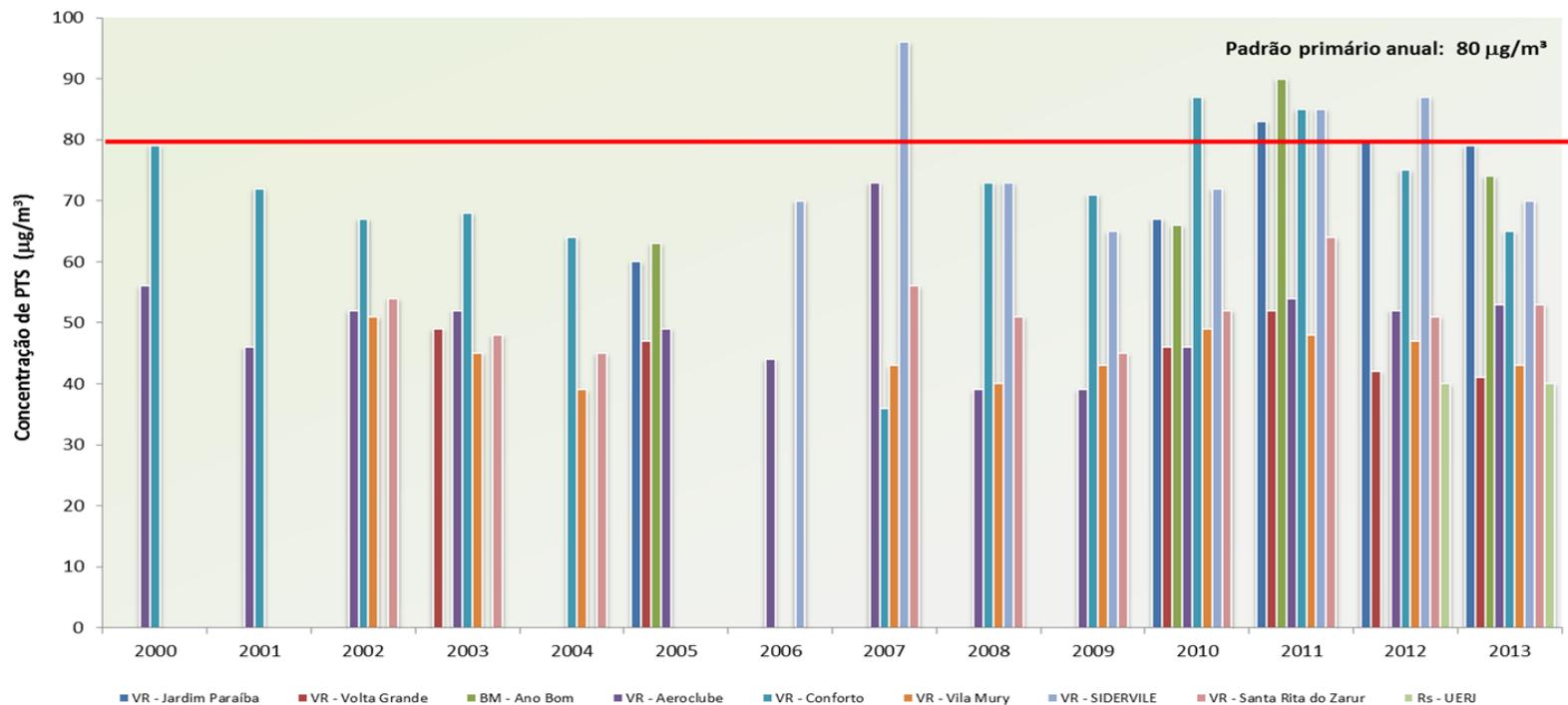
### 6.2.1 Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos

A Figura 110 ilustra o comportamento das concentrações médias anuais de PTS da rede semiautomática, ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de PTS registrados nos municípios da RMP apresentaram-se relativamente estáveis, demonstrando uma leve tendência de acréscimo das concentrações de PTS nos últimos anos, em algumas estações.

Historicamente, a RMP não apresenta muitos problemas quanto a violações do padrão de qualidade do ar anual de PTS. No entanto, os valores persistentemente elevados de concentração calculados devem-se a influência do principal eixo de ligação Rio de Janeiro – São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra, bem como, da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Além disso, nos anos recentes a região vem apresentando crescimento de diversos setores, como a construção civil, montadoras de veículos, usinas termelétricas, além do aumento da quantidade de vias não pavimentadas, podendo estas serem caracterizadas como potenciais fontes na contribuição do aumento da concentração de poluentes particulados.

Conforme pode-se observar, as estações da RMP, especialmente após o ano de 2007, apresentam valores de concentração que violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), para o parâmetro PTS. Os maiores valores de concentrações de PTS, com violação de padrão, foram observados nas estações localizadas em Volta Redonda e em Barra Mansa, tais como VR-Jardim Paraíba, BM-Ano Bom, VR-Conforto e VR-Siderville.

A Figura 111 ilustra o comportamento das concentrações de PTS da rede automática. Verifica-se que os valores médios anuais de PTS registrados nos municípios da RMP apresentam-se estáveis, onde duas estações apresentaram violação de padrão nos últimos 11 anos de monitoramento, sendo elas BM-Sesi, em 2004, e BM-Boa Sorte, nos anos de 2010 e 2011. Vale ressaltar que algumas dessas violações não apresentaram quantitativo estatístico representativo. Nota-se, também, que no ano de 2012 e 2013, houve um decréscimo na concentração deste poluente, com exceção da estação BM – Boa Sorte, no ano de 2013, onde houve um incremento chegando a violar o padrão de qualidade do ar para este poluente.



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
VR - Jardim Paraiba	A	B	B	B	C	60	C	C	C	C	67	83	80	79
VR - Volta Grande	A	C	C	49	C	47	C	C	C	C	46	52	42	41
BM - Ano Bom	A	C	C	C	C	63	C	C	C	C	66	90	C	74
VR - Aeroclube	56	46	52	52	B	49	44	73	39	39	46	54	52	53
VR - Conforto	79	72	67	68	64	B	B	36	73	71	87	85	75	65
VR - Vila Mury	A	C	51	45	39	B	B	43	40	43	49	48	47	43
VR - SIDERVILE	A	A	A	A	A	C	70	96	73	65	72	85	87	70
VR - Santa Rita do Zarur	A	C	54	48	45	B	B	56	51	45	52	64	51	53
Rs - UERJ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	40	40

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

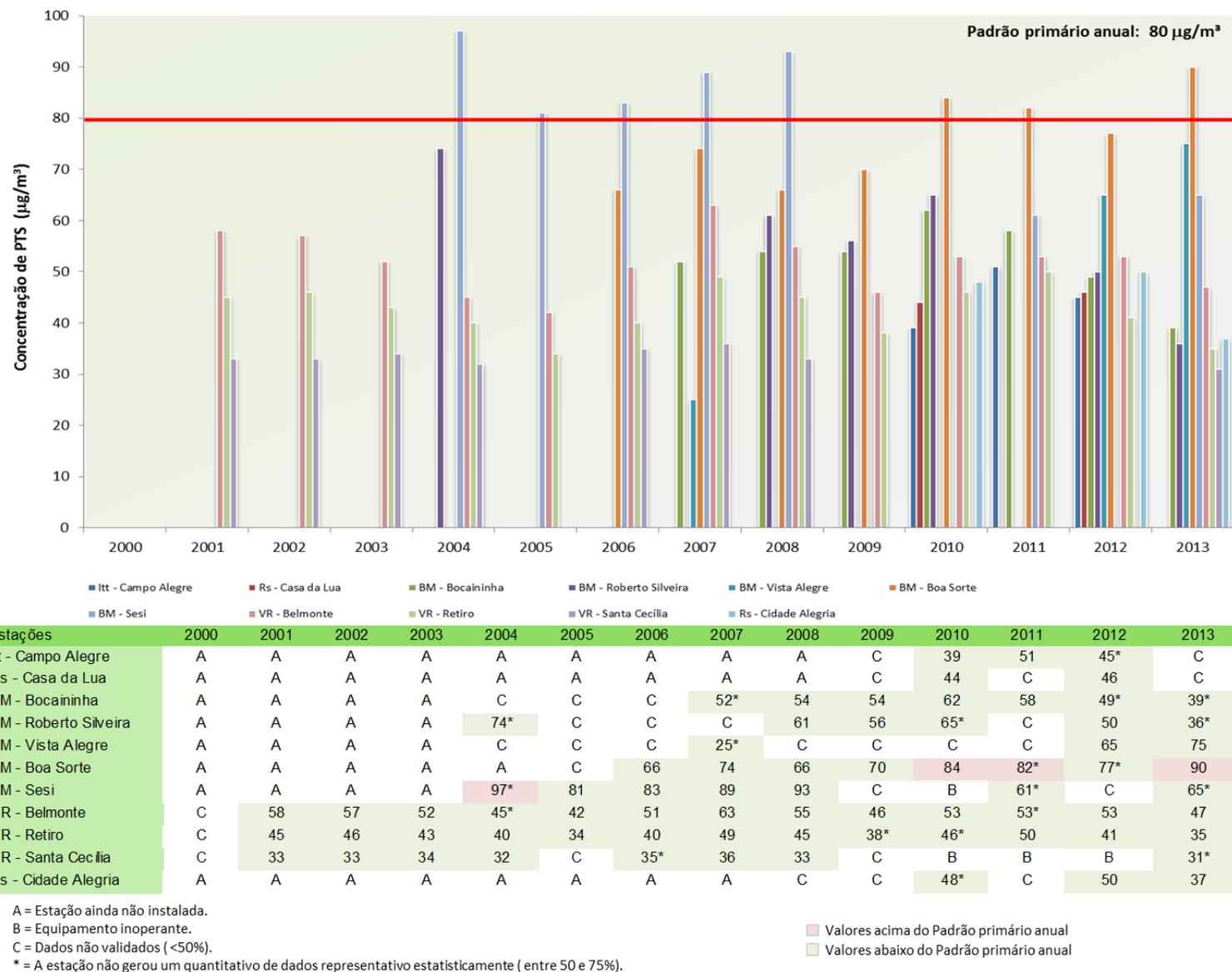
C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual

■ Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 110. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMP.



**Figura 111.** Evolução anual de PTS para a rede automática na RMP.

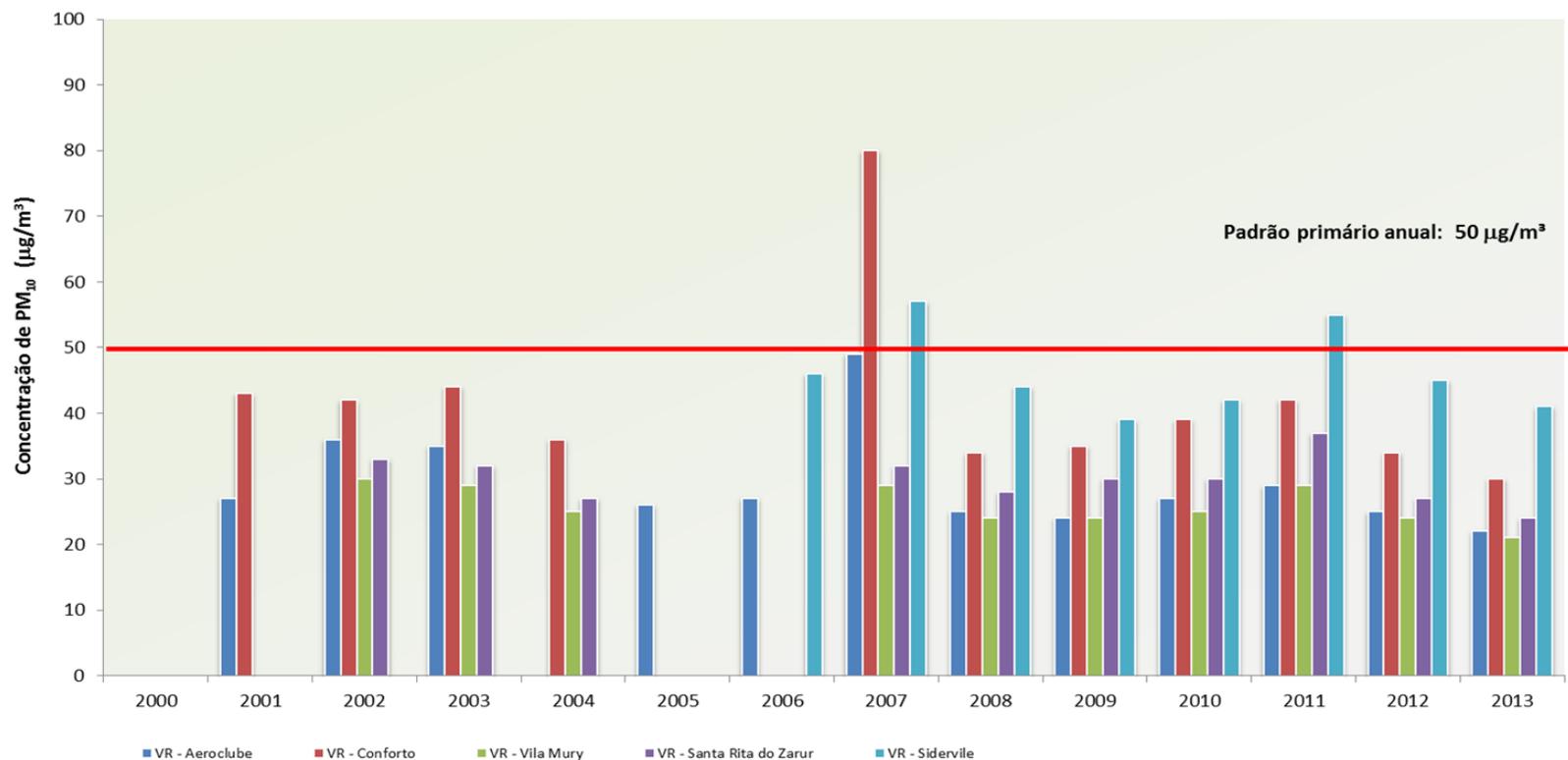
## 6.2.2 Evolução das concentrações de Material Particulado (PM<sub>10</sub>) nos últimos anos

A Figura 112 ilustra o comportamento das concentrações de PM<sub>10</sub> da rede semiautomática, ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de PM<sub>10</sub> registrados nos municípios da RMP, apresentaram-se em geral estáveis com um aumento da concentração no ano de 2007.

Historicamente a RMP não tem grandes problemas quanto ao poluente PM<sub>10</sub>. No entanto, nos anos recentes a região vem apresentando crescimento de diversos setores, sendo a construção civil, montadoras de veículos, usinas termelétricas e o crescimento da frota veicular possíveis fontes potenciais que contribuem no aumento da concentração de PM<sub>10</sub>. Além disso, a região está sujeita a influência do principal eixo de ligação Rio de Janeiro – São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra, bem como, da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

Conforme pode-se observar, as estações semiautomáticas da RMP apresentam poucos valores de concentração que violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (50 µg/m<sup>3</sup>), para o parâmetro PM<sub>10</sub>. Os maiores valores de concentrações de PM<sub>10</sub>, com violação ao padrão, foram observados nas estações localizadas no município de Volta Redonda (VR – Conforto e VR – Siderville).

A Figura 113 ilustra o comportamento das concentrações de PM<sub>10</sub> da rede automática. Verifica-se que os valores médios anuais de PM<sub>10</sub> registrados nos municípios da RMP, apresentam-se bastante estáveis, sem grande aumento ou decréscimo nos últimos anos, com exceção do observado no município de Barra Mansa, onde duas estações apresentaram violação de padrão nos últimos 11 anos de monitoramento, sendo elas as estações BM – Vista Alegre (2004, 2006 e 2007) e BM – Sesi (2004, 2005, 2007 e 2011), respectivamente. Esta mesma tendência foi observada para o parâmetro PTS. Vale ressaltar que algumas dessas violações não apresentaram quantitativo estatístico representativo. Já para os últimos dois anos, nota-se uma queda nas concentrações de todas as estações.



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
VR - Aeroclube	C	27	36	35*	C	26	27	49	25*	24	27	29	25	22
VR - Conforto	C	43	42	44	36	B	B	80	34	35	39	42	34	30
VR - Vila Mury	A	C	30	29	25	B	B	29	24	24	25	29	24	21
VR - Santa Rita do Zarur	A	C	33	32	27	B	B	32	28	30	30	37	27	24
VR - Siderville	A	A	A	A	A	C	46	57	44	39	42	55	45	41

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

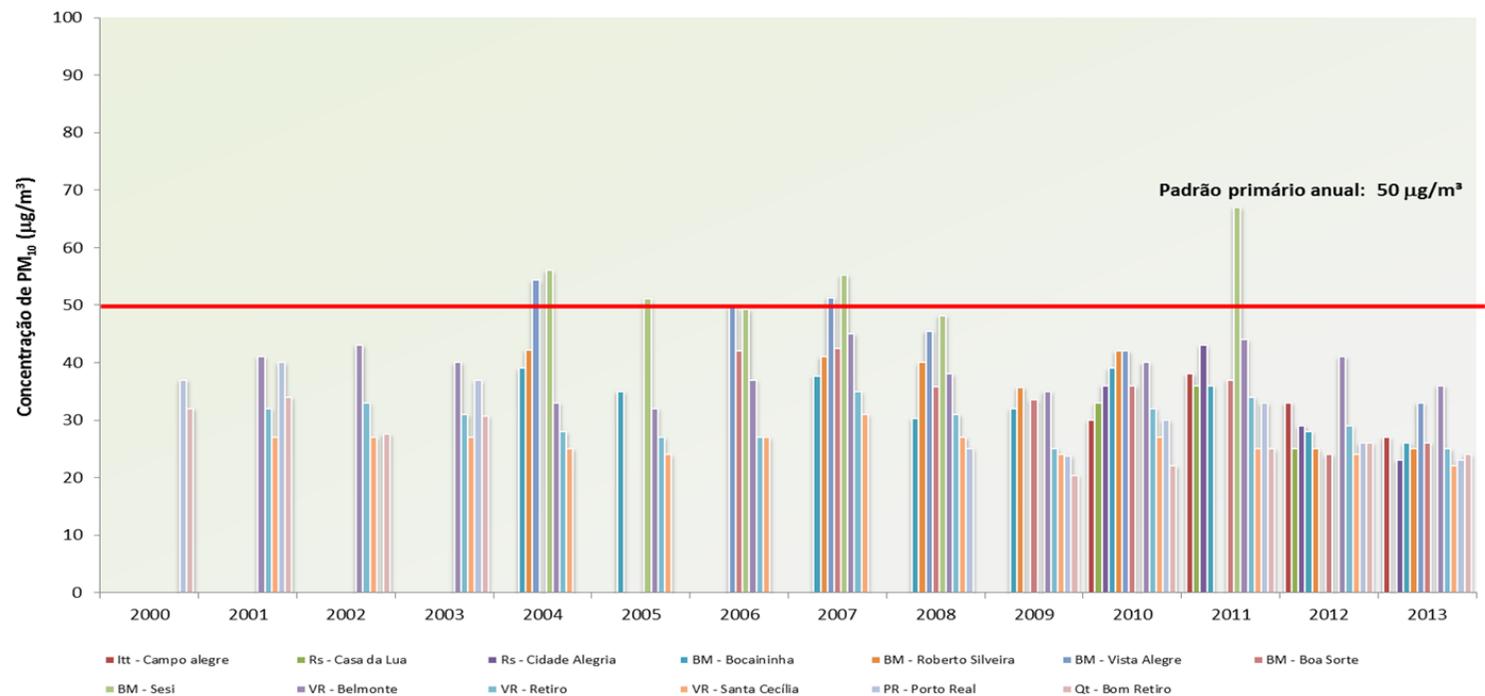
C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

Valores acima do Padrão primário anual

Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 112. Evolução anual de PM<sub>10</sub> para a rede semiautomática na RMP.



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
It - Campo alegre	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	30	38	33	27
Rs - Casa da Lua	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	33	36*	25	C
Rs - Cidade Alegria	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	36*	43	29	23
BM - Bocaininha	A	A	A	A	39*	35*	C	38*	30	32	39	36	28*	26*
BM - Roberto Silveira	A	A	A	A	42*	C	C	41	40	36	42	C	25*	25*
BM - Vista Alegre	A	A	A	A	54*	C	50*	51*	46	C	42	C	C	33*
BM - Boa Sorte	A	A	A	A	A	C	42	42	36	34	36	37*	24*	26*
BM - Sesi	A	A	A	A	56*	51	49	55	48	C	B	67*	C	C
VR - Belmonte	C	41	43	40	34*	33	37	45	38	35	40	44*	41	36
VR - Retiro	C	32*	33	31	28	27	27	35	31	25*	32*	34	29	25
VR - Santa Cecília	C	27	27	27	25	24	27	31	27	24	27	25	24	22
PR - Porto Real	37	40	C	37*	B	B	B	B	25*	24	30	33	26*	23*
Qt - Bom Retiro	32	34*	28*	31	B	B	B	C	C	20	22	25	26	24

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

Valores acima do Padrão primário anual

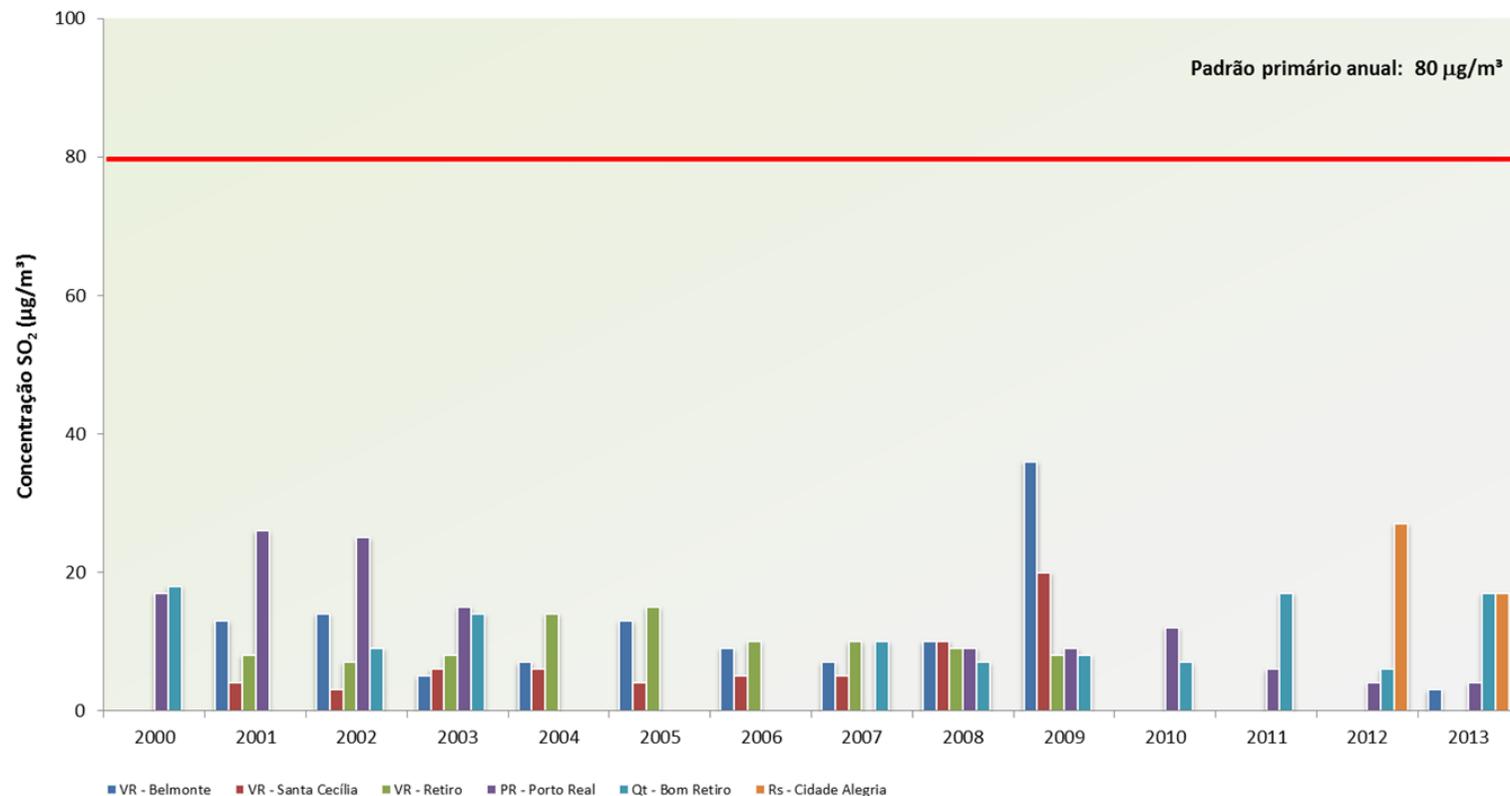
Valores abaixo do Padrão primário anual

**Figura 113.** Evolução anual de PM<sub>10</sub> para a rede automática na RMP.

### 6.2.3 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos

A Figura 114 ilustra o comportamento das concentrações de SO<sub>2</sub> ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de SO<sub>2</sub> registrados nos municípios da RMP, não violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (80 µg/m<sup>3</sup>). Para este poluente, as atividades desenvolvidas por atividades industriais são fontes potenciais que contribuem no aumento da concentração de SO<sub>2</sub> no ar, tendo como destaque das tipologias industriais que mais contribuem para a emissão desse poluente na atmosfera, os setores de geração de energia e de cerâmica.

Conforme demonstrado pelas concentrações de SO<sub>2</sub> dos últimos anos, é possível verificar uma tendência de queda no valor médio anual na estação localizada em Porto Real (PR – Porto Real), e tendência de elevação das concentrações na estação localizada em Quatis (Qt – Bom Retiro) nos últimos anos.



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
VR - Belmonte	C	13	14	5	7*	13	9	7	10	36*	B	B	B	3*
VR - Santa Cecília	C	4*	3	6	6*	4*	5*	5	10	20	B	B	B	C
VR - Retiro	C	8	7	8	14	15	10	10	9	8*	B	B	B	C
PR - Porto Real	17*	26*	25*	15	B	B	C	C	9	9*	12	6*	4*	4*
Qt - Bom Retiro	18*	C	9	14	B	B	C	10*	7*	8	7*	17*	6	17*
Rs - Cidade Alegria	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	27	17*

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual

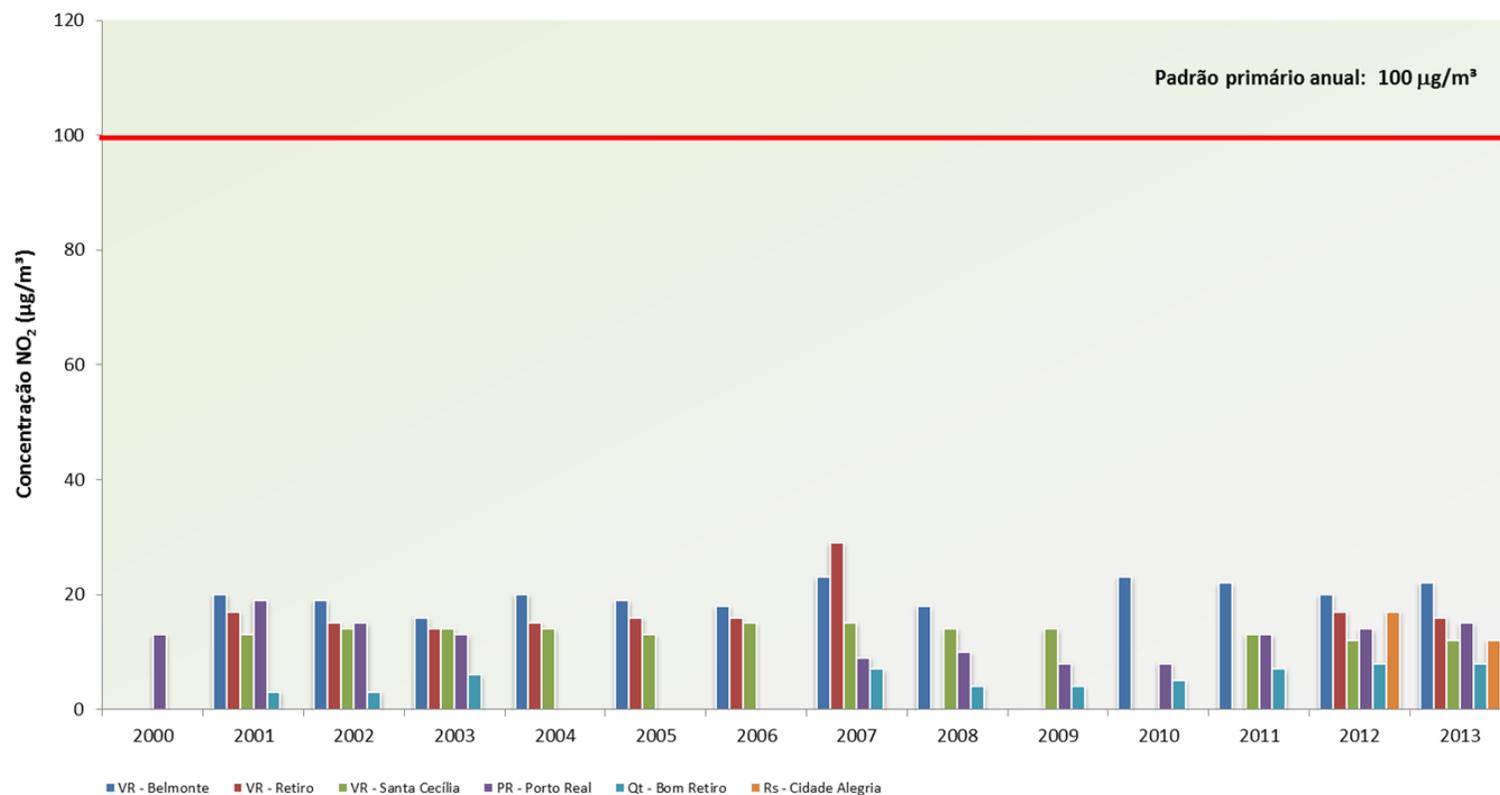
■ Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 114. Evolução anual de SO<sub>2</sub> para a rede automática na RMP.

#### 6.2.4 Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos

A Figura 115 ilustra o comportamento das concentrações anuais de NO<sub>2</sub> ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de NO<sub>2</sub> registrados nos municípios da RMP, não violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (100 µg/m<sup>3</sup>). Para este poluente, e de uma forma geral para os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), as atividades desenvolvidas pelas fontes fixas (atividades industriais) e fontes móveis (veículos automotores) são potenciais contribuintes para o aumento das concentrações de NO<sub>2</sub> no ar.

Conforme demonstrado pelas concentrações de NO<sub>2</sub> dos últimos anos, observa-se uma tendência estável para todas as estações de monitoramento nos últimos anos. Alguns dados de estações da RMP para o parâmetro NO<sub>2</sub> não estão apresentados devido ao insuficiente quantitativo de dados gerados por estas.



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
VR - Belmonte	C	20	19	16*	20*	19	18	23	18	C	23*	22*	20	22
VR - Retiro	C	17	15	14	15*	16	16	29	B	C	C	C	17	16
VR - Santa Cecília	C	13	14	14	14*	13	15	15	14	14	C	13*	12	12
PR - Porto Real	13	19	15*	13*	B	B	C	9*	10	8	8	13	14*	15*
Qt - Bom Retiro	C	3	3*	6*	B	B	C	7*	4	4*	5*	7	8	8
Rs - Cidade Alegria	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	17	12*

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

Valores acima do Padrão primário anual

Valores abaixo do Padrão primário anual

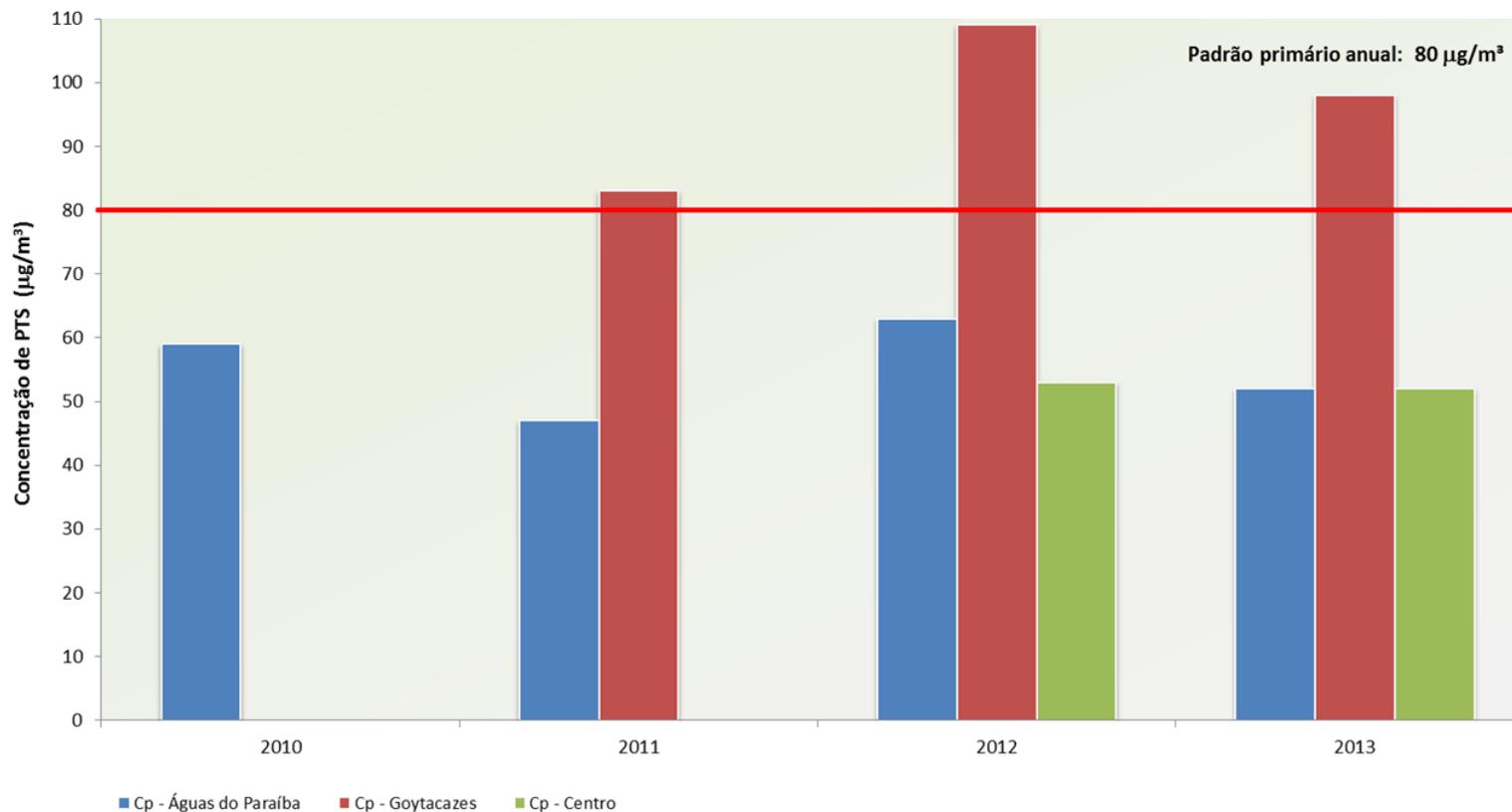
Figura 115. Evolução anual de NO<sub>2</sub> para a rede automática na RMP.

### 6.3 Região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro

#### 6.3.1 Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos

A Figura 116 ilustra o comportamento das concentrações de PTS da rede semiautomática, nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013. A RNF apresenta apenas duas estações localizadas no município de Campos (Cp – Águas do Paraíba e Cp – Goytacazes), que realizaram monitoramento nos anos de 2010 a 2012, não sendo possível a realização da análise de tendência devido à restrição na série de dados. Nos dados obtidos, para a estação Cp – Goytacazes, observou-se uma violação ao padrão anual nos anos de 2011 a 2013 para PTS que é de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A Figura 117 ilustra o comportamento das concentrações de PTS da rede automática. A região apresenta duas estações que realizaram monitoramento nos anos de 2010 a 2013, sendo uma localizada no município de São João da Barra (SJB – Água Preta) e a outra no município de Macaé (Mc – Cabiúnas). Verifica-se que os valores médios anuais de PTS registrados nos municípios da RNF apresentaram-se bastante estáveis durante os anos de monitoramento da região, sendo que nenhuma estação apresentou violação ao padrão.



Estações	2010	2011	2012	2013
Cp - Águas do Paraíba	59*	47*	63	52
Cp - Goytacazes	C	83*	109	98
Cp - Centro	C	C	53*	52

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

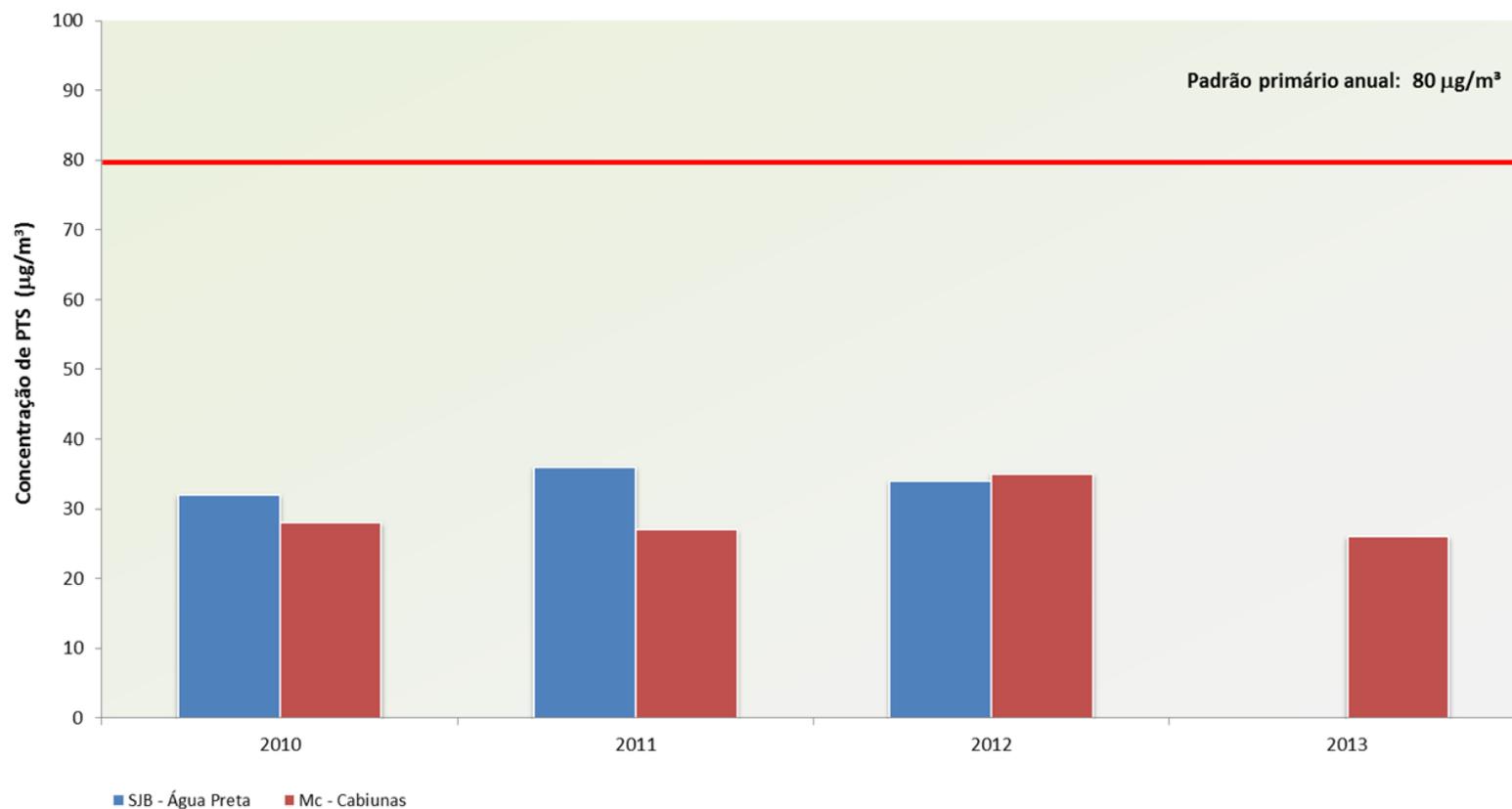
C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual

■ Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 116. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RNF.



Estações	2010	2011	2012	2013
SJB - Água Preta	32	36*	34*	C
Mc - Cabiunas	28*	27	35	26

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual

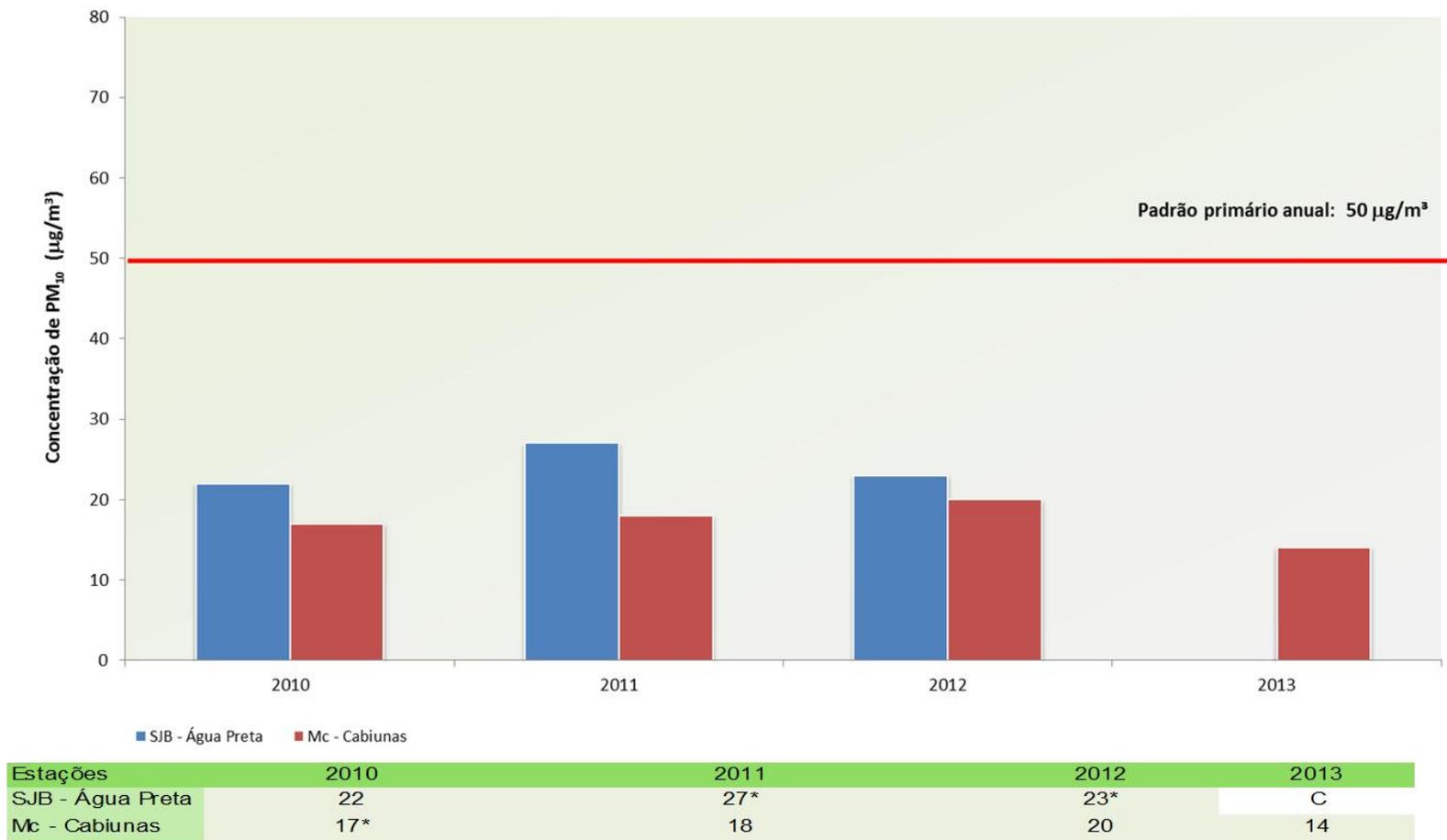
■ Valores abaixo do Padrão primário anual

**Figura 117.** Evolução anual de PTS para a rede automática na RNF.

### 6.3.2 Evolução das concentrações de Material Particulado (PM<sub>10</sub>) nos últimos anos

A RNF não apresentou quantitativo de dados válidos para o parâmetro PM<sub>10</sub> na rede semiautomática.

A Figura 118 ilustra o comportamento das concentrações de PM<sub>10</sub> monitoradas através da rede automática. A região apresenta duas estações de monitoramento, localizadas em São João da Barra (SJB – Água Preta) e Macaé (Mc – Cabiúnas) que realizaram monitoramento com volume de dados representativos nos anos de 2010 a 2013. Verifica-se que os valores médios anuais de PM<sub>10</sub> registrados nos municípios da RNF apresentaram-se bastante estáveis durante os anos de monitoramento da região, sendo que nenhuma estação apresentou violação do padrão.



A = Estação ainda não instalada.  
 B = Equipamento inoperante.  
 C = Dados não validados (<50%).  
 \* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

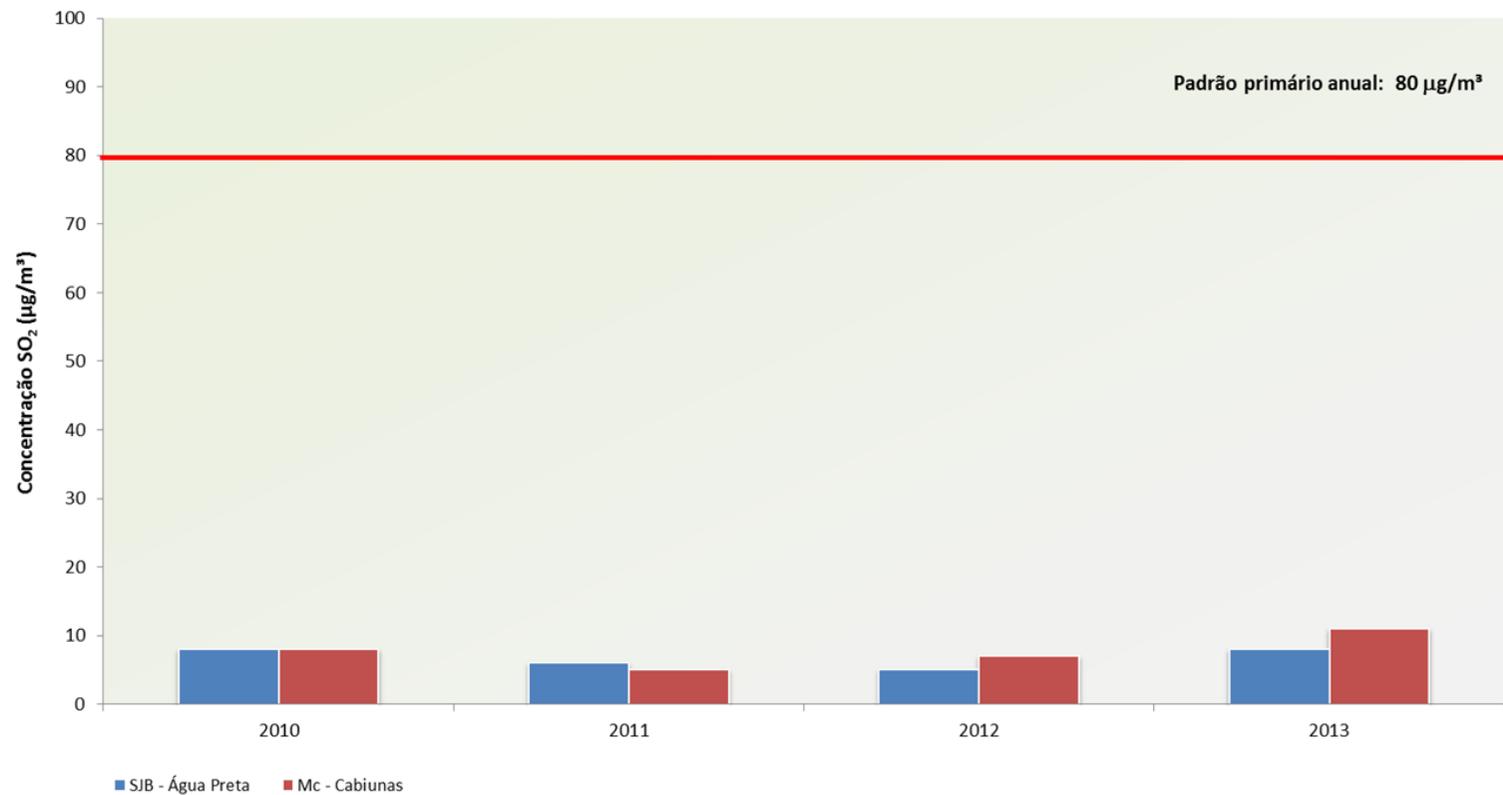
Valores acima do Padrão primário anual  
 Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 118. Evolução anual de PM<sub>10</sub> para a rede automática na RNF.

### 6.3.3 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos

A Figura 119 ilustra o comportamento das concentrações de SO<sub>2</sub> ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de SO<sub>2</sub> registrados nos municípios da RNF, não violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (80µg/m<sup>3</sup>). Para este poluente, as atividades desenvolvidas pelas atividades industriais são fontes potenciais que contribuem no aumento da concentração de SO<sub>2</sub> no ar.

Conforme já informado, a região apresenta duas estações, SJB – Água Preta e Mc – Cabiúnas, que realizaram monitoramento com volume de dados representativos nos anos de 2010 a 2013. Observa-se que os valores médios anuais de SO<sub>2</sub> registrados nos municípios da RNF apresentaram-se bastante estáveis durante os três anos de monitoramento da região, sem nenhuma ocorrência de violação do padrão.



Estações	2010	2011	2012	2013
SJB - Água Preta	8	6	5*	8*
Mc - Cabiunas	8*	5	7	11

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual

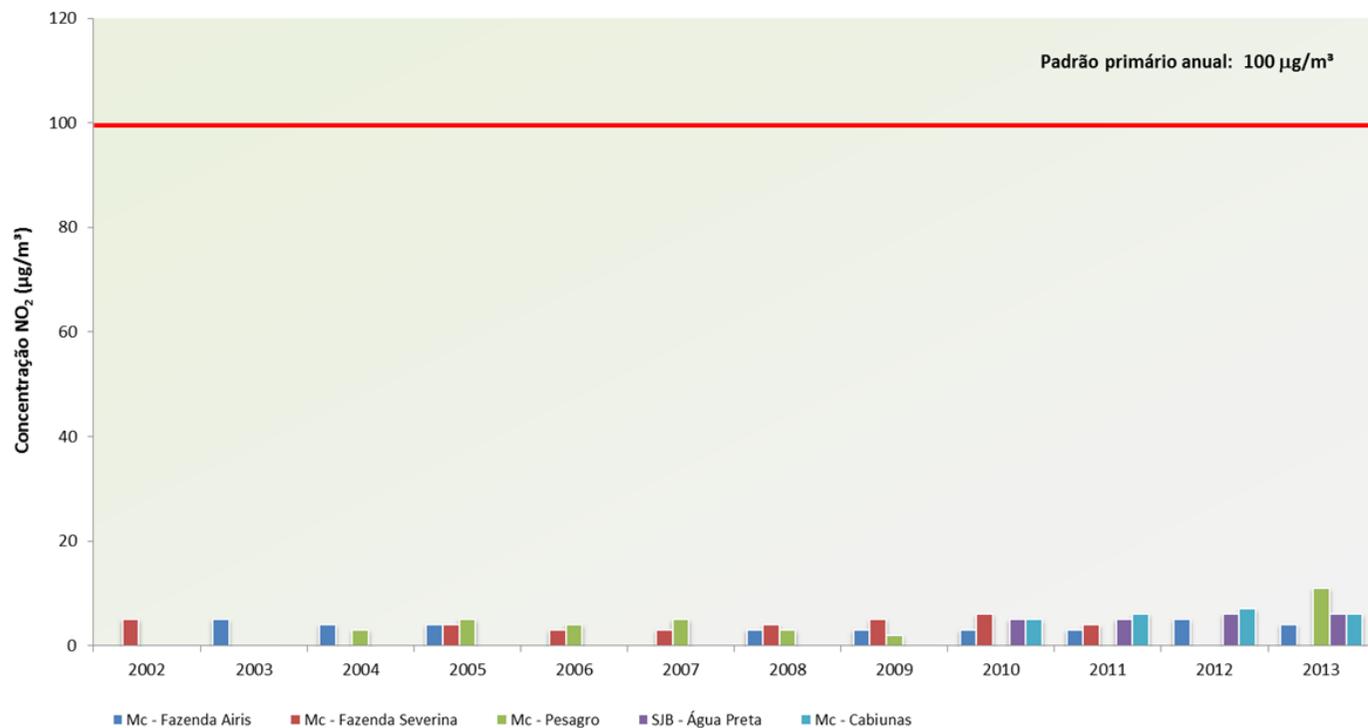
■ Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 119. Evolução anual de SO<sub>2</sub> para a rede automática na RNF.

### 6.3.4 Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos

A Figura 120 ilustra o comportamento das concentrações de NO<sub>2</sub> ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de NO<sub>2</sub> registrados nos municípios da RNF, não violaram o limite de padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (100 µg/m<sup>3</sup>). Para este poluente e de uma forma geral para os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), as atividades desenvolvidas pelas fontes fixas (atividades industriais) e fontes móveis (veículos automotores) apresentam potencial contribuição no aumento da concentração de NO<sub>2</sub> no ar.

Esta região apresenta cinco estações localizadas nos municípios de Macaé (Mc – Fazenda Airis, Mc – Pesagro, Mc – Fazenda Severina e Mc – Cabiúnas) e São João da Barra (SJB – Água Preta). Conforme demonstrado pelas concentrações de NO<sub>2</sub>, os valores médios anuais registrados nessas estações localizadas nos municípios da RNF, apresentaram-se bastante estáveis durante os anos de monitoramento da região.



Estações	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Mc - Fazenda Airis	A	5*	4*	4	C	C	3*	3*	3*	3	5	4
Mc - Fazenda Severina	5*	C	C	4*	3	3	4*	5	6	4	C	C
Mc - Pesagro	C	C	3	5*	4*	5	3*	2	C	C	C	11*
SJB - Água Preta	A	A	A	A	A	A	C	4	5	5	6*	6*
Mc - Cabiunas	A	A	A	A	A	A	A	C	5*	6	7	6

A = Estação ainda não instalada.

B = Equipamento inoperante.

C = Dados não validados (<50%).

\* = A estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente (entre 50 e 75%).

■ Valores acima do Padrão primário anual

■ Valores abaixo do Padrão primário anual

Figura 120. Evolução anual de NO<sub>2</sub> para a rede automática na RNF.

#### **6.4 Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro**

A RS apresenta apenas três estações localizadas nos municípios de Macuco (Ma – Macuco) e Cantagalo (Cg – Val Palmas e Cg – Euclidelândia), que iniciaram o monitoramento no ano de 2010, não sendo possível a realização da análise de tendência devido à restrição na série de dados. Nos dados obtidos, não foi observada nenhuma uma violação ao padrão anual no ano de 2012 e 2013 para  $PM_{10}$  que é de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 7. Considerações e Recomendações

### 7.1 Considerações Finais

De uma forma geral, a avaliação dos resultados obtidos pelas redes de monitoramento da qualidade do ar no ano de 2013 demonstra que a situação geral do ar no Estado foi classificada como BOA, sem registro de episódios críticos de poluição atmosférica (conforme definido na Resolução CONAMA Nº 03/1990). Os únicos poluentes que apresentaram violações aos padrões de qualidade do ar estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 03/1990 foram PTS, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, demonstrando a necessidade de aplicação de ações específicas de controle das principais fontes emissoras destes poluentes em cada sub-região avaliada. As violações dos padrões relativos a particulados foram identificadas pela rede semiautomática, com escassos registros de violação obtidos pela rede automática. A rede semiautomática é destinada prioritariamente para o acompanhamento e controle de obras civis e atividades de extração mineral, e tende a superestimar este parâmetro em função do seu objetivo específico. Já o ozônio é um poluente que tem se apresentado em elevados níveis de concentração, não apenas no Rio de Janeiro, mas em diversos centros urbanos do mundo, sendo este um problema crítico das grandes cidades. Além disso, no caso do Ozônio a Organização Mundial de Saúde (OMS), em sua última publicação de 2005, reconheceu o efeito deletério deste poluente à saúde, fruto da exposição persistida a altas concentrações, e não a picos agudos de concentrações horárias, conforme determina a Resolução CONAMA Nº 03/1990. Com isso, a OMS em seu guia, definiu diretrizes para o Ozônio apuradas em médias móveis de 8 horas, que deverá ser a métrica a ser adotada futuramente.

Por outro lado, o Estado não apresentou em 2013 problemas de poluição relacionados à SO<sub>2</sub> e CO mesmo em áreas com alta concentração urbana e industrial.

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro apresentou o maior comprometimento da qualidade do ar no Estado. Nesta região foram violados os Padrões de PM<sub>10</sub>, PTS, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, especialmente na baixada fluminense e na região do Pólo Industrial de Campos Elíseos. Dentre os principais fatores que acarretarão tais violações destacam-se as atividades petroquímicas, as vias não pavimentadas, a queima de lixo a céu aberto, além da intensa circulação de veículos automotores.

A Região do Médio Paraíba apresentou como principal fator impactante o intenso fluxo de veículos pesados associado ao principal eixo de ligação entre o Rio de Janeiro e São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra e ainda, pelos setores industriais associados à siderurgia, a indústria automotiva e metal-mecânica. Apesar das emissões provocadas por essas atividades, não foram observadas ultrapassagens dos padrões de CO, SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>, em nenhum dos pontos monitorados. As violações foram registradas apenas para os parâmetros PM<sub>10</sub>, PTS e O<sub>3</sub>.

Na Região Norte Fluminense as atividades associadas à cadeia produtiva do petróleo e gás e energia, bem como as atividades sucroalcooleiras, são as maiores poluidoras da atmosfera. Nessa região, registrou-se apenas violação aos padrões de O<sub>3</sub> e de PTS. Entretanto, a região demanda atenção tendo em vista o grande crescimento previsto para os próximos anos com a implantação de atividades dos setores metal-mecânico, portuários, entre outros.

Por último, na Região Serrana as atividades associadas à cadeia produtiva do cimento e alimentícia são as maiores poluidoras da atmosfera. Nessa região, não foram registradas nenhuma violação aos padrões de qualidade do ar para o poluente PM<sub>10</sub>.

Uma síntese dos resultados obtidos, sua classificação, bem como as principais fontes e ações de gestão e controle a elas relacionadas, incluindo o aprimoramento das políticas públicas relacionadas ao controle da poluição do ar, podem ser observadas no quadro resumo abaixo.

QUADRO RESUMO - CONCLUSÃO

Região	Sub-região	Poluentes com Qualidade do Ar atendendo aos Padrões CONAMA 03/90	Poluentes prioritários para ações de controle e gestão	Principais Causa	Principais Ações relacionadas à gestão da Qualidade do Ar em cada Região		
		Fontes Fixas	Fontes Móveis		Ações Gerais		
RMRJ	Pólo Petroquímico Campos Elzeos	SO <sub>2</sub> , CO	O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , PI*	Atividade das empresas do Pólo Petroquímico, emissão de precursores de O <sub>3</sub> (COV e NO <sub>x</sub> ) e intenso tráfego veicular na Rodovia Washington Luiz	TAC aplicado à Reduc; implantação do Programa LDAR nas indústrias da ASSECAMPE visando a redução das emissões de poluentes voláteis; intensificação do monitoramento e condições mais restritivas para o licenciamento ambiental das emissões atmosféricas		
	Distrito Industrial Santa Cruz	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PI	O <sub>3</sub> , PTS <sup>SA</sup>	Queima incompleta de combustíveis (veicular e industrial), atividades industriais, emissão de precursores de O <sub>3</sub> (COV e NO <sub>x</sub> ), queima de lixo a céu aberto e vias não pavimentadas	TAC aplicado à TKCSA, com a previsão de implantação de sistema de despoeiramento e enclausuramento do Poço de Emergência e execução de estudo de modelos receptores; caracterização da composição química do material particulado amostrado na região, a fim de verificar a presença de componentes tóxicos; intensificação do monitoramento e condições mais restritivas para o licenciamento ambiental das emissões atmosféricas		
	Baixada Fluminense	-	PTS <sup>SA</sup> , PI <sup>SA</sup>	Grande volume de obras, principalmente às relacionadas ao PAC; alto tráfego veicular e vias não pavimentadas no local; queima de lixo a céu aberto	Monitoramento e acompanhamento da área; intensificação do monitoramento e condições mais restritivas para o licenciamento ambiental das emissões atmosféricas		
	Zona Oeste	-	PI <sup>SA</sup>	Grande volume de obras de infraestrutura para a preparação da cidade para os grandes eventos a serem realizados, tais como Jornada Mundial da Juventude, Taça das Confederações, Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016; alto tráfego veicular no local e queima de lixo a céu aberto	Monitoramento e acompanhamento da área; intensificação do monitoramento e condições mais restritivas para o licenciamento ambiental das emissões atmosféricas		
RMP	Volta Redonda e Barra Mansa	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO	PTS <sup>SA</sup> , PI <sup>SA</sup>	Atividade Industrial e grande volume veicular associado à Rodovia Presidente Dutra	TAC aplicado à grandes empresas localizadas na região, tais como CSN e Saint Gobain; maior rigor das condicionantes de licenças relacionadas ao monitoramento da qualidade do ar e emissões atmosféricas	Aprovação dos limites de emissão veicular até 60% mais restritivos (Resolução CONEMA n° 43/12) do que aqueles aplicados no licenciamento anual no DETRAN RJ em 2012.  Aprovação da CONEMA n° 57/2013, que mantém os limites máximos de emissão veicular aplicados em 2013 também no licenciamento de 2014.  Aprovação da Resolução CONEMA n° 58/13, que atualizou a Diretriz do Programa de Autocontrole de Emissão de Fumaça Preta -PROCON FUMA PRETA, intensificando as ações de controle sobre os veículos mais poluentes (movidos à óleo diesel), além de aplicar a restrição de circulação nas vias públicas do Estado.	Investimento do Órgão na aquisição de 11 novas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar (MQAr) visando atendimento ao COI e o monitoramento dos poluentes tidos como prioritários para o controle  Andamento ao contrato com a empresa Cetrel Odebrecht Ambiental para realização de serviço de operação, manutenção e ampliação da rede de MQAr
	Quatis	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PI	O <sub>3</sub>	Área rural, cercada por montanhas e vegetação, com possível acúmulo de precursores de O <sub>3</sub> (COV e NO <sub>x</sub> )	Monitoramento e acompanhamento da área; maior rigor das condicionantes de licenças relacionadas ao monitoramento da qualidade do ar e emissões atmosféricas		
RNF	Macaé	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PTS, PI	O <sub>3</sub>	Empresas do setor de petróleo e gás e geração de energia elétrica (termoelétricas)	Monitoramento e acompanhamento da área; intensificação do monitoramento e condições mais restritivas para o licenciamento ambiental das emissões atmosféricas	Manutenção e Intensificação dos Programas de Controle da Poluição Veicular - Procon Fumaça Preta (Procon FP) e Inspeção Manutenção de Veículos (I/M)	Realização de Campanhas Informativas da Qualidade do Ar nos dias Mundial do Meio Ambiente  Interamericano da Qualidade do Ar e Mundial Sem Carro, mobilizando aproximadamente 3.500 pessoas, a contribuírem para melhoria da qualidade do ar.
	Campos	-	PTS <sup>SA</sup>	Empresas do setor Sucroalcooleiro e queima sazonal da palha de cana	Monitoramento e acompanhamento da área; intensificação do monitoramento e condições mais restritivas para o licenciamento ambiental das emissões atmosféricas; edição da Lei Estadual no 5990 de 2011 que determina a redução gradual da queima de palha de cana no Estado		
	São João da Barra	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PTS, PI e O <sub>3</sub>	-	Construção de grandes empreendimentos (Super Porto do Açú)	Monitoramento e acompanhamento da área; intensificação do monitoramento ambiental mais rigoroso, Manutenção e Intensificação do Programa de Monitoramento de Emissões de Fontes Fixas (PROMON AR), com adoção de padrões ambientais mais restritivos para a implantação dos novos empreendimentos		
RS	Macuco e Cantagalo	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PTS, PI e O <sub>3</sub>	-	Empresas do setor de cimento (cimenteiras)	Monitoramento e acompanhamento da área		

<sup>SA</sup>: Equipamento da Rede Semiautomática: Destinado prioritariamente ao acompanhamento de obras para fins de controle e aplicação de ações mitigadoras  
\*: Violação ocorrida em estação que não gerou um quantitativo de dados representativos estatisticamente

## 7.2 Ações e Providências Futuras

Diante do quadro demonstrado anteriormente e a fim de realizar a gestão e controle da Qualidade do Ar, o INEA utiliza ferramentas que propiciam um diagnóstico dos problemas relacionados à poluição atmosférica e subsidiam ações e medidas de controle da qualidade do ar no ERJ. Entre as ferramentas utilizadas destacam-se: Avaliação dos potenciais impactos dos empreendimentos em Licenciamento Ambiental na Qualidade do Ar através dos Estudos de Dispersão Atmosférica (EDA); Programa de Monitoramento de Emissões de Fontes Fixas para a Atmosfera – PROMON-Ar; Programa de Autocontrole de Emissão de Fumaça Preta por Veículos Automotores do Ciclo Diesel – PROCON Fumaça Preta, e Programa de Inspeção e Manutenção veicular – I/M (Disponíveis no site do INEA - [www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)).

Uma das principais medidas de gestão da qualidade do ar foi a expansão da rede de monitoramento com ampliação do número de estações. Os recursos para este programa foram aprovados pelo FECAM em 2011 e complementado em 2013. A ampliação da rede de monitoramento atende ao caderno de compromissos assinado pelo governo com o COI (Comitê Olímpico Internacional) para a realização das Olimpíadas de 2016. Este programa inclui também a implantação de novas tecnologias de monitoramento e inserção de outros parâmetros como o benzeno, PM<sub>2,5</sub>, entre outros. Além disso, a contratação da empresa Cetrel Odebrecht Ambiental em agosto de 2012, para a realização dos serviços de operação, manutenção e adequação da rede de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia do Estado, permitiu ao INEA garantir a confiabilidade e a qualidade das informações geradas e ter maior agilidade nas respostas aos episódios críticos de poluição atmosférica no estado do Rio de Janeiro. Já como fruto da parceria estabelecida com a Cetrel Odebrecht Ambiental, em 2013, foram inauguradas 9 estações olímpicas da rede (Figura 121).



**Figura 121.** Instalação das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar – Ampliação da RMQAR INEA.

De forma a realizar o controle e a gestão da qualidade do ar em áreas críticas do Estado aplicaram-se ações específicas de controle das principais fontes industriais poluentes com a assinatura de Termos de Ajustamento de Conduta (TACs) com algumas das principais indústrias do Estado. Destacam-se os TACs celebrados com a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Refinaria Duque de Caxias (Reduc) e Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA). Além disso, o INEA tem adotado padrões mais rigorosos nos licenciamentos ambientais em relação às emissões atmosféricas dos grandes empreendimentos industriais em implantação.

Para conter os impactos da poluição veicular, o INEA aplicou em 2013, a Resolução CONEMA Nº43/2011, que traz limites máximos de emissão veicular 60% mais restritivos do que os aplicados em 2012 para o teste de gases do Programa I/M, sujeitando os veículos de passeio à reprovação, com a conseqüente não obtenção do Certificado de Registro de Licenciamento do Veículo (CRLV). Além disso, acompanhando a mobilização federal ocorrida em 2012 para a redução das emissões dos veículos emissores, foi publicada em 13/12/2013, a Resolução CONEMA nº 57/13, que estendeu para 2014, o prazo de aplicação dos limites de emissão veicular estabelecidos na Resolução CONEMA nº 43/2012. Ainda na mesma data foi publicada a Resolução CONEMA nº 58/13, que aprovou a NOP-INEA-14, que revisou as diretrizes do PROCON Fumaça Preta. Esta nova legislação teve por objetivo intensificar as inspeções das emissões nos veículos vinculados ao programa, passando a ocorrer 3 vezes ao ano, além de impor restrição de circulação em vias públicas, aos veículos reprovados nos testes.

Em relação às fontes fixas, o INEA deu continuidade ao Programa de Monitoramento de Emissões de Fontes Fixas para a Atmosfera (PROMON-Ar). O objetivo foi obrigar as atividades com maior potencial poluidor a realizar amostragens nas suas chaminés, possibilitando o controle e a gestão das mesmas.

Além das ações acima elencadas, merecem destaque as seguintes atividades em andamento: atualização do inventário de fontes de emissão (fixas e móveis), estudos de aplicação de modelos receptores na região do Distrito de Santa Cruz, revisão dos padrões de qualidade do ar, desenvolvimento de sistema de previsão da qualidade do ar, revisão da política estadual de controle da poluição veicular e desenvolvimento de sistemas informatizados objetivando a integração de dados gerados pelo monitoramento com foco na produção de informação.

## 8. Referências

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 03 de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.** Brasília – DF, 1990.

EC, **European Commission: Air Quality Standards**, acessado em 18/01/2013, disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

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

INEA. **O Estado do Ambiente. Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro.** 2010. 156 p.

INEA. **Relatório Anual de Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro 2009.** Rio de Janeiro, 2009. 108 p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas.** Brasília – DF, 1992.

OMM, **WMO Guide to meteorological instruments and methods of observation - WMO-nº. 8.** 2008

OMS, **WHO Air guidelines global update –Reported in a Working Group meeting.** 2005.

RIO DE JANEIRO [Estado]. Lei nº 2.389, de 04 de abril de 1995. Proíbe a comercialização de combustíveis derivados de petróleo com a adição de chumbo.

\_\_\_\_. Lei nº 2.359, de 19 de Abril de 1996. Estabelece um programa de inspeção e manutenção de veículos em uso, destinado a promover a redução da poluição atmosférica.

\_\_\_\_. Lei nº 5.990, de 20 de Junho de 2011. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá outras providências.

USEPA, **National Ambient Air Quality Standards**, acessado em 18/01/2013, disponível em: <http://www.epa.gov/air/criteria.html>.

## **Anexo 1**

### **Endereços das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar**

**Tabela A.** Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar – Estações próprias. Região Metropolitana do Rio de Janeiro em 2013.

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome ANTIGO						
RJ – Taquara	Taquara	Rio de Janeiro	Taquara	Estacionamento do Lab. da Empresa <i>Merck</i>	Est. dos Bandeirantes, nº 1099	-22,934657°	-43,371727°
NI – Monteiro Lobato	Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	Centro	Colégio Municipal Monteiro Lobato	R. Professor Paris, s/nº	-22,762150°	-43,441406°
SG – UERJ	São Gonçalo	São Gonçalo	Paraíso	UERJ Faculdade de Educação	R. Francisco Portela, nº 794	-22,832162°	-43,073370°
RJ – Lab. INEA	Recreio dos Bandeirantes	Rio de Janeiro	Recreio*	Laboratório do INEA	Av. Salvador Allende, nº 5500	-22,989281°	-43,414962°
Nit – Caio Martins	Caio Martins	Niterói	Icaraí**	Estádio Caio Martins	R. Lopes Trovão, s/nº	-22,901679°	-43,106496°
RJ – Lagoa	Lagoa	Rio de Janeiro	Lagoa Rodrigo de Freitas	Heliponto da Lagoa Rodrigo de Freitas	Av. Borges de Medeiros, nº 1444	-22,974491°	-43,217642°
RJ - VAN*#	Van	Rio de Janeiro	Sumaré	Próximos a antenas do SBT	Estrada do Sumaré, s/nº,	-22,949725°	-43,229665°
RJ – Lourenço Jorge	Lourenço Jorge	Rio de Janeiro	Barra da Tijuca	Hospital Municipal Lourenço Jorge	Av. Ayrton Senna, nº 2000	-22,994534°	-43,365317°
BR – São Bernardo	-	Belford Roxo	São Bernardo	CIEP 177 Constantino Reis	Av. Joaquim da CostaLima, s/n	-22,736296°	-43,385214°
RJ – Campos dos Afonsos	-	Rio de Janeiro	Teodoro	Vila Militar	Avenida Marechal Fontenelle, no. 755	-22,878608°	-43,379278°
RJ – Centro	-	Rio de Janeiro	Centro	Escola Municipal Tia Ciata	Av. Presidente Vargas, s/nº R benedito Hopólito	-22,907390°	-43,195327°
RJ - Engenhão	-	Rio de Janeiro	Engenho de Dentro	Estádio Olímpico João Havelange	Rua José dos Reis, s/n	-22,891816°	-43,294420°
RJ – Gamboa	-	Rio de Janeiro	Gamboa	Vila Olímpica	Rua Gamboa, s/n	-22,897630°	-43,198888°
RJ – Gericinó	-	Rio de Janeiro	Deodoro	Deodoro	CIG - Centro de Instrução Gericinó - Stand de Tiro - Deodoro	-22,859330°	-43,408049°

RJ – Leblon	-	Rio de Janeiro	Leblon	CIEP Nação Rubro Negra	Praça Nossa Senhora Auxiliadora, s/n	-22,978423°	-43,222986°
RJ - Maracanã	-	Rio de Janeiro	Maracanã	UERJ	Av. Presidente Castelo Branco, s/ nº	-22,910389°	-43,235731°
RJ – Urca	-	Rio de Janeiro	Urca	UFRJ	Av. Pasteur, nº 250	-22,955324°	-43,175882°
RJ – João XXIII	-	Rio de Janeiro	Santa Cruz	CIEP Papa João XXIII	Av. João XXIII, s/ nº	-22,906628°	-43,704167°

\*Estação Móvel; #Início de operação 12/12/2012.

**Tabela B.** Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região Metropolitana do Rio de Janeiro em 2013.

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID ATUAL	ID ANTIGO						
Itb – Porto das Caixas	-	Itaboraí	Porto das Caixas	-	-	-22,701640°	-42,874543°
Itb – Sambaetiba	-	Itaboraí	Sambaetiba	-	-	-22,669450°	-42,787940°
Itb – Fazenda Macuco	-	Itaboraí	Porto das Caixas	-	Estrada de Macacu, s/ nº	-22,727410°	-42,848758°
APA - Guapimirim	-	Guapimirim	Fazenda Santa Inês	-	Rodovia Raphael de Almeida Magalhães, 1896	-22,675750°	-42,975640°
Itb – Conceição	-	Itaboraí	Nossa Senhora da Conceição	-	Rua H	-22,685456°	-42,868961°
Sp – Piranema	Seropédica	Seropédica	-	Posto da Polícia Rod. Federal	RJ 099, Km 8 (Reta de Piranema)	-22,835373°	-43,712376°
RJ – Ilha do Governador	-	Rio de Janeiro	Ilha do Governador/Cocotá	Centro Cultural Euclides da Cunha	Praça Danaides, s/nº	-22,804417°	-43,181558°
RJ - Ilha de Paquetá	-	Rio de Janeiro	Ilha de Paquetá	Paquetá	Parque Darke de Mattos	-22,767933°	-43,113653°
Itg – Coroa Grande	-	Itaguaí	Coroa Grande	Posto de Saúde	Av. Governador Amaral Peixoto, nº 504	-22,904194°	-43,869917°
Mt – Itacuruça	-	Mangaratiba	Itacuruçá	Posto de Saúde de Itacuruçá	R. da Igualdade, nº 58	-22,928917°	-43,910083°
DC – Campos Elísios	Campos Elísios	Duque de Caxias	Campos Elíseos	Escola Mun. Adelina de Castro	Av. Tupinambá de Castro, s/nº	-22,706479°	-43,270335°

DC – Pilar	Pilar	Duque de Caxias	Pilar	Esc. Municipal Cora Coralina	Av. Presidente Kennedy, km 12, s/nº	-22,705824°	-43,311861°
DC – Jardim Primavera	Jardim Primavera	Duque de Caxias	Jardim Primavera	Polícia Rodoviária Federal	Rodovia Washington Luiz (Km 109), s/nº	-22,674612°	-43,285100°
DC – São Bento	São Bento	Duque de Caxias	São Bento	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Av. Presidente Kennedy, nº 7778	-22,739845°	-43,313349°
DC – Vila São Luiz	Vila São Luiz	Duque de Caxias	Vila São Luiz	CIEP-098 Brizolão Hilda do Carmo Siqueira	Est. São Vicente, s/nº	-22,784550°	-43,286388°
DC – Meteorológica	-	Duque de Caxias	Jardim Piratininga	-	Est. Da Petrobrás	-22,721813°	-43,251244°
SC – Adalgisa Nery	Santa Cruz	Rio de Janeiro	Santa Cruz	Escola Mun. Adalgisa Nery	Est. São Fernando, s/nº	-22,888750°	-43,715970°
Jp - Engenheiro Pedreira	Engenheiro Pedreira	Japeri	Engenheiro Pedreira	Residência de morador local	Est. da Saudade, s/nº	-22,670831°	-43,594216°
Sp – Meteorológica	-	Seropédica	Jardim Maracanã	-	BR - 116	-22,718858°	-43,639494°
SC - Largo do Bodegão	Santa Cruz Largo do Bodegão	Rio de Janeiro	Santa Cruz	Colégio Estadual Barão do Itararé	R. Victor Dumas, s/nº - Largo do Bodegão	-22,927140°	-43,694727°
Itg – Monte Serrat	Itaguaí	Itaguaí	Monte Serrat	CIEP-496 Maestro Franc. Manhães	R. Kaiser Abraão, s/nº	-22,874843°	-43,770067°
SC – Meteorológica	-	Rio de Janeiro	Distrito Industrial Santa Cruz	-	-	-22,905389°	-43,725833°

**Tabela C.** Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região do Médio Paraíba em 2013.

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID ATUAL	ID ANTIGO						
VR – Belmonte	Belmonte	Volta Redonda	Belmonte	CIEP Wandir de Carvalho	Av. Presidente Kennedy, s/nº	-22,517677°	-44,132540°
VR – Retiro	Retiro	Volta Redonda	Retiro	CIEP Glória Roussim Guedes Pinto	Av. Jaraguá, nº 800	-22,502349°	-44,122810°
VR - Santa Cecília	Vila Santa Cecília	Volta Redonda	Vila Santa Cecília	Centro Recreativo dos Trabalhadores	Av. Vinte e Um, s/nº	-22,522530°	-44,106564°
VR – Ilha das Águas Cruas	-	Volta Redonda	Vila Santa Cecília	Ilha das Águas Cruas	-	-22,506113°	-44,114119°
PR – Porto Real	Porto Real	Porto Real	Porto real	Fábrica da Coca-Cola	R. Ubaldino Graciane, nº 651	-22,421032°	-44,288333°
Qt – Bom Retiro	Quatis	Quatis	Bom Retiro	Hotel Fazenda Bom Retiro	-	-22,398155°	-44,320500°
Itt – Campo Alegre	-	Itatiaia	Campo Alegre	Escola Ana Elisa L. Gregori	R. Wanderbilt de Barros, s/nº	-22,290859°	-44,340847°
Rs – Cidade Alegria	-	Resende	Cidade Alegria	Colégio Getúlio Vargas	R. das Acácias, s/nº	-22,284980°	-44,293805°
Rs – Casa da Lua	-	Resende	Casa da Lua	Fazenda Pindorama	Av. Professor Darcy Ribeiro, nº 4300	-22,499880°	-44,518760°
BM – SESI	Centro	Barra Mansa	Centro	SESI Barra Mansa	Av. Dario Aragão, nº 2	-22,548027°	-44,158633°
BM - Boa Sorte	Boa Sorte	Barra Mansa	Boa Sorte	Boa Sorte	Av. Leonisio Sócrates Batista, nº 17	-22,555464°	-44,154884°
BM –Bocaininha	Bocaininha	Barra Mansa	Bocaininha	Bocaininha	Est. Governador Chagas Freitas, nº 798	-22,536000°	-44,202000°
BM - Roberto Silveira	Roberto Silveira	Barra Mansa	Roberto Silveira	Roberto Silveira	R. Ari Thomé, nº 265	-22,538000°	-44,180000°
BM - Vista Alegre	Vista Alegre	Barra Mansa	Vista Alegre	Vista Alegre	Av. José Jorge dos Reis Meirelles, s/nº	-22,509534°	-44,196309°

**Tabela D.** Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região do Norte Fluminense em 2013.

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID ATUAL	ID ANTIGO						
Mc – Fazenda Airis	Fazenda Airis	Macaé	-	Fazenda Airis	RJ 168	-22,345531°	-41,955135°
Mc - Pesagro	Pesagro	Macaé	-	Embrapa	-	-22,376081°	-41,811994°
Mc - Fazenda Severina	Fazenda Severina	Macaé	Fazenda Severina	-	BR - 101	-22,314680°	-41,877100°
Mc - Meteorológica	-	Macaé	Fazenda Severina	-	BR - 101	-22,303743°	-41,875484°
SJB – Água Preta	-	São João da Barra	Porto do Açú	Porto do Açú	-	-21,750000°	-41,317000°
Mc - Cabiúnas	Cabiúnas	Macaé	Cabiúnas	Cabiúnas	-	-22,308658°	-41,752967°

**Tabela E.** Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região Serrana em 2013.

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID ATUAL	ID ANTIGO						
Ma – Macuco	-	Macuco	-	Ciep Macuco	Rua José Malaquias, 871	-21,988899°	-42,259228°
Cg – Val Palmas	-	Cantagalo	-	Val Palmas/ Cimenteira da Holcim	RJ – 166 KM 2,5	-21,972795°	-42,288059°
Cg - Meteorológica	-	Cantagalo	-			-21,941136°	-42,272762°
Cg – Euclidelândia	-	Cantagalo	Euclidelândia	Cimenteira Votorantim do Brasil	Praça da Matriz	-21,906426°	-42,261313°

## Anexo 2

### **Endereços das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar**

**Tabela F.** Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações próprias. Região Metropolitana do Rio de Janeiro em 2013.

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID Atual	ID Antigo						
RJ – Creche Bangu	Bangu	Rio de Janeiro	Bangu	Estação SMAC	R. Magnólia, s/nº	-22,862759°	-43,444608°
CG – West Shopping	Campo Grande	Rio de Janeiro	Campo Grande	Estação SMAC	Praça Maina, s/nº	-22,886194°	-43,556571°
BR – Secretaria de Transportes	Belford Roxo	Belford Roxo	Centro	Prefeitura	R. Joaquim da Costa Lima, nº 286	-22,759453°	-43,401671°
BR – CEDAE	Belford Roxo - CEDAE	Belford Roxo	Centro	Centro	Av. Floripes da Rocha, nº 38	-22,762737°	-43,400397°
RJ – Benfica	Benfica	Rio de Janeiro	Benfica	CEDAE	Av. Prefeito Olímpio de Melo, nº 1742	-22,893242°	-43,238090°
RJ - Bonsucesso	Bonsucesso	Rio de Janeiro	Bonsucesso	Eloy de Andrade	Praça Eloy de Andrade, s/nº	-22,853830°	-43,248279°
RJ - Botafogo	Botafogo	Rio de Janeiro	Botafogo	Hospital Pinel	Av. Venceslau Braz, nº 101	-22,953125°	-43,176123°
RJ – Caju	Caju	Rio de Janeiro	Caju	Escola Mun. Marechal Esperidião Rosas	R. Duque de Caxias, nº 5	-22,879901°	-43,218537°
RJ – Sumaré	Sumaré	Rio de Janeiro	Sumaré	Casa do Bispo Centro de Estudo Sumaré	Estrada do Sumaré, nº 400	-22,9316608°	-43,222369°
RJ – Castelo	Centro	Rio de Janeiro	Centro	Ministério da Fazenda	Av. Antonio Carlos, s/nº	-22,907525°	-43,172579°
RJ - Copacabana	Copacabana	Rio de Janeiro	Copacabana	Estação do Metrô Siqueira Campos	R. Tonelero, s/nº	-22,967411°	-43,187242°
DC – INSS	Centro	Duque de Caxias	Centro	INSS	R. Marechal Deodoro, nº 119	-22,791019°	-43,306752°
DC - Campos Elíseos	Campos Elíseos	Duque de Caxias	Campos Elíseos	Escola Municipal Adelina de Castro	Av. Tupinambá de Castro, s/nº	-22,706493°	-43,270341°
DC - Jardim Primavera	Jardim Primavera	Duque de Caxias	Jardim Primavera	Polícia Rodoviária Federal	Rodovia Washington Luiz, km 109	-22,674622°	-43,285121°

RJ - Cidade de Deus	Cidade de Deus	Rio de Janeiro	Jacarepaguá Cidade de Deus	Posto de Saúde Hamilton Land	R. Edgar Werneck, nº 1601	-22,949604°	-43,359298°
RJ – Maracanã	Maracanã	Rio de Janeiro	Maracanã	UERJ	Av. Presidente Castelo Branco, s/nº	-22,910389°	-43,235731°
Np - Rodoviária		Nilópolis	Centro	Centro Cultural	Av. Getúlio Vargas, nº 2137	-22,810715°	-43,414122°
Nit – Centro	Centro Niterói	Niterói	Centro	ESPM - Polícia Militar	Rua Feliciano Sodré, nº 275	-22,884312°	-43,120828°
Nit - Getulinho	Fonseca	Niterói	Fonseca	Hospital Infantil Getúlio Vargas	R. Teixeira de Freitas, s/nº	-22,880817°	-43,078106°
NI - Monteiro Lobato	Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	Vila Olímpica	Colégio Municipal Monteiro Lobato	R. Professor Paris, s/nº	-22,761569°	-43,440824°
RJ – Piscinão de Ramos	Ramos	Rio de Janeiro	Ramos	CIEP	Av. Brasil, s/nº	-22,839383°	-43,252904°
RJ - Realengo	Realengo	Rio de Janeiro	Realengo	CIEP Marechal Henrique Lott	Av. Brasil, s/nº	-22,887869°	-43,471059°
RJ – Lab. INEA	Recreio dos Bandeirantes	Rio de Janeiro	Recreio	Laboratório INEA	Av. Salvador Allende, nº 5500	-22,988847°	-43,414546°
SC - João XXIII	Santa Cruz, João XXIII	Rio de Janeiro	Santa Cruz	CIEP Papa João XXIII	Av. João XXIII, s/nº	-22,906628°	-43,704167°
SC – Conjunto Alvorada	Santa Cruz, Alvorada	Rio de Janeiro	Santa Cruz	Escola Municipal Maria Helena Alves Portfrio	R. Oito s/nº, lote 230	-22,899661°	-43,722806°
RJ - Santa Tereza	Santa Tereza	Rio de Janeiro	Santa Tereza	CEDAE	Largo do França, nº 8	-22,930026°	-43,196099°
RJ - São Cristóvão	São Cristóvão	Rio de Janeiro	São Cristóvão	CEDAE	Av. Pedro II, nº 67	-22,902654°	-43,212411°
SG - Prefeitura	São Gonçalo	São Gonçalo	Centro	Prefeitura	Rua Feliciano Sodré, nº 100	-22,825274°	-43,049461°
SJM – Vilar dos Teles	São João de Meriti	São João de Meriti	Vilar dos Teles	CIEP	Av. Automóvel Clube, s/nº	-22,788461°	-43,364359°
Sp– EMBRAPA	Seropédica	Seropédica	-	EMBRAPA	Estrada RJ-SP, km 47	-22,757817°	-43,68496°
RJ – Tijuca	-	Rio de Janeiro	Tijuca	CIEP Samuel Wainer	Av. Heitor Beltrão, s/n	-22,921267°	-43,227969°

RJ – Maracanã	-	Rio de Janeiro	Maracanã		Praça Presidente Emílio Garrastazu Médici s/n	-22,910405°	-43,235732°
RJ – Urca	-	Rio de Janeiro	Urca	UFRJ	Av. Pasteur, n°250	-22,955324°	-43,175882°
RJ – Leblon	-	Rio de Janeiro	Leblon	CIEP Nação Rubro-negra	Praça General Álcio Souto, s/n°	-22,978423°	-43,222986°
RJ – Lagoa	-	Rio de Janeiro	Lagoa	Heliponto	Av. Borges de Medeiros, n°1444	-22,974491°	-43,217642°
RJ – Gamboa	-	Rio de Janeiro	Gamboa	Vila Olímpica da Gamboa	Rua da Gamboa, s/n°	-22,897630°	-43,198888°
RJ – Gericinó	-	Rio de Janeiro	Magalhães Bastos	Estande de Tiro do Exército	Av. Pedro Alcântara, n°2856	-22,891816°	-43,294420°
RJ – Engenhão	-	Rio de Janeiro	Engenhão	Estádio Engenhão	Rua José dos Reis, s/n°	-22,891816°	-43,294420°
RJ – Campos dos Afonsos	-	Rio de Janeiro	Deodoro – Campo dos Afonsos		Av. Marechal Fontenele, 755	-22,878608°	-43,379278°

**Tabela G.** Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações próprias. Região do Médio Paraíba em 2013.

Nome das Estações		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID Atual	ID Antigo						
VR - Jardim Paraíba	Jardim Paraíba	Volta Redonda	Jardim Paraíba	Posto de Saúde	Rua 548, nº 95	-22,509714°	-43,096973°
VR - Volta Grande	Volta Grande	Volta Redonda	Volta Grande	CIEP	Rua 1043, nº 205 - Agostinho Porto	-22,483472°	-44,076101°
Rs - UERJ	Resende	Resende	Pólo Industrial	UERJ	Pólo Industrial, km 293	-22,452052°	-44,378921°
BM – Ano Bom	Barra Mansa	Barra Mansa	Ano Bom	CIEP	Avenida Presidente Kennedy, s/nº	-22,534063°	-44,144150°

**Tabela H.** Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações próprias. Região do Norte Fluminense em 2013.

Nome das Estações		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID Atual	ID Antigo						
Cp - Águas do Paraíba	Campos – Águas do Paraíba	Campos dos Goytacazes	Águas do Paraíba	Águas do Paraíba	Av. Quinze de Novembro, nº 14	-21,743229°	-41,333769°
Cp - Centro	Campos –Centro	Campos dos Goytacazes	CRTCA	CRTCA	Rua Visconde de Itaboraí, nº 80	-21,765973°	-41,326106°
Cp - Goytacazes	Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	DPO Goytacazes	DPO Goytacazes	Av. Deputado Ferreira (Estrada do Açú, nº 175)	-21,828134°	-41,277797°
Cp - Rodoviária	Campos – Rodoviária	Campos dos Goytacazes	Centro	Rodoviária	Av. Rio Branco, s/nº	-21,761672°	-41,327662°

**Tabela I.** Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região Médio Paraíba em 2013.

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
ID Atual	ID Antigo						
VR - Aeroclube	VR - Aeroclube	Volta Redonda	Aeroclube	Aeroclube	Rua Ministro Salgado Filho, nº 285	-22,500267°	-44,080845°
VR - Conforto	VR - Conforto	Volta Redonda	Conforto	Conforto	Rua 11, nº 18	-22,530194°	-44,122437°
VR- Limoeiro	VR – Praça do Limoeiro	Volta Redonda	Praça do Limoeiro	Vila Mury	Rua Dr. Moacir Lobo, nº 300	-22,500082°	-44,099315°
VR – Centro	VR - Subestação da Light	Volta Redonda	Casa de Pedra	Subestação da Light	Rodovia Presidente Tancredo Neves, nº 50	-22,513372°	-44,088535°
VR - Siderville	-	Volta Redonda	Siderville	Siderville	-	-22,527139°	-44,134305°