

RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ANO BASE 2016



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Claudio Castro
Governador (em exercício)

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (SEAS)

Thiago Pampolha
Secretário

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA)

João Eustáquio Nacif Xavier
Presidente

DIRETORIA DE SEGURANÇA HÍDRICA E QUALIDADE AMBIENTAL (DISEQ)

Hélio Vanderlei Coelho Filho
Diretor

Felipe Freitas
Diretor Adjunto

GERÊNCIA DE QUALIDADE DO AR (GEAR)

Pedro Henrique Rocha Valle
Gerente

RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ANO BASE 2016

GERÊNCIA DE QUALIDADE DO AR (GEAR)

DIRETORIA DE SEGURANÇA HÍDRICA
E QUALIDADE AMBIENTAL (DISEQ)

RIO DE JANEIRO, NOVEMBRO 2020

Direitos desta edição do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).
Diretoria de Segurança Hídrica e Qualidade Ambiental (DISEQ)
Gerência de Qualidade do Ar (GEAR)
Av. Venezuela, 110 - Térreo - Saúde
20081-312 - Rio de Janeiro - RJ

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte. Disponível em: www.inea.rj.gov.br > Publicações > Publicações Inea > Relatórios e Inventários

Produção Editorial

Gerência de Publicações e Acervo Técnico (GEPAT)

Coordenação Editorial

Tania Machado

Revisão

Ricardo Reys
Sandro Carneiro

Projeto Gráfico/Diagramação

Iago Diehl

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Dr. Fausto Guimarães

I59r Instituto Estadual do Ambiente (RJ).
Relatório da qualidade do ar do Estado do Rio de Janeiro :
ano base 2016 / Instituto Estadual do Ambiente (RJ). – Rio de
Janeiro, 2020.

172 p. : il. col.

Bibliografia: p. 162-163.

1. Ar – Controle de qualidade – Rio de Janeiro. 2. Ar –
Poluição – Rio de Janeiro. I. Título.

CDU 628.395(815.3)

Equipe de Apoio

Amanda Reis Bavier Vieira
Ananda Helena Heino Coelho
Bernardo Gazal Ballista
Brunna da Rocha Coutinho
Geórgia Felício Marinho
Gustavo Mota Rodrigues
Juan Neres de Souza
Larissa Peres dos Santos
Paula Cíntia Pereira Chaves
Rodrigo Sanches Pereira Guerra
Rosilene Ferreira Mascena
Victor Chambarelli dos Santos
João Gabriel Pisani

Equipe Técnica GEAR

Adilson Rodrigues Penha
Ana Carolina Leite Bellot de Almeida
Cosme Ferreira Rodrigues
Fellipe de Oliveira Pinto
Geraldo Peixoto
Isabela Angelloti Costa
Jéssica de Oliveira Santos
José Péricles de Moraes Filho
João Anulino Franco Neto
Leonardo Abreu Jorge Justo
Luiz Fernando Ferreira da Silva
Mário Ribeiro de Souza
Michelle Branco Ramos
Orlando Gonçalves Mattos
Paulo Roberto Ferreira da Costa
Rafael Barbosa Campos
Renata da Matta dos Santos
Renato Vieira da Silva
Rosane Botelho
Sandra Chaves Pessoa
Valmir Braga

Equipe de Apoio Técnico e Operacional

Clarissa Moschiar Fontelles
Jéssica da Silva Lopes
Patrycia Garcia de Melo Castro

APRESENTAÇÃO

Estamos divulgando ao público as informações relativas ao monitoramento da qualidade do ar do Estado do Rio de Janeiro no ano de 2016. 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.

A publicação deste relatório anual é uma oportunidade para apresentar as informações de forma consistida, com a análise das evoluções temporais dos poluentes atmosféricos monitorados no Estado, e para discutir medidas de controle e estratégias de monitoramento.

As informações diárias sobre o monitoramento da qualidade do ar estão disponíveis no portal do INEA (www.inea.rj.gov.br).

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

João Eustáquio Nacif Xavier

Presidente do INEA

NOTA DA GEAR

A Gerência de Qualidade do Ar (GEAR) é o setor do INEA responsável pela avaliação, diagnóstico e divulgação das informações relativas à qualidade do ar nas diversas regiões do Estado do Rio de Janeiro. O presente Relatório Anual de Qualidade do Ar apresenta os resultados consolidados de monitoramento e diagnósticos realizados para o ano de 2016, de forma a dar transparência às informações geradas pela rede de monitoramento.

O monitoramento da qualidade do ar é realizado por meio de uma rede de estações automáticas e semiautomáticas, que quantificam a concentração de material particulado e gases poluentes na atmosfera, assim como parâmetros meteorológicos. Esse acompanhamento permite a análise das políticas em vigor e sua efetiva implementação, possibilitando avaliar a conformidade com padrões existentes e a efetividade de estratégias de redução da poluição, assim como estabelecer tendências futuras dos níveis da qualidade do ar. O diagnóstico realizado por meio da rede de monitoramento é uma das bases para a identificação de regiões prioritárias no processo de gestão da qualidade do ar.

É preciso ter consciência de que o ar que respiramos é substancialmente afetado pela expansão urbana e industrial. De uma forma geral, no Estado do Rio de Janeiro, os veículos automotores se apresentam como os principais contribuintes das emissões de poluentes para a atmosfera, seguidos da atividade industrial. Tal perfil de fontes emissoras é normalmente observado em países em desenvolvimento.

Em relação às fontes industriais, os principais empreendimentos que contribuem para o aumento da poluição atmosférica são obrigados, por força de restrições das licenças ambientais, a adotar medidas de controle e a monitorar suas emissões (Programa de Monitoramento de Fontes Fixas para a Atmosfera - PROMON Ar) e a qualidade do ar nas áreas sob sua influência direta e indireta. Todos os dados provenientes desses monitoramentos são transmitidos em tempo real, quando oriundos de estações automáticas, e integrados ao banco de dados da GEAR.

Quanto aos veículos automotores, fontes majoritárias das emissões atmosféricas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), o INEA executa duas ações principais: o Programa de Inspeção e Manutenção Veicular (Programa I/M), para a aferição de gases poluentes em veículos licenciados anualmente pelo Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro (DETRAN-RJ); e o Programa de Autocontrole de Emissão de Fumaça Preta (PROCON Fumaça Preta), que vincula as atividades relacionadas com o transporte de carga e de passageiros, o qual utiliza o diesel como combustível, à realização de amostragens periódicas e ao envio dos resultados ao INEA. Em ambos os casos, o objetivo é que os proprietários dos veículos realizem a manutenção preventiva e corretiva dos seus veículos, emitindo, assim, menos poluentes na atmosfera.

Diante da obrigação do Estado em prover políticas e ações de monitoramento da qualidade do ar e da meteorologia, de forma a garantir a saúde da população e atender aos compromissos assumidos com o Comitê Olímpico Internacional (COI) para a realização dos Jogos Olímpicos de 2016, a Secretaria de

Estado do Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) disponibilizaram, de 2011 a 2015, recursos do Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM) para a aquisição de novos equipamentos para ampliar a rede e garantir a operação e manutenção do monitoramento. Nesse sentido, somados os anos de 2013 e 2014, entraram em operação dez novas estações automáticas de monitoramento, e, no ano de 2015, mais uma nova estação foi incorporada à rede.

A distribuição das estações de monitoramento da qualidade do ar pelo INEA se dá 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 possibilitam a qualificação do Estado como um todo, mas refletem a realidade das áreas monitoradas, consideradas prioritárias em termos de poluição do ar.

Pedro Henrique Rocha Valle
Gerente da Qualidade do Ar

CONTEXTUALIZAÇÃO

Este relatório traz uma avaliação dos resultados obtidos no ano de 2016 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 cinco áreas críticas em termos de degradação da qualidade do ar: Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), Região Médio Paraíba (RMP), Região Norte Fluminense (RNF), Região Serrana (RS) e Região da Costa Verde (RCV). De um modo geral, a qualidade do ar no Estado do Rio de Janeiro no período mencionado não apresentou episódios críticos¹ 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 por meio de uma rede de estações próprias e da iniciativa privada, composta de 144 estações de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia, sendo 69 semiautomáticas, 73 automáticas e duas móveis. Essa rede, além da concentração de gases e de 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 (BRASIL, 2018), é composto por: dióxido de enxofre (SO₂), partículas totais em suspensão (PTS), material particulado com diâmetro até 10 µm (PM₁₀), material particulado com diâmetro até 2,5 µm (PM_{2,5}), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂) e ozônio (O₃). Todos esses parâmetros são monitorados pela rede do INEA.

A RMRJ, com 21 municípios e que possui a maior quantidade de indústrias e de veículos do Estado (CEPREL, 2019), apresentou o maior comprometimento da qualidade do ar. Os resultados obtidos em 2016 demonstram que não foram observadas ultrapassagens

1. Conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 491/2018, entende-se por episódio crítico de poluição do ar “situação caracterizada pela presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera em curto período de tempo, resultante da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis a dispersão dos mesmos”.

dos padrões de SO₂, e PM_{2,5} em nenhum dos pontos monitorados. Entretanto, violações foram registradas para os parâmetros PM₁₀, PTS, NO₂, CO e O₃. Destaca-se que, na RMRJ, aproximadamente 77% das emissões atmosféricas são oriundas de fontes veiculares, segundo inventário feito pelo INEA em 2004, e os 23% restantes provêm de fontes fixas, a maioria delas associadas aos setores petroquímico, naval, químico, alimentício e de transformação de energia.

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 Rio de Janeiro e São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra, e, ainda, pelos setores industriais associados à siderurgia e pelas indústrias automotivas e metalomecânicas. Apesar das emissões oriundas dessas atividades, não foram observadas ultrapassagens dos padrões de PTS, CO, SO₂ e NO₂, em nenhum dos pontos monitorados. As violações foram localizadas e registradas para os parâmetros PM₁₀ e O₃.

Na RNF, composta por nove municípios, os setores de atividades associados à cadeia produtiva de petróleo, gás e energia, bem como as atividades sucroalcooleiras, são os maiores poluidores da atmosfera. Além disso, destaca-se o grande crescimento previsto para os próximos anos, em especial das atividades relacionadas ao setor portuário e de energia. No entanto, os resultados obtidos em 2016 demonstram que não foram observadas ultrapassagens aos padrões de nenhum parâmetro monitorado.

Na RS, 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, foram registradas violações ao padrão do parâmetro PM₁₀.

Na RCV, com três municípios, a ampliação da Rodovia Rio-Santos, a implantação da indústria de construção naval e a expansão das atividades portuárias imprimiram à região grandes modificações, não só

ambientais, como sociais e econômicas. Assim como observado na RNF, também não foram registradas violações aos parâmetros de qualidade do ar monitorados na região.

De forma a realizar o controle e a gestão da qualidade do ar no Estado, foram e ainda são executadas ações específicas de controle sobre as principais fontes de poluição atmosférica, entre elas, a intensificação nas fiscalizações das empresas, as melhorias no programa de autocontrole e a adoção de padrões mais rigorosos em relação às emissões atmosféricas nos licenciamentos ambientais dos grandes empreendimentos industriais em implantação, como o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) e o Porto Açu, localizados nos municípios de Itaboraí e São João da Barra, respectivamente.

Para conter os impactos da poluição veicular, a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONEMA) n° 43, que trazia limites máximos de emissão veicular 60% mais restritivos do que os aplicados em 2012 para os testes de gases realizados durante as vistorias no DETRAN-RJ em função do Programa I/M - sujeitando os veículos de passeio à reprovação, com a consequente não obtenção do Certificado de Registro de Licenciamento do Veículo (CRLV) -, foi revogada pela Resolução CONEMA n° 70. A nova Resolução acrescenta limites máximos de emissão veicular mais restritivos para veículos de frota com uso não intensivo, além de manter os limites para veículos de passeio. Para efetiva aplicação da Resolução, o INEA segue em parceria com o DETRAN-RJ.

Em relação às fontes fixas, o INEA deu continuidade e intensificou a fiscalização no âmbito do 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 sobre suas emissões.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro	26
Figura 2. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro	27
Figura 3. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMRJ	28
Figura 4. Distribuição espacial da rede de estações olímpicas de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMRJ	29
Figura 5. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMP	30
Figura 6. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RNF	31
Figura 7. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RS	32
Figura 8. Distribuição espacial da estação de monitoramento da qualidade do ar na RCV	33
Figura 9. Estações automáticas de monitoramento da qualidade e meteorologia do ar INEA	36
Figura 10. Equipamentos de quantificação de poluentes atmosféricos contidos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade e meteorologia do ar do INEA	36
Figura 11. 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 solar	37
Figura 12. Amostradores AGVs das estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia do INEA. (a) PTS, (b) PM ₁₀ ou PM _{2,5}	42
Figura 13. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região Metropolitana	52
Figura 14. Umidade relativa - médias mensais e valores extremos das estações analisadas na Região Metropolitana	53
Figura 15. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação DC - Jardim Primavera. Calmarias: 9% (verão), 16,5% (outono), 12,3% (inverno) e 7,3% (primavera)	54
Figura 16 Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Itb - Sambaetiba. Calmarias: 49,2% (verão), 61,7% (outono), 49,3% (inverno) e 18,5% (primavera)	55

Figura 17. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Nit - Caio Martins. Calmarias: 71,1% (verão), 79,8% (outono), 72,6% (inverno) e 59,6% (primavera)	56
Figura 18. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Ilha do Governador. Calmarias: 14,3% (verão), 20,2% (outono), 16,8% (inverno) e 42,4% (primavera)	57
Figura 19. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Taquara. Calmarias: 25,6% (verão), 29,9% (outono), 21,9% (inverno) e 17,2% (primavera)	58
Figura 20. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Lagoa. Calmarias: 23,8% (verão), 16,9% (outono), 12,7% (inverno) e 14,1% (primavera)	59
Figura 21. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação SC - 27° BPM. Calmarias: 7,1% (verão), 10,3% (outono), 6,8% (inverno) e 7% (primavera)	60
Figura 22. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Campo dos Afonsos. Calmarias: 31,3% (verão), 45,1% (outono), 37% (inverno) e 24,2% (primavera)	61
Figura 23. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação NI - Monteiro Lobato. Calmarias: 46,9% (verão), 46,5% (outono), 32,1% (inverno) e 23,2% (primavera)	62
Figura 24. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMRJ, para o ano de 2016	63
Figura 25. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMRJ, para o ano de 2016	64
Figura 26. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	65
Figura 27. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	65
Figura 28. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	66
Figura 29. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	67
Figura 30. Concentrações médias anuais (longo período) de PM ₁₀ nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	68
Figura 31. Concentrações médias anuais (longo período) de PM ₁₀ nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	68
Figura 32. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM _{2,5} monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	69
Figura 33. Máximas concentrações médias anuais (longo período) de PM _{2,5} monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	70
Figura 34. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO ₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	71

Figura 35. Concentrações médias anuais (longo período) de SO ₂ nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	72
Figura 36. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO ₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	73
Figura 37. Concentrações médias anuais (longo período) de NO ₂ nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	74
Figura 38. Máximas concentrações médias de oito horas monitoradas (curto período) nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	75
Figura 39. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de Ozônio monitorado nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	76
Figura 40. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região do Médio Paraíba	77
Figura 41. Umidade relativa - médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região do Médio Paraíba	77
Figura 42. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação VR - Belmonte. Calmarias: 44,8% (verão), 49,7% (outono), 35,2% (inverno) e 33,7% (primavera)	78
Figura 43. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação BM - Bocaininha. Calmarias: 12,3% (verão), 19,1% (outono), 20,8% (inverno) e 53,6% (primavera)	79
Figura 44. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Rs - Casa da Lua. Calmarias: 11,8% (verão), 27,7% (outono), 0,1% (inverno) e 0,8% (primavera)	80
Figura 45. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMP para o ano de 2016	81
Figura 46. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMP para o ano de 2016	82
Figura 47. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	83
Figura 48. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	83
Figura 49. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	84
Figura 50. Máximas Concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	85
Figura 51. Concentrações anuais (longo período) de PM ₁₀ nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	86
Figura 52. Concentrações médias anuais (longo período) de PM ₁₀ nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	86
Figura 53. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO ₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	87
Figura 54. Concentrações médias anuais (longo período) de SO ₂ nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	88

Figura 55. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO ₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	89
Figura 56. Concentrações médias anuais (longo período) de NO ₂ nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	90
Figura 57. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016	91
Figura 58. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de O ₃ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano 2016	92
Figura 59. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região Norte Fluminense	93
Figura 60. Umidade relativa – médias mensais e valores extremos – das estações analisadas na Região Norte Fluminense	94
Figura 61. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Mc - Cabiúnas. Calmarias: 3,5% (verão), 1,8% (outono), 1,8% (inverno) e 3,1% (primavera)	95
Figura 62. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Mc - Meteorológica. Calmarias: 0,1% (verão), 0,1% (outono), 0,6% (inverno) e 2,1% (primavera)	96
Figura 63. Máxima concentração média diária (curto período) de PTS monitorada na estação semiautomática na RNF, para o ano de 2016	97
Figura 64. Máxima concentração média diária (curto período) de PTS monitorada na estação automática na RNF, para o ano de 2016	98
Figura 65. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RNF no ano de 2016	99
Figura 66. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RNF no ano de 2016	99
Figura 67. Máxima concentração média diária (curto período) de PM ₁₀ monitorada na estação semiautomática na RNF para o ano de 2016	100
Figura 68. Máxima concentração média diária (curto período) de PM ₁₀ monitorada na estação automática na RNF para o ano de 2016	101
Figura 69. Concentração média anual (longo período) de PM ₁₀ na estação semiautomática distribuída na RNF para o ano de 2016	102
Figura 70. Concentração média anual (longo período) de PM ₁₀ na estação automática distribuída na RNF para o ano de 2016	102
Figura 71. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO ₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2016	103
Figura 72. Concentrações médias anuais (longo período) de SO ₂ nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2016	104
Figura 73. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO ₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016	105
Figura 74. Concentrações médias anuais (longo período) de NO ₂ nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016	106
Figura 75. Máximas concentrações médias de oito horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016	107

Figura 76. Máximas concentrações médias de oito horas (curto período) de O ₃ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016	108
Figura 77. Médias mensais da temperatura do ar e ocorrências extremas nas estações analisadas na Região Serrana	109
Figura 78. Umidade relativa – médias mensais e valores extremos – das estações analisadas na Região Serrana	110
Figura 79. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg - Meteorológica. Calmarias: 16,2% (verão), 35,5% (outono), 22,5% (inverno) e 51,6% (primavera)	111
Figura 80. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg - Val Palmas. Calmarias: 10,8% (verão), 1,6% (outono), 1,6% (inverno) e 4,2% (primavera)	112
Figura 81. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2016	113
Figura 82. Concentrações médias anuais (longo período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2016	114
Figura 83. Médias mensais da temperatura do ar e ocorrências extremas nas estações analisadas na Região da Costa Verde	115
Figura 84. Umidade Relativa – médias mensais e valores extremos – das estações analisadas na Região da Costa Verde	116
Figura 85. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Itg - Coroa Grande. Calmarias: 14,8 % (verão), 23,3% (outono), 5,1% (inverno) e 5% (primavera)	117
Figura 86. Máxima concentração média diária (curto período) de PTS monitorada na estação automática na RCV, para o ano de 2016	118
Figura 87. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RCV no ano de 2016	119
Figura 88. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2016	120
Figura 89. Concentrações médias anuais (longo período) de PM ₁₀ nas estações automáticas distribuídas na RCV, para o ano de 2016	121
Figura 90. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	123
Figura 91. Concentrações médias anuais (longo período) de PM ₁₀ nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	124
Figura 92. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM _{2,5} monitoradas nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	125
Figura 93. Concentrações médias anuais (longo período) de PM _{2,5} nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	126
Figura 94. Máxima concentração média diária (curto período) de SO ₂ monitorada nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	127
Figura 95. Concentração média anual (longo período) de SO ₂ na estação olímpica automática distribuída na RMRJ, para o ano de 2016	128

Figura 96. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO ₂ monitoradas nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	129
Figura 97. Concentrações médias anuais (longo período) de NO ₂ nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	130
Figura 98. Máximas concentrações médias de 8 horas monitoradas (curto período) nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	131
Figura 99. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de Ozônio monitoradas nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016	132
Figura 100. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMRJ	135
Figura 101. Evolução anual de PTS para a rede automática na RMRJ	136
Figura 102. Evolução anual de PM ₁₀ para a rede semiautomática na RMRJ	138
Figura 103. Evolução anual de PM ₁₀ para a rede automática na RMRJ	139
Figura 104. Evolução anual de SO ₂ para a rede automática na RMRJ	141
Figura 105. Evolução anual de NO ₂ para a rede automática na RMRJ	142
Figura 106. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMP	144
Figura 107. Evolução anual de PTS para a rede automática na RMP	145
Figura 108. Evolução anual de PM ₁₀ para a rede semiautomática na RMP	147
Figura 109. Evolução anual de PM ₁₀ para a rede automática na RMP	148
Figura 110. Evolução anual de SO ₂ para a rede automática na RMP	149
Figura 111. Evolução anual de NO ₂ para a rede automática na RMP	150
Figura 112. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RNF	152
Figura 113. Evolução anual de PTS para a rede automática na RNF	153
Figura 114. Evolução anual de PM ₁₀ para a rede automática na RNF	154
Figura 115. Evolução anual de SO ₂ para a rede automática na RNF	155
Figura 116. Evolução anual de NO ₂ para a rede automática na RNF	156
Figura 117. Evolução anual de PM ₁₀ para a rede automática na RS	157
Figura 118. Evolução anual de PTS para a rede automática na RCV	158
Figura 119. Evolução anual de PM ₁₀ para a rede automática na RCV	159

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2016 - Estações próprias	38
Tabela 2. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2016 - Estações privadas	39
Tabela 3. Parâmetros de qualidade do ar monitorados pelas estações automáticas de monitoramento e métodos de detecção	40
Tabela 4. Parâmetros meteorológicos e instrumentos de medição	41
Tabela 5. Abreviaturas e o ângulo dos principais pontos cardeais	41
Tabela 6. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2016 - Estações próprias	43
Tabela 7. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2016 - Estações privadas	44
Tabela 8. Parâmetros de qualidade do ar para estações automáticas de monitoramento e métodos de detecção	45
Tabela 9. Resolução CONAMA N° 491/2018	47
Tabela 10. Padrões de Qualidade do Ar, estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 03/1990	48
Tabela 11. Padrões de Qualidade do Ar, estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 491/2018	48
Tabela 12. Critério de validação dos dados da rede automática	49
Tabela 13. Critério de validação dos dados da rede automática	49
Tabela 14. Critério de Validação dos dados da rede automática	50
Tabela 15. Critério de Validação dos dados da rede semiautomática	50
Tabela 16. Estações INEA analisadas na RMRJ e a climatológica INMET	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO - Monóxido de Carbono

COI - Comitê Olímpico Internacional

COMPERJ - Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente

CRLV - Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo

CSN - Companhia Siderúrgica Nacional

DETRAN-RJ - Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro

DNC - Departamento Nacional de Combustíveis

EDA - Estudo de Dispersão Atmosférica

ENE - Leste-nordeste

ERJ - Estado do Rio de Janeiro

ESE - Leste-sudeste

FECAM - Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

GEAR - Gerência de Qualidade do Ar

GNV - Gás Natural Veicular

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

IQAR - Índice de Qualidade do Ar

L - Leste

MINFRA - Ministério da Infraestrutura

N - Norte

NE - Nordeste

NNE - norte-nordeste

NNO - Norte-noroeste

NO - Noroeste

NO₂ - Dióxido de Nitrogênio

O - Oeste

O₃ - Ozônio

ONO - Oeste-noroeste

OSO - Oeste-sudoeste

PARNASO - Parque Nacional da Serra dos Órgãos

PM₁₀ - Material Particulado com até 10 µm

PM_{2,5} - Material Particulado com até 2,5 µm

PROCON FUMAÇA PRETA - Programa de Auto Controle de Emissão de Fumaça Preta por Veículos Automotores do Ciclo Diesel

PROGRAMA I/M - Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso

PROMON AR - Programa de Monitoramento de Emissões de Fontes Fixas para a Atmosfera

PTS - Partículas Totais em Suspensão

RCV - Região da Costa Verde

REDUC - Refinaria Duque de Caxias

RMP - Região do Médio Paraíba

RMQAR - Relatório de Monitoramento da Qualidade do Ar

RMRJ - Região Metropolitana do Rio de Janeiro

RNF - Região do Norte Fluminense

RS - Região Serrana

S - Sul

SE - Sudeste

SO - Sudoeste

SO₂ - Dióxido de Enxofre

SSE - Sul-sudeste

SSO - Sul-sudoeste

TAC - Termo de Ajustamento de Conduta

TKCSA - Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico

SUMÁRIO

1.	Introdução	23
2.	Caracterização do Estado do Rio de Janeiro	25
2.1	Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro	27
2.2	Região do Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro	29
2.3	Região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro	30
2.4	Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro	31
2.5	Região da Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro	32
3.	Composição da Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro	34
3.1	Rede Automática	35
3.2	Rede Semiautomática	42
4.	Resultado do Monitoramento da Qualidade do Ar em 2016 no Estado do Rio de Janeiro	46
4.1	Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro	51
4.1.1	Meteorologia	51
4.1.1.1	Temperatura do Ar	52
4.1.1.2	Umidade Relativa	53
4.1.1.3	Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos	53
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	64
4.1.2.2	Material Particulado (PM₁₀)	66
4.1.2.2.1	Exposição de Curto Período	66
4.1.2.2.2	Exposição de Longo Período	67
4.1.2.3	Material Particulado (PM_{2,5})	69
4.1.2.3.1	Exposição de Curto Período	69
4.1.2.3.2	Exposição de Longo Período	69
4.1.2.4	Dióxido de Enxofre (SO₂)	70
4.1.2.4.1	Exposição de Curto Período	70

4.1.2.4.2	Exposição de Longo Período	71
4.1.2.5	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	72
4.1.2.5.1	Exposição de Curto Período	72
4.1.2.5.2	Exposição de Longo Período	73
4.1.2.6	Monóxido de Carbono (CO)	74
4.1.2.6.1	Exposição de Curto Período	74
4.1.2.7	Ozônio (O ₃)	75
4.1.2.7.1	Exposição de Curto Período	75
4.2	Região do Médio Paraíba	76
4.2.1	Meteorologia	76
4.2.1.1	Temperatura do Ar	76
4.2.1.2	Umidade Relativa	77
4.2.1.3	Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos	78
4.2.2	Qualidade do Ar	81
4.2.2.1	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	81
4.2.2.1.1	Exposição de Curto Período	81
4.2.2.1.2	Exposição de Longo Período	82
4.2.2.2	Material Particulado (PM ₁₀)	84
4.2.2.2.1	Exposição de Curto Período	84
4.2.2.2.2	Exposição de Longo Período	85
4.2.2.3	Material Particulado (PM _{2,5})	87
4.2.2.4	Dióxido de Enxofre (SO ₂)	87
4.2.2.4.1	Exposição de Curto Período	87
4.2.2.4.2	Exposição de Longo Período	88
4.2.2.5	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	88
4.2.2.5.1	Exposição de Curto Período	88
4.2.2.5.2	Exposição de Longo Período	89
4.2.2.6	Monóxido de Carbono (CO)	90
4.2.2.6.1	Exposição de Curto Período	90
4.2.2.7	Ozônio (O ₃)	91
4.2.2.7.1	Exposição de Curto Período	91
4.3	Região Norte Fluminense	92
4.3.1	Meteorologia	92
4.3.1.1	Temperatura do Ar	93
4.3.1.2	Umidade Relativa	93
4.3.1.3	Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos	94
4.3.2	Qualidade do Ar	97
4.3.2.1	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	97
4.3.2.1.1	Exposição de Curto Período	97
4.3.2.1.2	Exposição de Longo Período	98

4.3.2.2	Material Particulado (PM ₁₀)	100
4.3.2.2.1	Exposição de Curto Período	100
4.3.2.2.2	Exposição de Longo Período	101
4.3.2.3	Material Particulado (PM _{2,5})	103
4.3.2.4	Dióxido de Enxofre (SO ₂)	103
4.3.2.4.1	Exposição de Curto Período	103
4.3.2.4.2	Exposição de Longo Período	104
4.3.2.5	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	104
4.3.2.5.1	Exposição de Curto Período	104
4.3.2.5.2	Exposição de Longo Período	105
4.3.2.6	Monóxido de Carbono (CO)	106
4.3.2.6.1	Exposição de Curto Período	106
4.3.2.7	Ozônio (O ₃)	107
4.3.2.7.1	Exposição de Curto Período	107
4.4	Região Serrana	108
4.4.1	Meteorologia	108
4.4.1.1	Temperatura do Ar	109
4.4.1.2	Umidade Relativa	109
4.4.1.3	Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos	110
4.4.2	Qualidade do Ar	113
4.4.2.1	Material Particulado (PM ₁₀)	113
4.4.2.1.1	Exposição de Curto Período	113
4.4.2.1.2	Exposição de Longo Período	114
4.5	Região da Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro	115
4.5.1	Meteorologia	115
4.5.1.1	Temperatura do Ar	115
4.5.1.2	Umidade Relativa	116
4.5.1.3	Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos	116
4.5.2	Qualidade do Ar	118
4.5.2.1	Material Particulado (PTS)	118
4.5.2.1.1	Exposição de Curto Período	118
4.5.2.1.2	Exposição de Longo Período	119
4.5.2.2	Material Particulado (PM ₁₀)	120
4.5.2.2.1	Exposição de Curto Período	120
4.5.2.2.2	Exposição de Longo Período	120
4.5.2.3	Ozônio (O ₃)	121
5.	Estações Olímpicas	122
5.1	Material Particulado (PM ₁₀)	122
5.1.1	Exposição de Curto Período	122

5.1.2	Exposição de Longo Período	123
5.2	Material Particulado (PM _{2,5})	124
5.2.1	Exposição de Curto Período	124
5.2.2	Exposição de Longo Período	125
5.3	Dióxido de Enxofre (SO ₂)	126
5.3.1	Exposição de Curto Período	126
5.3.2	Exposição de Longo Período	127
5.4	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	128
5.4.1	Exposição de Curto Período	128
5.4.2	Exposição de Longo Período	129
5.5	Monóxido de Carbono (CO)	130
5.5.1	Exposição de Curto Período	130
5.6	Ozônio (O ₃)	131
5.6.1	Exposição de Curto Período	131
6.	Evolução da Qualidade do Ar no Estado do Rio Janeiro	133
6.1	Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro	133
6.1.1	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos	133
6.1.2	Evolução das concentrações de Material Particulado (PM ₁₀) nos últimos anos	136
6.1.3	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos	140
6.1.4	Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos	142
6.2	Região do Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro	143
6.2.1	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos	143
6.2.2	Evolução das concentrações de Material Particulado (PM ₁₀) nos últimos anos	146
6.2.3	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos	149
6.2.4	Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos	150
6.3	Região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro	151
6.3.1	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nos últimos anos	151
6.3.2	Evolução das concentrações de Material Particulado (PM ₁₀) nos últimos anos	153
6.3.3	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre nos últimos anos	154
6.3.4	Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos	155
6.4	Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro	156

6.5	Região do Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro	157
6.5.1	Evolução das concentrações de Material Particulado (PTS) nos últimos anos	157
6.5.2	Evolução das concentrações de Material Particulado (PM ₁₀) nos últimos anos	158
7.	Considerações e Recomendações	160
	Referências Bibliográficas	162
	Anexo I - Endereços das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar	164
	Anexo II - Endereços das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar	169

1. INTRODUÇÃO

O monitoramento é o primeiro passo para a avaliação e identificação do estado de um local acerca da sua qualidade do ar. 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), por meio da Gerência de Qualidade do Ar (GEAR), monitora e acompanha os parâmetros de qualidade do ar em diversas regiões do 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 e fazendo dessa análise um importante instrumento de gestão, norteador da tomada de decisões e de definições de políticas públicas de controle e melhoria da mesma, e, conseqüentemente, da qualidade de vida da população.

A qualidade do ar é monitorada no ERJ desde 1967, quando foram instaladas, no município do Rio de Janeiro, as primeiras estações semiautomáticas de amostragem da qualidade do ar. Desde então, várias ações de controle foram implementadas, como, por exemplo, a desativação de incineradores residenciais, a mudança no processo de produção da Companhia Estadual de Gás (CEG), com a troca de carvão por nafta e gás natural, e a substituição de combustíveis nas padarias (lenha por gás natural), o que resultou na queda das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e, conseqüentemente, em significativa melhoria da qualidade do ar (INEA, 2014). Além dessas ações, diversas outras foram implementadas no sentido de reduzir as emissões e de melhorar a qualidade do ar, tais como: o estabelecimento de incentivo fiscal para os veículos que instalem o kit de gás natural veicular (GNV); 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 de fabricação.

Algumas das ações de controle adotadas com significativas contribuições para a gestão da qualidade do ar foram aplicadas com base em leis estaduais, como a Lei nº 2.389, de 1995, que proibiu a comercialização de combustíveis derivados de petróleo com adição de chumbo; a Lei 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 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 do Ministério da Infraestrutura (MINFRA) nº 222, de 1991, que liberou o uso de GNV em táxis, e da Portaria do Departamento Nacional de Combustíveis (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 o primeiro a aderir a essas portarias.

Em meados da década de 1990, foi assinado o convênio entre o DETRAN-RJ e a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), marco do início do controle da poluição veicular no ERJ e 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 de recursos financeiros à FEEMA, 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 do órgão ambiental. Desde 2009, quando foi instalado e iniciou suas operações, o INEA vem monitorando e acompanhando as concentrações de poluentes atmosféricos e a qualidade do ar do ERJ.

Ainda nos anos 1990, a extinta FEEMA passou a exigir das atividades industriais que poluíam a atmosfera o monitoramento da qualidade do ar e das emissões de poluentes no âmbito do processo de licenciamento ambiental imposto aos empreendimentos potencial ou efetivamente poluidores.

Em termos de poluição do ar, o ERJ apresenta cinco áreas críticas, consideradas prioritárias para as ações de controle: a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), a Região do Médio Paraíba (RMP), a Região Norte Fluminense (RNF), a Região Serrana (RS) e a Região da Costa Verde (RCV).

A RMRJ apresenta uma alta concentração de fontes de emissão de poluentes atmosféricos, seja em razão das indústrias ou do denso tráfego de veículos automotores na região, que, conseqüentemente, registra 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 em virtude da concentração industrial e do volume pesado de tráfego (eixo Rio de Janeiro - São Paulo). A RNF também apresenta alto potencial poluidor do ar, em consequência da expansão industrial associada às atividades de exploração de petróleo e gás natural, e, também, em razão das atividades relacionadas à monocultura da cana-de-açúcar. Na RS, as atividades industriais das cimenteiras e do ramo alimentício também requerem necessidade de monitoramento intensivo por serem de alto potencial poluidor. Na RCV, que já sofre influência direta da indústria de construção naval e da expansão das atividades portuárias, a finalização das obras de ligação do Arco Metropolitano com a Rodovia Rio-Santos fez aumentar o tráfego de veículos na região, contribuindo, como esperado, para a alteração da qualidade do ar na região.

Este relatório apresenta a evolução temporal da qualidade do ar no ERJ, traçada a partir dos dados da rede de monitoramento do INEA e das atividades licenciadas (rede privada). Mostra, também, as condições meteorológicas observadas no ano de 2016 e os resultados das medições feitas pelas estações instaladas estrategicamente próximas aos locais dos Jogos Olímpicos de 2016, auxiliando na identificação e priorização de problemas ambientais, na formulação de políticas e metas e, ainda, na garantia do desenvolvimento sustentável do Estado.

2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

O ERJ é detentor de uma situação econômica de destaque, ocupando a segunda posição no ranking nacional, com um PIB superior a R\$ 500 bilhões (IBGE, 2020). Sua economia se viu favorecida pelo setor petrolífero, que impactou de forma positiva outros segmentos, principalmente a indústria naval, o segmento portuário, o setor petroquímico e o de logística, acarretando a implantação de novas plantas ou a 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 parcela maior do mercado externo. Além da ampliação de unidades já em operação, o ERJ foi contemplado com o planejamento de uma nova unidade siderúrgica de grande porte, com previsão produtiva de 15 milhões de toneladas de aço/ano. Em 2009, foi iniciada 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 de recursos naturais e de combustíveis, a redução da velocidade do tráfego (congestionamento), o aumento da frota de veículos em circulação, o adensamento populacional das grandes cidades e a instalação de novas indústrias como sendo as principais causas de problemas crescentes relacionados à poluição atmosférica.

O ERJ localiza-se na Região Sudeste, a mais desenvolvida economicamente e de maior densidade demográfica do país. Com 43.766 km² de área total, divide-se em 92 municípios, correspondendo a 4,73% da Região. Possui extenso litoral, com aproximadamente 630 km de extensão (Figura 1).

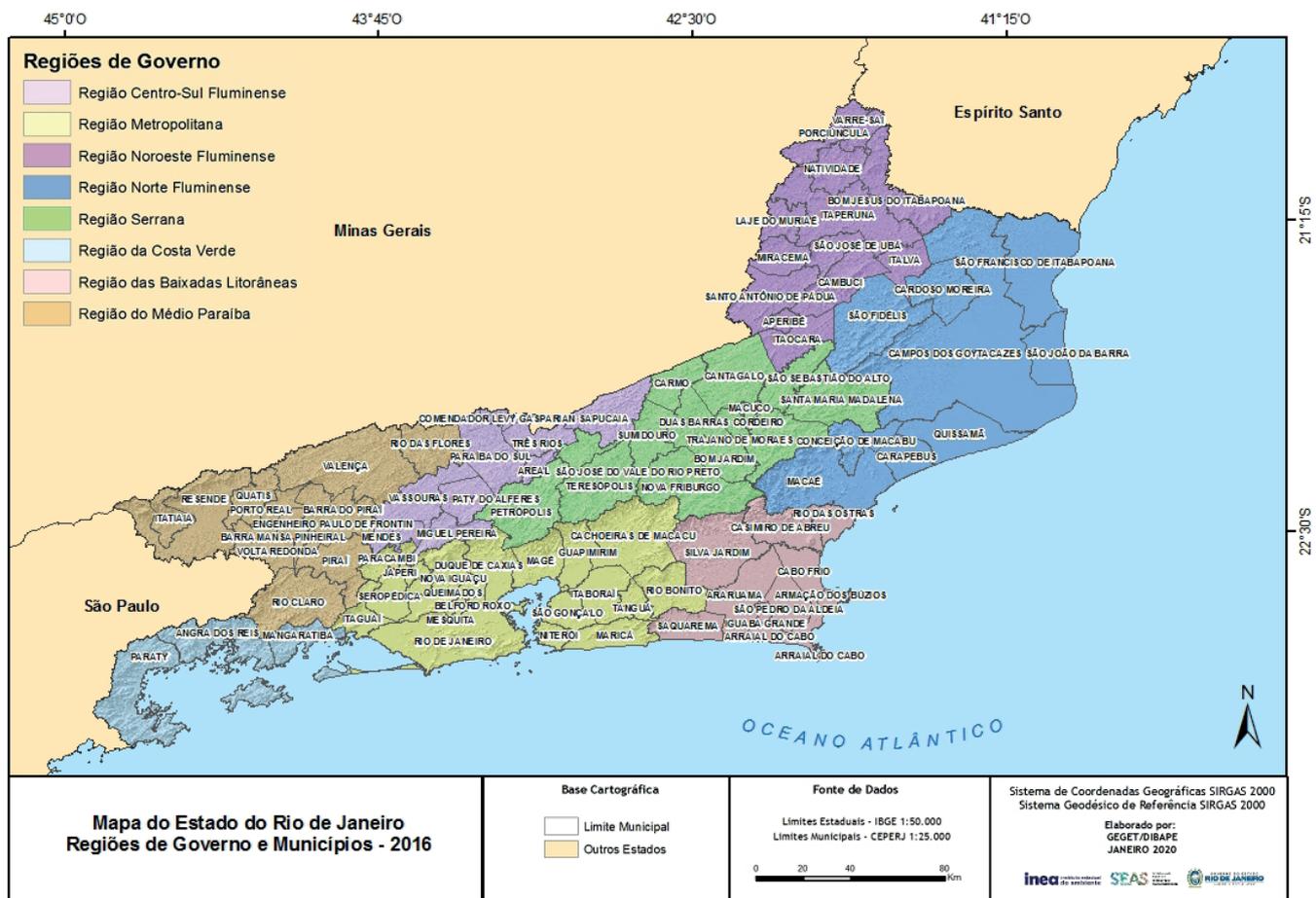


Figura 1. Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro
Fonte: GEGET/DIBAPE

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 (SEA/INEA, 2010) (Figura 2). 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 ERJ está dividido em oito Regiões de Governo (Lei nº 1.227/1987), cinco das quais 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 pela Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), Região Médio Paraíba (RMP), Região Norte Fluminense (RNF), Região Serrana (RS) e Região da Costa Verde (RCV).

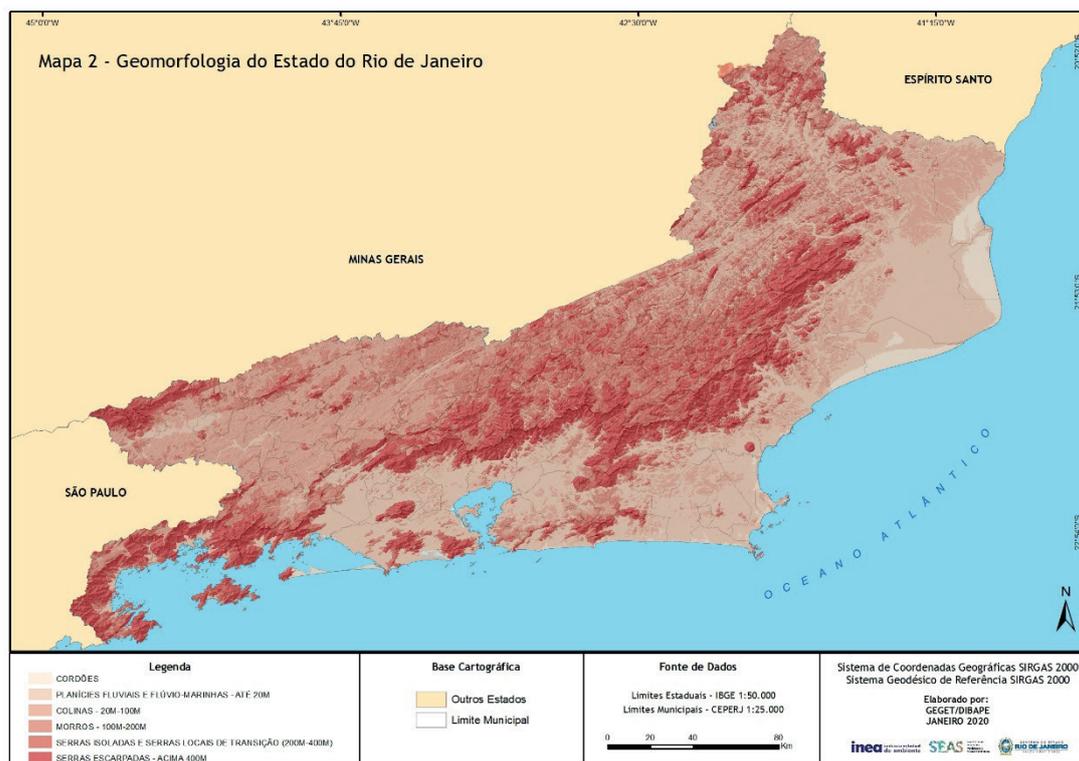


Figura 2. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro
Fonte: GEGET/DIBAPE

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, Niterói, Paracambi, Rio Bonito e Cachoeira de Macacu (CEPERJ, 2019).

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 (mi-

nerais não metálicos, produtos alimentares, indústria farmacêutica e química), Seropédica (usinas termoelétricas) e o Distrito de Santa Cruz, no Rio de Janeiro (siderurgia, com destaque para a Ternium, e geração de energia, entre outros).

Em 2016, o Porto de Itaguaí encontrava-se em fase de ampliação e remodelação, ou seja, o município passava por uma série de obras de infraestrutura, como as do arco viário metropolitano (interligação do porto com as principais rodovias federais que cruzam o Estado), a readequação da Ferrovia Barra Mansa e a construção da Trama Norte do Ferroanel de São Paulo (Projeto Integração Brasil Ferrovias), que impactaria o acesso de cargas ao porto (SEA/INEA, 2010).

A RMRJ possui a segunda maior concentração de população, veículos, indústrias e 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.

No ano de 2016, o monitoramento da qualidade do ar na RMRJ foi realizado por meio de 43 estações automáticas e 49 semiautomáticas. A distribuição espacial dessas estações é apresentada na Figura 3.

Cabe ressaltar que, entre as estações localizadas na RMRJ, encontram-se as que são frutos do compromisso assumido entre o Estado do Rio de Janeiro, por meio da Secretaria de Estado do Ambiente e do Instituto Estadual do Ambiente, e o Comitê Olímpico

Internacional (COI). Nesse sentido, entre as estações olímpicas operadas pela rede de monitoramento da qualidade do ar no ano de 2016 e localizadas próximas aos pontos onde ocorreram os Jogos Olímpicos 2016, havia 11 estações automáticas.

Essas estações foram instaladas estrategicamente nos locais onde foram realizadas as competições, de forma a medir poluentes que poderiam afetar diretamente o desempenho dos atletas e comprometer a obtenção dos resultados esperados. Dessa forma, para fins de comparação, o monitoramento foi realizado antes, durante e depois dos Jogos Olímpicos (Figura 4).

Tais estações automáticas também monitoram parâmetros meteorológicos que são usados na previsão de fenômenos atmosféricos que podem vir a adiar ou cancelar um evento.



Figura 3. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMRJ
Fonte: GEGET/DIBAPE

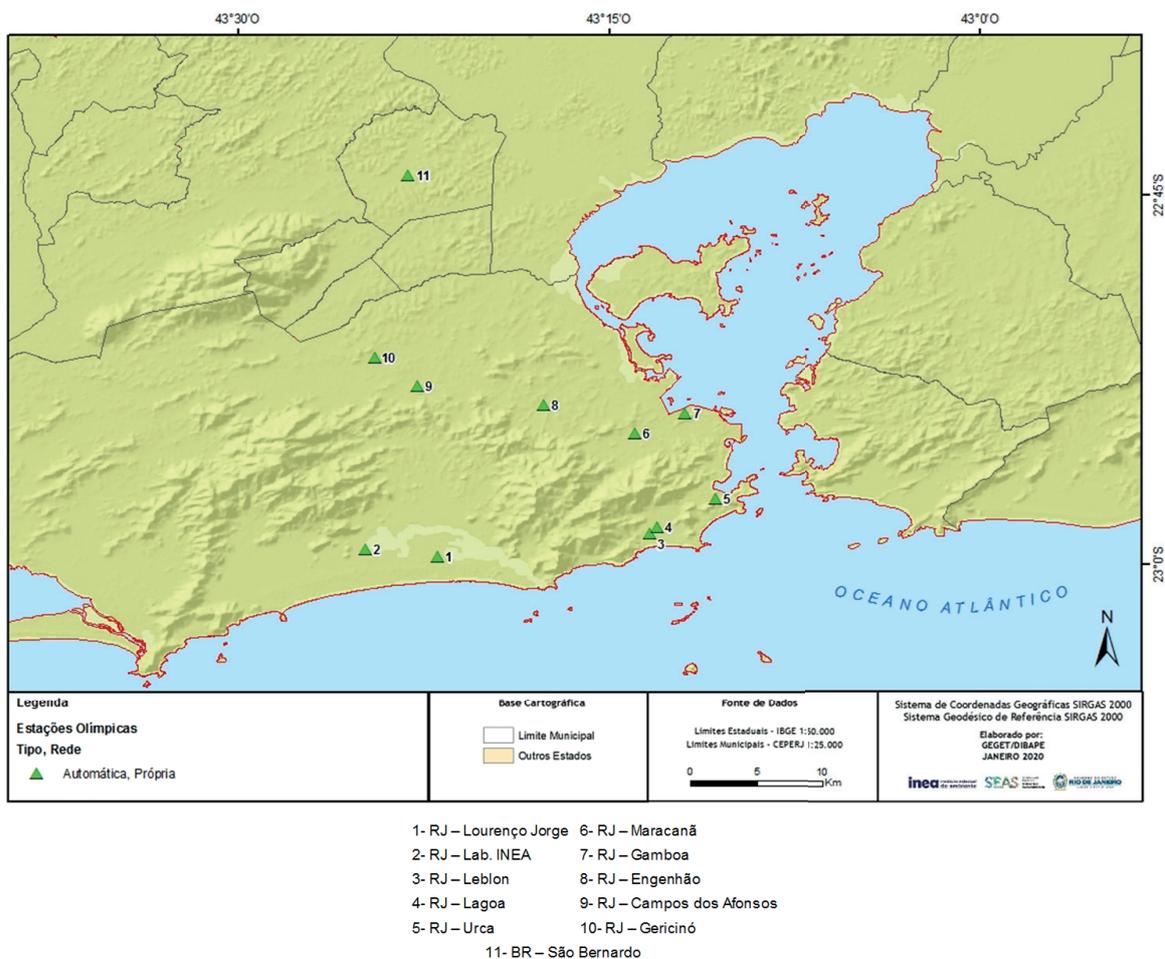


Figura 4. Distribuição espacial da rede de estações olímpicas de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMRJ
Fonte: GEGET/DIBAPE

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, de grande importância econômica para o desenvolvimento do Estado e do país, principalmente no que tange às 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); o setor automotivo e sua cadeia produtiva (pneus, química, vidros e infraestrutura de logística industrial), sobretudo em Resende e Porto Real, polo de indústrias automobilísticas; e o setor metalomecâ-

nico, 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 à localização das atividades industriais implantadas na região, bem como à 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.

No ano de 2016, o monitoramento da qualidade do ar na RMP foi realizado por meio de 15 estações automáticas, nove semiautomáticas e uma meteorológica. A distribuição espacial dessas estações é apresentada na Figura 5.

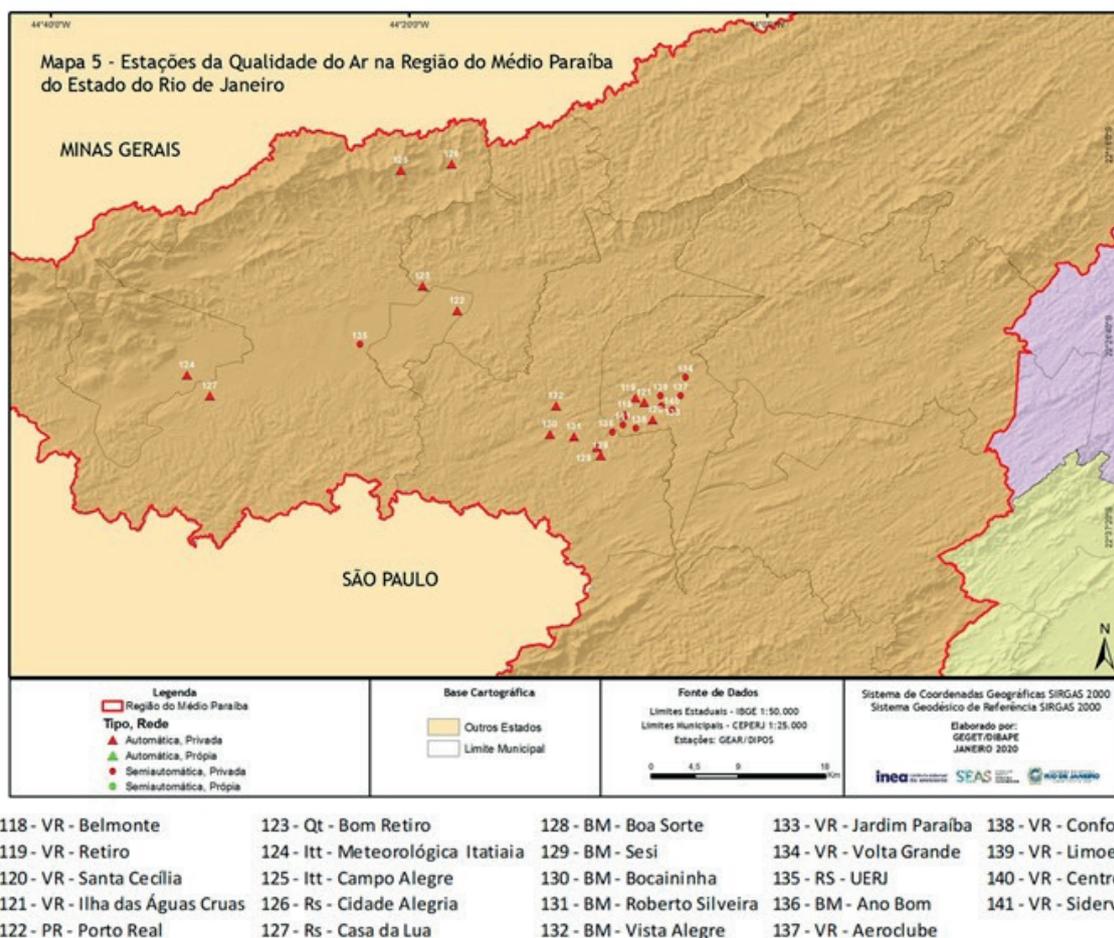


Figura 5. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RMP
Fonte: GEGET/DIBAPE

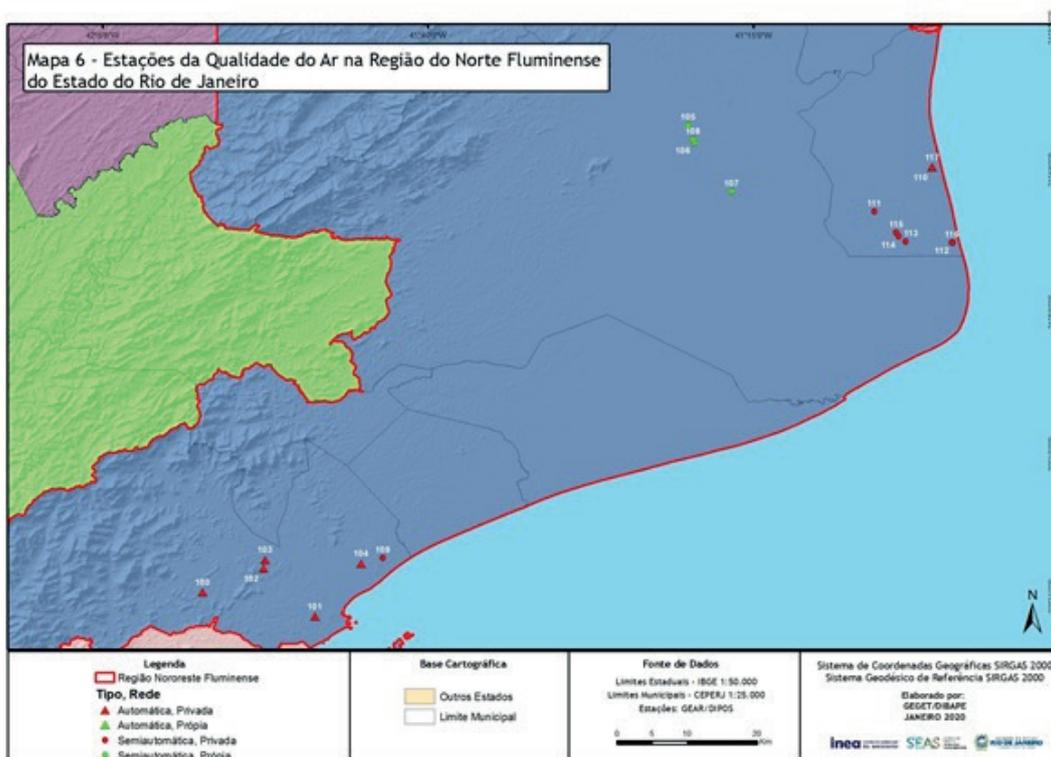
2.3 Região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro

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

O desenvolvimento da região litorânea do Norte Fluminense se deu com a atração de grandes empresas associadas à cadeia produtiva do petróleo e gás. A existência de jazidas petrolíferas trouxe a instalação de unidades produtoras, de armazenamento e de distribuição, como o Terminal de Cabiúnas, operado pela Petrobras. Mas, além disso, a região adotou a oferta de incentivos fiscais como estratégia para atrair indústrias.

O município de Macaé apresentou grande desenvolvimento, o que fomentou o crescimento de quase todos os setores da economia, principalmente nas áreas de serviços, gastronomia e hotelaria, mecânica, metais e mecânica (SEA/INEA, 2010). A cidade de Campos dos Goytacazes tornou-se um polo de arranjos produtivos locais de cerâmica vermelha, fruticultura, atividades do setor sucroalcooleiro e geração de energia termoelétrica.

No ano de 2016, o monitoramento da qualidade do ar na RNF foi realizado por meio de seis estações automáticas e 11 semiautomáticas. A distribuição espacial dessas estações é apresentada na Figura 6.



100 - Mc - Fazenda Airis	106 - Cp - Centro	112 - SJB - Barra do Açu
101 - Mc - Pesagro	107 - Cp - Goytacazes	113 - SJB - Mato Escuro - Centro
102 - Mc - Fazenda Severina	108 - Cp - Rodoviária	114 - SJB - Mato Escuro
103 - Mc - Meteorológica	109 - Cabiúnas 2	115 - SJB - Água Preta
104 - Mc - Cabiúnas	110 - SJB - Fazenda Saco Dantas	116 - SJB - Barra do Açu
105 - Cp - Águas do Paraíba	111 - SJB - Água Preta	

Figura 6. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RNF
Fonte: GEGET/DIBAPE

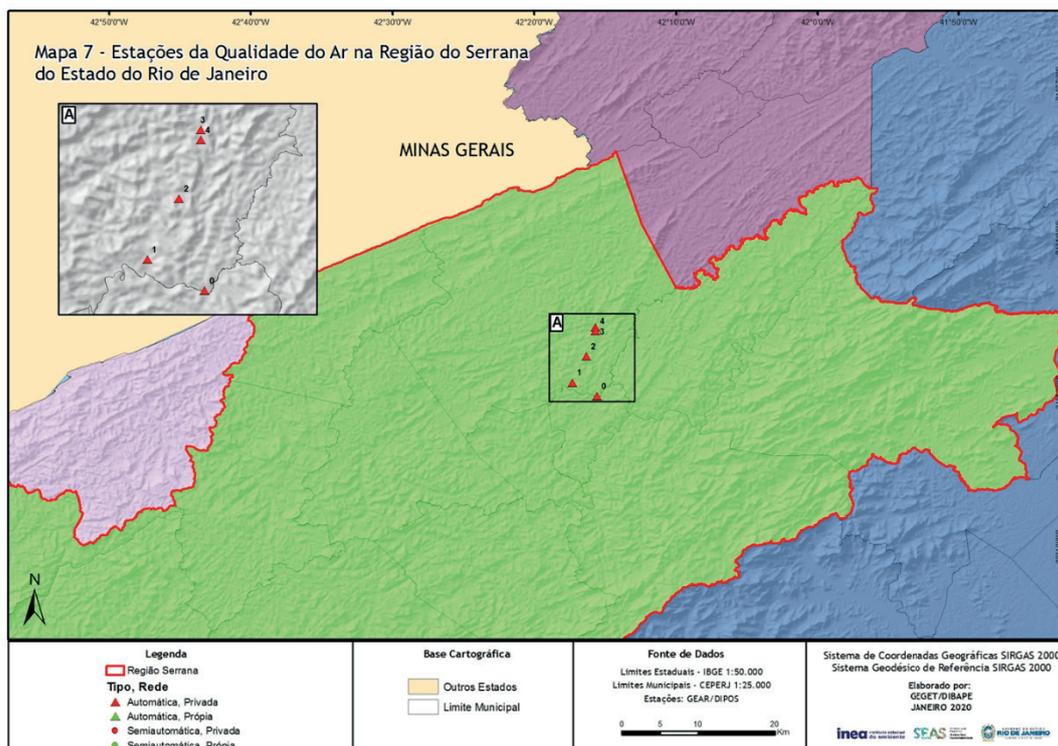
2.4 Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro

A Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro 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 desenvolvimento da Região Serrana é caracterizado pela atração de grandes empresas associadas à cadeia produtiva do cimento. A região também ado-

tou como estratégia a oferta de incentivos fiscais para atrair indústrias do ramo alimentício.

No ano de 2016, o monitoramento da qualidade do ar na RS foi realizado por meio de três estações aptas a medir parâmetros de qualidade do ar e meteorologia e por duas estações meteorológicas de superfície. A distribuição espacial das mesmas é apresentada na Figura 7.



0- Ma – Macuco 2- Cg - Meteorológica
1- Cg – Val Palmas 3- Cg – Euclidelândia
4- Cg – Euclidelândia 1

Figura 7. Distribuição espacial da rede de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA na RS
Fonte: GEGET/DIBAPE

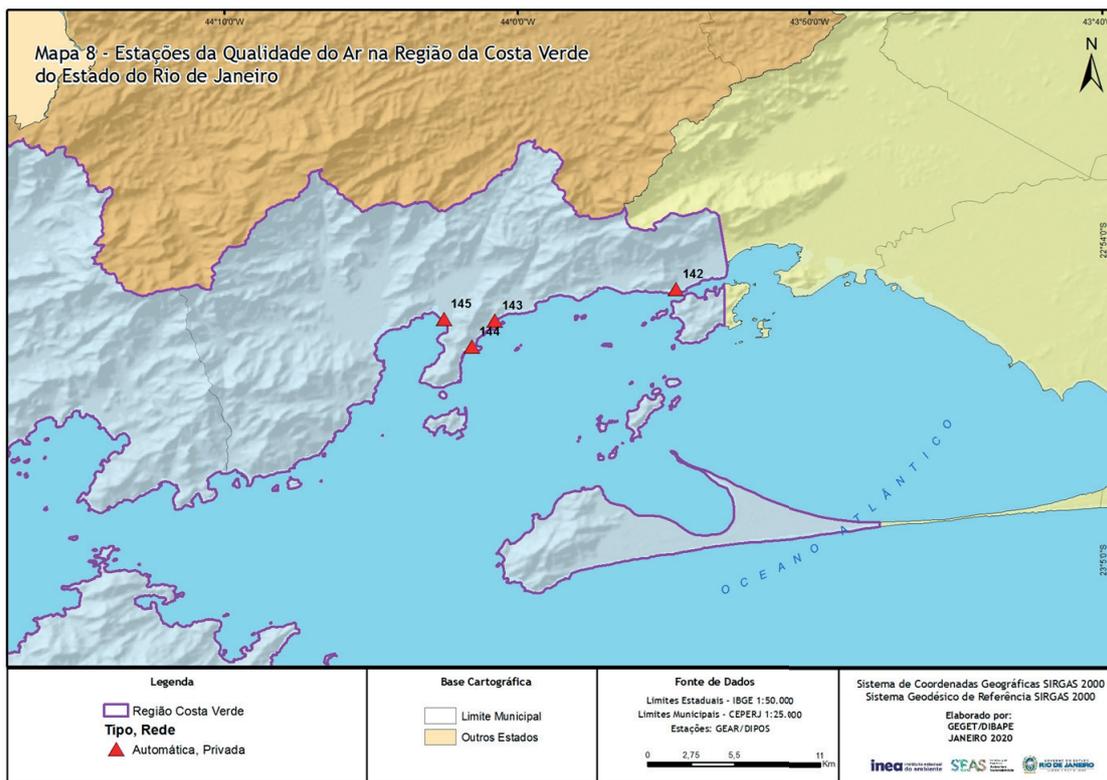
2.5 Região da Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro

A Região da Costa Verde (RCV) abrange os municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Paraty, e é conhecida por suas belezas naturais, responsáveis pelo desenvolvimento do turismo na região.

O desenvolvimento da região em questão está associado ao segmento industrial da construção naval e aos terminais de movimentação de granéis sólidos. Além disso, a região vale-se da atuação de usinas

nucleares, do setor imobiliário e do turismo, cuja atividade, estimulada pela presença de praias, ilhas e da Mata Atlântica, ainda preservada, dinamiza o comércio de bens e serviços.

No ano de 2016, o monitoramento da qualidade do ar na RCV foi realizado por meio de quatro estações automáticas. A localização dessas estações é apresentada na Figura 8.



142- Mt – Itacuruçá 144- Mt – Ibicuí
 143- Mt – Clube da Vale 145- Mt – Praia do Saco

Figura 8. Distribuição espacial da estação de monitoramento da qualidade do ar na RCV
Fonte: GEGET/DIBAPE

3. COMPOSIÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DO AR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Em 2016, a rede de monitoramento da qualidade do ar do INEA era composta pelas redes de estações automáticas e semiautomáticas. 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 (NO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), ozônio (O₃), hidrocarbonetos (HC - totais, metano e não metano), compostos orgânicos voláteis (COV - como benzeno, tolueno e xileno), e material particulado (PM) em suspensão na atmosfera, nas frações Partículas Totais em Suspensão (PTS), Material Particulado com diâmetro até 10 µm (PM₁₀) e Material Particulado com diâmetro até 2,5 µm (PM_{2,5}). Os parâmetros meteorológicos monitorados são: direção e velocidade do vento, temperatura, umidade, radiação solar, pressão atmosférica e precipitação. Os dados obtidos são transmitidos *on-line* e em tempo real para a central de telemetria do INEA e armazenados no 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), Material Particulado com diâmetro até 10 µm (PM₁₀) e Material Particulado com diâmetro até 2,5 µm (PM_{2,5}), por 24 horas ininterruptas, de seis em seis dias. As estações dessa 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 material particulado é calculada, e os resultados, inseridos no banco de dados da rede semiautomática.

Além das estações próprias de monitoramento da qualidade do ar, o INEA utiliza 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 controle.

Em anos anteriores a 2016, de forma prioritária e estratégica, o INEA distribuiu suas estações automáticas de monitoramento por 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 de empre-

endimentos de grande potencial poluidor e, portanto, são direcionadas para o monitoramento de locais cuja qualidade do ar é impactada pelas emissões de poluentes atmosféricos proveniente dessas operações.

A localização das estações que compõem a rede de monitoramento é definida de acordo com as políticas de gestão do órgão ambiental (INEA). Uma vez determinada a 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. Essa microlocalização segue critérios mínimos, de acordo com as características físicas de cada região, já que a área de abrangência da informação gerada depende de uma adequada localização do ponto de amostragem.

3.1 Rede Automática

No ano de 2016, a rede automática de monitoramento da qualidade do ar operou 75 estações automáticas (próprias e privadas) distribuídas pela RMRJ, RMP, RNF, RS e RCV, incluindo as dez estações que monitoram somente parâmetros meteorológicos.

As estações da rede automática se caracterizam pela capacidade de processar, na forma de médias horárias, no próprio local, *on-line* e em tempo real, a concentração dos parâmetros de qualidade do ar e as características meteorológicas das regiões. Essas

médias são transmitidas para a central de telemetria e armazenadas em servidor de banco de dados, onde passam por processo de validação técnica periódica e, posteriormente, são disponibilizadas no portal do INEA (www.inea.rj.gov.br). As Figuras 9, 10 e 11 demonstram o funcionamento das estações automáticas de monitoramento, os analisadores utilizados para a quantificação dos poluentes e os sensores meteorológicos empregados na rede INEA.



Figura 9. Estações automáticas de monitoramento da qualidade e meteorologia do ar INEA
Fonte: GEAR/DISEQ



Equipamentos de quantificação de poluentes presentes no ar



Equipamento de quantificação de NOX



Sistema de aquisição dos dados de qualidade do ar monitorados

Figura 10. Equipamentos de quantificação de poluentes atmosféricos contidos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade e meteorologia do ar do INEA
Fonte: GEAR/DISEQ



Figura 11. Sensores Meteorológicos de monitoramento ambiental que equipam as 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 solar

Fonte: Reprodução

No ano de 2016, foram operadas 43 estações na RMRJ; 15, seis e cinco estações na RMP, RNF e RS, respectivamente; e seis estações na RCV. As estações da rede automática dessas regiões monitoraram os parâmetros de qualidade do ar e meteorologia descritos na Tabela 1 (Estações próprias) e na 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. Os tipos de instrumentos meteorológicos descritos na tabela, bem como as 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) estão apresentadas no Anexo I.

Tabela 1. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2016 - Estações próprias

Estações Automáticas	Região	Parâmetros															
		SO ₂	NOx	O ₃	CO	PM _{2,5}	HC	BTX	PM ₁₀	PTS	TEMP	D Vel.	V	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			
SG - UERJ	RMRJ	x	x	x	x				x		x	x	x	x			
RJ - Centro°	RMRJ	x	x	x	x		x		x		x	x	x	x			
Nit - Caio Martins	RMRJ	x	x	x		x					x	x	x	x	x		
RJ - Jacarepaguá°	RMRJ			x													
RJ - UM_VAN°	RMRJ	x	x	x	x			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 - Lagoa°	RMRJ			x							x	x	x	x			
RJ - Lourenço Jorge	RMRJ	x	x		x	x					x	x	x	x	x		
RJ - Lab. INEA°	RMRJ	x	x	x	x	x			x		x	x	x	x	x		
RJ - Engenheiro°	RMRJ		x	x	x		x		x		x	x	x	x			
RJ - Gamboa	RMRJ			x							x	x	x	x			
RJ - Gericoó°	RMRJ			x							x	x	x	x			
RJ - Leblon°	RMRJ			x							x	x	x	x			
RJ - Maracanã°	RMRJ			x													
RJ - São Conrado°	RMRJ			x													
RJ - Urca°	RMRJ			x							x	x	x	x			
SC - 27°BPM	RMRJ	x	x		x		x	x	x		x	x	x	x	x		
SJM - Coelho da Rocha	RMRJ	x			x												
Total de estações Automáticas	21																

Notas:

SO ₂ - Dióxido de Enxofre	HC - Hidrocarbonetos	Rad. - Radiação Global	NOx - Óxidos de Nitrogênio	BTX - Benzeno, Tolueno e Xileno
Prec. - Precipitação	SG - São Gonçalo	CO - Monóxido de Carbono	TEMP - Temperatura	P(atm) - Pressão
Nit - Niterói	O ₃ - Ozônio	D VEL - Direção do Vento	NI - Nova Iguaçu	PM ₁₀ - Material Particulado (menores que 10 µm)
V VEL - Velocidade do Vento	° Estações Olímpicas	RMRJ - Região Metropolitana do RJ	PTS - Partículas Totais em Suspensão	Umid - Umidade Relativa do ar
UM - Unidade Móvel	BR - Belford Roxo	SJM - São João de Meriti	SC - Santa Cruz	PM _{2,5} - Material Particulado (menores que 10 µm)

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela 2. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2016 - Estações privadas (continua)

Estações Automáticas	Região	Parâmetros														
		SO ₂	NOx	O ₃	CO	HC	BTX	PM ₁₀	PTS	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
Itb - Sambaetiba	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Sp - Piranema	RMRJ	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	
Itg - Coroa Grande	RMRJ		x	x				x	x	x	x	x	x	x	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
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	
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
NI - Jardim Guandu	RMRJ	x	x	x	x			x								
RJ - Ilha de Paquetá	RMRJ	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
SC - Meteorológica	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
DC - Meteorológica	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
Sp - Est. Meteorológica	RMRJ									x	x	x	x		x	
APA - Guapimirim	RMRJ									x	x	x	x	x	x	x
RJ - Manguinhos	RMRJ	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
VR - Belmonte	RMRJ	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			
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				
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				
BM - Vista Alegre	RMP							x	x		x	x				
VR - Ilha das Águas Cruas*	RMP									x	x	x	x	x	x	x
Itt -Meteorológica Itatiaia	RMP									x	x	x	x	x	x	x
Mc - Fazenda Aires	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 - Cabiúnas	RNF	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
SJB - Fazenda Saco Dantas	RNF							x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabela 2. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia em 2016 - Estações privadas

Estações Automáticas	Região	Parâmetros														
		SO ₂	NOx	O ₃	CO	HC	BTX	PM ₁₀	PTS	TEMP	D Vel.	V Vel.	Umid	Rad.	P(atm)	Prec.
Mc - Meteorológica	RNF									x	x	x	x	x	x	x
Ma - Macuco	RS							x		x	x					
Cg - Val Palmas	RS		x	x				x		x	x	x	x	x	x	x
Cg - Euclidelândia	RS							x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cg - Meteorológica	RS		x	x				x		x	x					
Cg - Euclidelândia1	RS									x	x	x	x		x	x
Itg - Ilha da Madeira*	RCV							x	x	x	x	x	x			
Mt - Clube da Vale*	RCV							x	x	x	x	x	x			
Mt - Ibicuí*	RCV							x	x	x	x	x	x			
Mt - Praia do Saco*	RCV							x	x	x	x	x	x			
Itg - Est. Meteorológica Ilha da Madeira	RCV									x	x	x	x	x	x	x
Mt - Itacuruçá	RCV		x	x				x	x							
Total de estações Automáticas	54															

Notas:

NOx - Óxidos de Nitrogênio	D VEL - Direção do Vento	RMP - Região Médio Paraíba	ITb - Itaboraí	Rs - Resende
CO - Monóxido de Carbono	V VEL - Velocidade do Vento	RNF - Região Norte Fluminense	Itg - Itaguaí	Qt - Quatis
O ₃ - Ozônio	Umid - Umidade Relativa do ar	RJ - Rio de Janeiro	Itt - Itatiaia	Cg - Cantagalo
PM ₁₀ , Material Particulado (menores que 10 mm)	Rad - Radiação Global	DC - Duque de Caxias	Sp - Seropédica	NI - Nova Iguaçu
PTS - Partículas Totais em Suspensão	P (atm) - Pressão	VR - Volta Redonda	Mt - Mangaratiba	Mc - Macaé
HC - Hidrocarbonetos	Prec. - Precipitação	BM - Barra Mansa	Jp - Japeri	SJB - São João da Barra
BTX - Benzeno, Tolueno e Xileno	RS - Região Serrana	SC - Santa Cruz	PR - Porto Real	*Início de operação em 2016
Ma - Macacu				

Fonte: GEAR/DISEQ

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 ₁₀	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	EQQA - 0206 - 148
	Hidrocarbonetos	Ionização de chama	EPA IN CFR 40, PART 43

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela 4. Parâmetros meteorológicos e instrumentos de medição

REDE	PARÂMETRO	INSTRUMENTO
Rede Automática	Precipitação	Pluviômetro de báscula
	Pressão atmosférica	Barmetro digital
	Radiação Solar	Piranmetro (termopilha)
	Temperatura e umidade	Termohigrômetro (termistor)
	Velocidade e direção do vento	Anemmetros de conchas e hélice são admitidos

Fonte: OMM, 2010

Nos anemmetros, os dados de direção do vento estão expressos em graus ($^{\circ}$). Em meteorologia, a direção do vento observada sempre indica a origem dos

ventos. 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 ($^{\circ}$)
Norte	N	0* ou 360
Nordeste	NE	45
Leste	E	90
Sudeste	SE	135
Sul	S	180
Sudoeste	SW	225
Oeste	W	270
Nordeste	NW	315

* Comumente o ângulo 0° é usado para indicar calmarias

Fonte: GEAR/DISEQ

3.2 Rede Semiautomática

No ano de 2016, a rede semiautomática de monitoramento da qualidade do ar do INEA operou 69 estações (próprias e privadas) distribuídas pela RMRJ, RMP e RNF.

As estações semiautomáticas são monitoram os parâmetros de qualidade do ar descritos na Tabela 6 (Estações próprias) e na Tabela 7 (Estações privadas).

Nessas estações, a amostragem é realizada durante 24 horas, a cada seis dias. As amostras de material particulado coletadas em Amostradores de Gran-

de Volume (AGVs) são analisadas nos laboratórios do INEA, podendo, eventualmente, ser caracterizadas quanto à sua composição química. As frações de material particulado coletadas na rede semiautomática são: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Material Particulado com diâmetro até 10 μm (PM_{10}) e Partículas Inaláveis com diâmetro até 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$). Uma foto ilustrativa dos AGVs é apresentada na Figura 12. Os dados da rede são publicados a cada seis dias e disponibilizados no portal do INEA (www.inea.rj.gov.br).



Figura 12. Amostradores AGVs das estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia do INEA. (a) PTS, (b) PM_{10} ou $\text{PM}_{2,5}$.

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela 6. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2016 - Estações próprias

Estações Semiautomáticas	Região	Parâmetros			Estações Semiautomáticas	Região	Parâmetros		
		PM _{2,5}	PM ₁₀	PTS			PM _{2,5}	PM ₁₀	PTS
BR - Secretaria de Transporte	RMRJ			x	SG - Prefeitura	RMRJ			x
RJ - Benfica	RMRJ			x	SJM - Vilar dos Teles	RMRJ			x
RJ - Bonsucesso	RMRJ		x		RJ - Gericinó	RMRJ		x	
RJ - Botafogo	RMRJ		x		RJ - Realengo	RMRJ		x	
RJ - Sumaré	RMRJ		x	x	RJ - Engenheiro	RMRJ		x	x
RJ - Castelo	RMRJ	x	x	x	RJ - Campos dos Afonsos	RMRJ	x	x	x
RJ - Creche Bangu	RMRJ	x			RJ - Maracanã	RMRJ	x		
RJ - Copacabana	RMRJ	x			RJ - Lab. INEA	RMRJ	x		
DC - INSS	RMRJ		x		RJ - Urca	RMRJ		x	
DC - Campos Elíseos	RMRJ	x			RJ - Leblon	RMRJ	x		
DC - Jardim Primavera	RMRJ	x			RJ - Lagoa	RMRJ	x		
RJ - Cidade de Deus	RMRJ	x	x		RJ - Gamboa	RMRJ	x	x	
RJ - UERJ	RMRJ	x	x		VR - Volta Grande	RMP	x	x	
Nit - Getulinho	RMRJ	x			Rs- UERJ	RMP	x		
NI - Monteiro Lobato	RMRJ		x		BM - Ano Bom	RMP		x	
CG - West Shopping	RMRJ	x			VR - Jardim Paraíba	RMP	x		
RJ - Tijuca	RMRJ			x	Cp - Águas do Paraíba	RNF			x
RJ - Piscinão Ramos	RMRJ	x			Cp- Centro	RNF	x		
SC - João XXIII	RMRJ	x		x	Cp- Goytacazes	RNF	x		x
Nit - Policlínica	RMRJ		x		Cp - Rodoviária	RNF		x	
SC - Conjunto Alvorada	RMRJ	x		x	RJ - Santa Tereza	RMRJ	x		x
Total de pontos de monitoramento	42								

PM _{2,5} - Material Particulado (menores que 2,5 µm)	DC - Duque de Caxias	SC - Santa Cruz, Rio de Janeiro
PM ₁₀ : Material Particulado (menores que 10 µm)	VR - Volta Redonda	SG - São Gonçalo
PTS - Partículas Totais em Suspensão	BM - Barra Mansa	SJM - São João de Meriti
RMRJ - Região Metropolitana do RJ	NI - Nova Iguaçu	Sp - Seropédica
RMP- Região Médio Paraíba	Nit - Niteroi	Rs - Resende
RNF - Região Norte Fluminense	BR - Belford Roxo	Cp - Campos
RJ - Rio de Janeiro	Np - Nilópolis	° Estações Olímpicas

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela 7. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2016 - Estações privadas

Estações Semiautomáticas	Região	Parâmetros		
		PTS	PM ₁₀	PM _{2,5}
RJ - João Cribin	RMRJ		x	
RJ - Bosque da Boiúna	RMRJ			x
RJ - Rio Grande	RMRJ			x
RJ - Curicica	RMRJ		x	
Itg - Brisimar	RMRJ	x	x	
Itg - Sítio Terezinha	RMRJ	x	x	
Itg - Vila Aparecida	RMRJ	x	x	
Itg - Vila California	RMRJ	x	x	
Itb - Auto do Jacu	RMRJ	x	x	
Itb - Fazenda Macacu	RMRJ	x	x	
Itb - Guapimirim	RMRJ	x	x	
Itb - Itambi	RMRJ	x	x	
Itb - Porto das Caixas	RMRJ	x		
Itb - Sambaetiba	RMRJ	x		
VR - Aeroclube	RMP	x	x	
VR - Conforto	RMP	x	x	
VR - Limoeiro	RMP	x	x	
VR - Centro	RMP	x	x	
VR - Siderville	RMP	x	x	
SJB - Água Preta	RNF		x	
SJB - Barra do Açu	RNF	x	x	
SJB - Mato Escuro - Centro	RNF	x	x	
SJB - Mato Escuro	RNF	x		
SJB - Água Preta	RNF	x	x	
SJB - Barra do Açu	RNF	x	x	
Mc - Cabiúnas 2	RNF	x		
Total de estações semiautomáticas	27			

Notas:

PM ₁₀ : Material Particulado (menores que 10 µm)	RMP – Região Médio Paraíba	PM _{2,5} : Material Particulado (menores que 10 µm)
PTS – Partículas Totais em Suspensão	RNF – Região Norte Fluminense	Nit - Niterói
RMRJ – Região Metropolitana do RJ	VR – Volta Redonda	Itg - Itaguaí
Itb – Itaboraí	RJ – Rio de Janeiro	SJB – São João de Meriti
Mc - Macaé		

Fonte: GEAR/DISEQ

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 ₁₀)	Amostrador de grandes volumes (NBR 13412)
	Material Particulado (PM _{2,5})	Amostrador de grandes volumes

Fonte: GEAR/DISEQ

4. RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EM 2016 NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Com o objetivo de caracterizar a qualidade do ar nas áreas de cobertura das estações de monitoramento do ERJ durante o ano de 2016, 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, por região definida como prioritária (RMRJ, RMP, RNF, RS e RCV), e incluem as características climatológicas, além das condições meteorológicas obtidas no ano de 2016.

O conhecimento da climatologia local é imprescindível para o estudo da qualidade do ar em uma região, pois indica as condições meteorológicas médias da região a ser avaliada ao longo de trinta anos. Para esta análise, foram utilizados dados referentes às normais climatológicas² do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), consolidadas entre 1961 e 1990.

As condições meteorológicas foram 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 são apresentadas na forma de máximas e mínimas extremas, e de médias mensais. As observações relativas a essas medições são confrontadas com as Normais Climatológicas do INMET. Para a direção e velocidade do vento, as mesmas são expressas por meio de rosas dos ventos sazonais.

A análise da qualidade do ar objeto deste relatório foi feita a partir da comparação dos dados de concentração monitorados com os padrões de qualidade do ar estabelecidos no Decreto Estadual nº 44.072, publicado em 18 de fevereiro de 2013, que ratifica os valores definidos na Resolução CONAMA nº 3/1990 (Tabela 10). Entretanto, em 21 de novembro

². 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 trinta 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.

de 2018, foi publicada a Resolução CONAMA nº 491/2018, que revoga a Resolução supracitada e estabelece novos indicadores da qualidade do ar e valores mais restritivos para os padrões de qualidade do ar de curto e longo período de exposição. A resolução vigente determina que os novos padrões sejam adotados em quatro etapas sequenciais (Tabela 9). A primeira etapa compreende os valores iniciais de

padrão da qualidade do ar a serem adotados. O novo ato normativo prevê, ainda, que os valores adotados para o Padrão de Qualidade do Ar Final (PF) sejam os mesmos definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Por fim, tornando os parâmetros ainda mais restritivos, a Resolução em vigor não permite que os padrões de curto e longo período de exposição sejam ultrapassados.

Tabela 9. Resolução CONAMA nº 491/2018

ETAPAS
PI-1
PI-2
PI-3
PF

PI: Padrão de Qualidade do Ar Intermediário
PF: Padrão de Qualidade do Ar Final

Fonte: GEAR/DISEQ

Os padrões, portanto, 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 11). Os resultados do monitoramento, com base nessa divisão, são apresentados individualmente, por região, tempo de exposição e poluente.

Tabela 10. Padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3/1990

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO (µg/m ³)	PADRÃO SECUNDÁRIO (µg/m ³)
Partículas Totais em Suspensão	24 horas ¹	240	150
	MGA ²	80	60
Partículas Inaláveis	24 horas ¹	150	150
	MAA ³	50	50
Dióxido de Enxofre	24 horas ¹	365	100
	MAA ³	80	40
Dióxido de Nitrogênio	1 hora	320	190
	MAA ³	100	100
Monóxido de Carbono	1 hora ¹	40.000	40.000
		35 ppm	35 ppm
	8 horas	10.000	10.000
		9ppm	9ppm
Ozônio	1 horas ¹	160	160

1. Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano

2. Média geométrica anual

3. Média aritmética anual

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela 11. Padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018

POLUENTE	Período de Referência	PI - 1 (µg/m ³)	PI-2 (µg/m ³)	PI-3 (µg/m ³)	PF	
					(µg/m ³)	ppm
Partículas Totais em Suspensão	24 horas	-	-	-	240	240
	Anual ⁴	-	-	-	80	80
Partículas Inaláveis - MP10	24 horas	120	100	75	50	50
	Anual ¹	40	35	30	20	20
Partículas Inaláveis - MP2,5	24 horas	60	50	37	25	25
	Anual ¹	20	17	15	10	10
Dióxido de Enxofre	24 horas	125	50	30	20	20
	Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio	1 hora ²	260	240	220	200	200
	Anual ¹	60	50	45	40	40
Monóxido de Carbono	8 horas ³	-	-	-	-	-
Ozônio	8 horas ³	140	130	120	100	100

¹ Média Aritmética Anual.

² Média horária.

³ Máxima média móvel obtida no dia.

⁴ Média Geométrica Anual.

Fonte: GEAR/DISEQ

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 aos critérios para uma determinada estação ou período representa um risco, pois eventuais falhas de medição comprometem a interpretação dos resultados obtidos.

A validação dos dados é realizada a partir do critério de dados por persistência e do critério por parâmetro. O critério de dados persistentes consiste na invalidação de valores repetidos por um intervalo ou período de tempo superior ao máximo admissível. A tabela abaixo apresenta os valores do período de tempo aceitável para a verificação de persistência dos parâmetros (Tabela 12).

Tabela 12. Critério de validação dos dados da rede automática

AVALIAÇÃO POR POLUENTE - PERSISTÊNCIA								
PERÍODO	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PTS	PM ₁₀	PM _{2,5}	HC
DIA (06:00 às 18:00)	3h	3h	4h	2h	3h	3h	3h	4h
NOITE (18:01 às 5:59)	6h	6h	8h	4h	6h	6h	6h	8h

Fonte: GEAR/DISEQ

O critério de validação dos dados de qualidade do ar da rede de monitoramento por parâmetros con-

siste na invalidação de valores de concentração segundo as condições apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13. Critério de validação dos dados da rede automática

AVALIAÇÃO POR POLUENTE - PARÂMETROS	
PTS e MP ₁₀	A concentração de PTS deverá ser maior que a concentração MP ₁₀ . O analista deverá plotar os dois parâmetros para observação. Caso a concentração $[MP_{10}] > [PTS]$, os parâmetros deverão ser avaliados separadamente. Ambos os parâmetros poderão ser invalidados caso não seja possível verificar qual dos dois apresentam problemas.
MP ₁₀ e MP _{2,5}	A concentração de MP ₁₀ deverá ser maior que a concentração MP _{2,5} . O analista deverá plotar os dois parâmetros para observação. Caso a concentração $[MP_{2,5}] > [MP_{10}]$, os parâmetros deverão ser avaliados separadamente. Ambos os parâmetros poderão ser invalidados caso não seja possível verificar qual dos dois apresentam problemas.
NO _x , NO ₂ e NO	Os dados serão considerados válidos quando atenderem à relação abaixo: $[NO_2] = [NO_x] - [NO]$ Caso a relação não seja atendida, as três variáveis deverão ser invalidadas.
HCNM, HCT, CH ₄	Os dados serão considerados válidos quando atenderem à relação abaixo: $[HCNM] = [HCT] - [CH_4]$ Caso a relação não seja atendida, as três variáveis deverão ser invalidadas.

Fonte: GEAR/DISEQ

A representatividade dos dados é calculada para as médias horárias, diárias, mensais e anuais. Cada média é avaliada à luz de determinadas características, com critérios definidos tanto para estação automática como para estação semiautomática. Os crité-

rios de representatividade de dados utilizados pelo INEA e considerados para a elaboração deste relatório são apresentados nas Tabelas 14 e 15, para as redes automáticas e semiautomáticas, respectivamente.

Tabela 14. Critério de Validação dos dados da rede automática

AVALIAÇÃO POR POLUENTE - PARÂMETROS	
Média Horária	75% das medidas válidas em 1 hora
Média Diária	75% das médias horárias válidas em 24 horas
Média Anual	50% das médias diárias válidas para os períodos:
	Janeiro-Abril; Maio-Agosto; Setembro-Dezembro.

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela 15. Critério de Validação dos dados da rede semiautomática

REPRESENTATIVIDADE DE DADOS	
Diária	24 horas ± 15 minutos
Mensal	75% das médias diárias válidas no mês
Anual	1/2 das médias diárias válidas no ano

Fonte: GEAR/DISEQ

Nas análises deste relatório, são apresentados os resultados de concentração monitorados pelas estações que atenderam ao critério mínimo de 75% de dados válidos no ano de 2016. Apenas com a finalidade de complementar as 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, esses dados não foram considerados na avaliação e nos diagnósticos. Além disso, para os poluentes que

apresentaram altas máximas concentrações médias durante o ano, foi apresentada, na análise de curto período, a segunda concentração máxima média do ano, a fim de aprimorar a investigação dos resultados.

Para a avaliação dos dados de concentração de PTS, PM₁₀, PM_{2,5} e SO₂, os resultados são apresentados divididos por exposição de curto período (concentração média de 24 horas) e de longo período (concentração média anual).

Na avaliação dos resultados de concentração do poluente NO₂, os resultados são apresentados divididos por exposição de curto período (concentração média horária) e de longo período (concentração média anual).

Por fim, para a avaliação dos dados de concentração do poluente CO e para a avaliação dos resul-

tados de concentração do O₃ - poluente secundário formado na atmosfera a partir de reações fotoquímicas, tendo como precursores para sua formação os óxidos de nitrogênio (NO_x) e os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) -, os resultados apresentados se referem à exposição de curto período (concentração média móvel de 8 horas).

4.1 Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro

4.1.1 Meteorologia

A Tabela 16 indica como os dados das estações meteorológicas avaliadas na RMRJ foram agrupados em relação à estação climatológica do INMET.

Tabela 16. Estações INEA analisadas na RMRJ e a climatológica INMET

REPRESENTATIVIDADE DE DADOS	
Ecologia Agrícola (Seropédica) (Lat: 22,7578°S; Lon: 43,6847°W)	Itb - Sambaetiba*
	SC - 27° BPM
	RJ - Lagoa
	RJ - Taquara
	RJ - Campo dos Afonsos
	NI - Caio Martins
	DC - Jardim Primavera*
	RJ - Ilha do Governador*
	NI - Monteiro Lobato

*Estações automáticas da rede privada

Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.1.1 Temperatura do Ar

Entre as estações meteorológicas da RMRJ descritas, as temperaturas máximas extremas mensais situaram-se entre 34,9° (junho) e 45,6°C (dezembro) na estação meteorológica Jardim Primavera (Figura 13).

As temperaturas médias mensais variaram entre 16,4°C (novembro), na estação Itb Sambaetiba, e 30,1°C (fevereiro), na estação DC - Jardim Primavera. As mé-

dias mensais da estação climatológica Ecologia Agrícola variaram entre 20,2°C (julho) e 26,4°C (fevereiro).

Com relação às temperaturas mínimas mensais extremas, a estação meteorológica Itb - Sambaetiba registrou valores entre 8,6°C (junho) e 18,4°C (fevereiro).

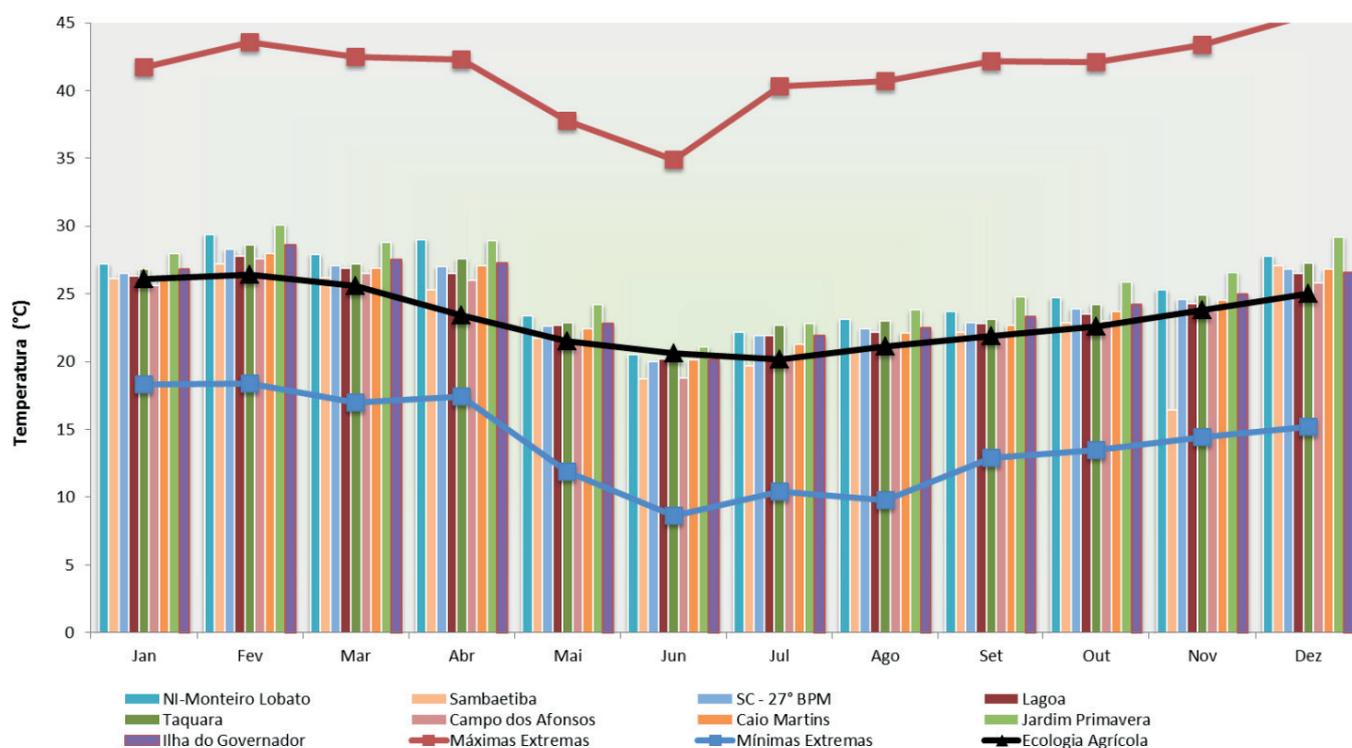


Figura 13. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na RMRJ

4.1.1.2 Umidade Relativa

Todas as estações meteorológicas avaliadas apresentaram o valor de 100% no que se refere a máximas extremas de umidade relativa mensal (Figura 14).

Os valores mensais médios de umidade relativa estiveram entre 63%, em NI - Monteiro Lobato (abril), e 97%, na Itb-Sambaetiba (junho). A estação Ecologia

Agrícola apresentou médias mensais entre 73%, em agosto, e 80%, em abril.

Já com relação aos valores mínimos extremos de umidade relativa, observa-se que estes variaram entre 15%, na estação DC - Jardim Primavera (fevereiro), e 30%, na estação DC - Jardim Primavera (maio e junho).

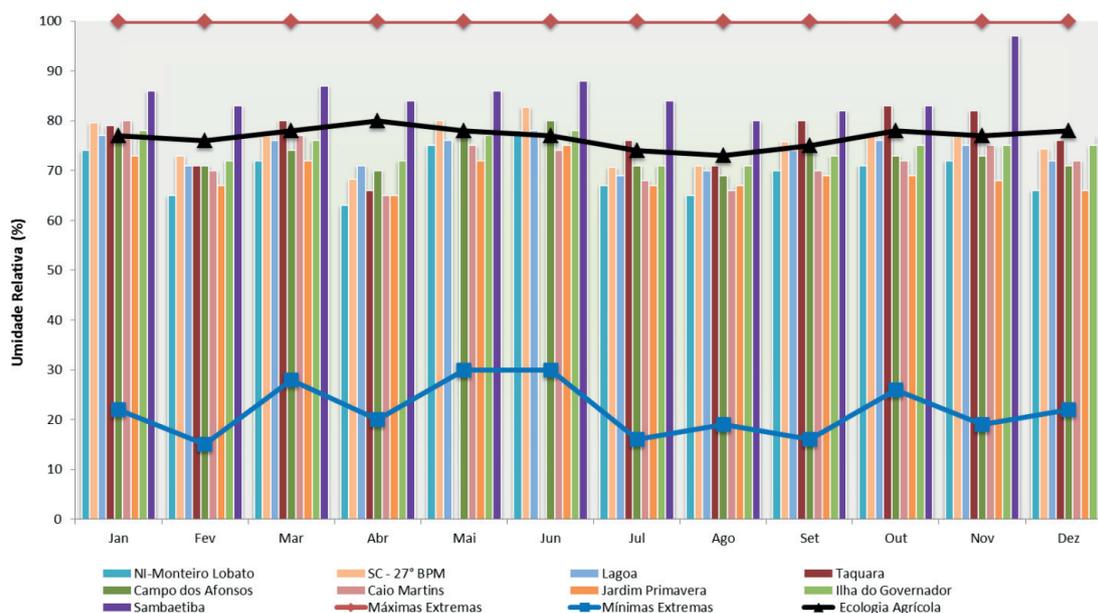


Figura 14. Umidade relativa - médias mensais e valores extremos das estações analisadas na Região Metropolitana

Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.1.3 Direção e velocidade do vento - Rosa dos ventos

O parâmetro vento (direção e velocidade) é 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 2016.

Na estação DC - Jardim Primavera, os ventos foram predominantemente fracos (em verde-menta e amarelo na rosa dos ventos) em todas as estações do ano, com eventuais ocorrências de vento SO de inten-

sidade moderada (em vermelho na rosa dos ventos). A direção dos ventos na estação DC-Jardim Primavera não foi bem definida, sobretudo durante o inverno. No entanto, observou-se uma preferência nos quadrantes leste-sul (L-S) e oeste-norte (O-N). As condições de calmarias variaram entre 7,3% (primavera) e 16,5% (outono). A Figura 15 exibe as rosas dos ventos sazonais para a localidade.

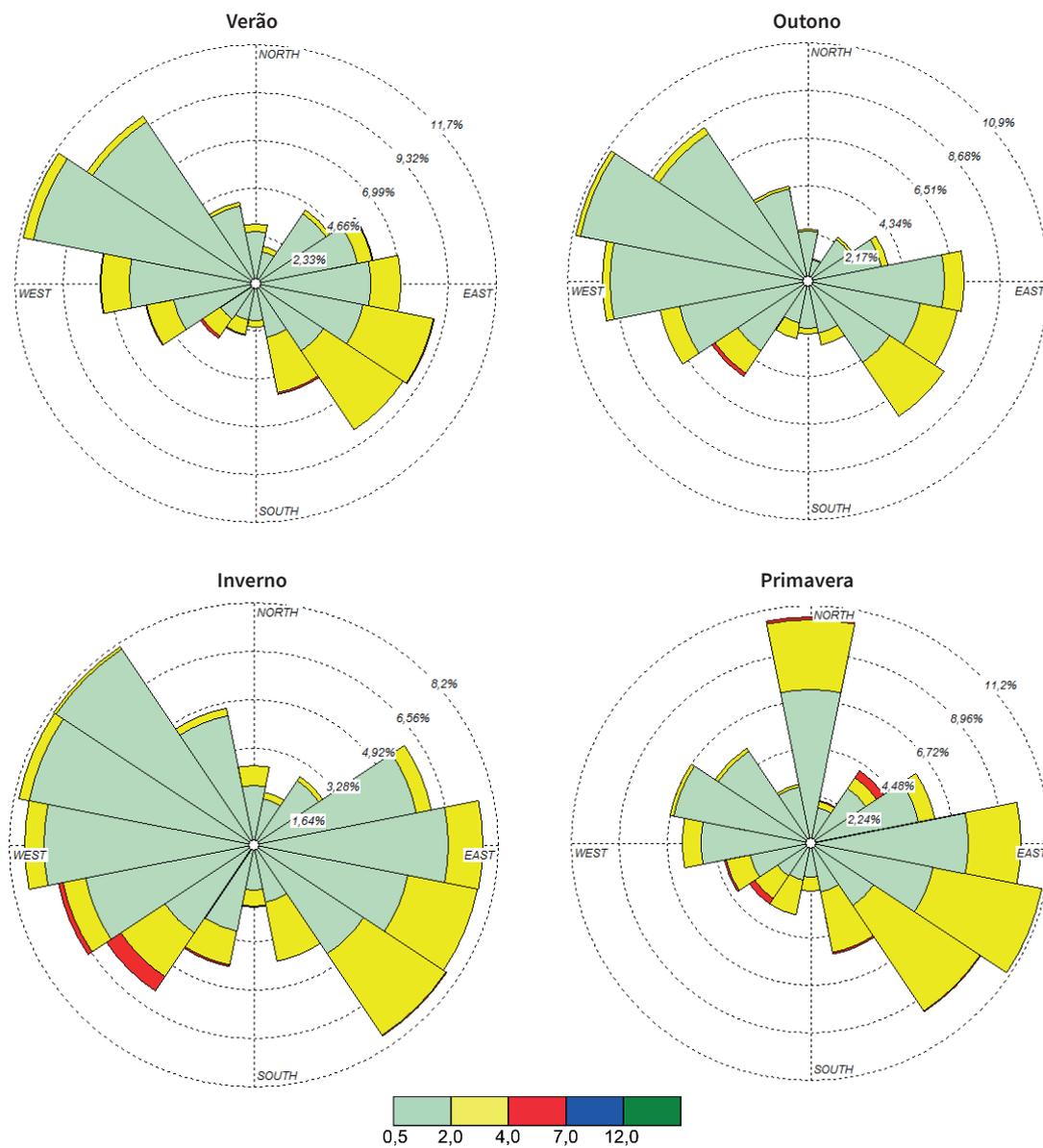


Figura 15. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação DC - Jardim Primavera. Calmarias: 9% (verão), 16,5% (outono), 12,3% (inverno) e 7,3% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

A estação Itb - Sambaetiba apresentou elevada frequência de situações de calmarias, sendo maior que 18% em todas as estações do ano e chegando a 61,7% durante o outono. Os ventos foram fracos com eventuais registros de moderados, especialmente durante a primavera, quando observou-se uma forte

componente de NE. A direção predominante na maior parte do ano variou entre nordeste-leste (NE-L), sendo que, no outono e no inverno, houve um aumento na frequência dos ventos de sudoeste (SO), conforme ilustra a Figura 16.



Figura 16. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Itb - Sambaetiba. Calmarias: 49,2% (verão), 61,7% (outono), 49,3% (inverno) e 18,5% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Das estações analisadas, a estação Nit - Caio Martins apresentou direções preferenciais do vento mais bem definidas, além de alta frequência de condições de calmarias. Isso ocorreu devido ao confinamento do ar no entorno da estação, que é uma área densamente urbanizada. Os ventos

monitorados pela estação Nit - Caio Martins foram prioritariamente de O, tendo sido observada uma pequena atuação de ventos de NE. Os percentuais de calmarias foram elevados, ficando entre 59,6%, na primavera, e 79,8%, no outono. A Figura 17 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

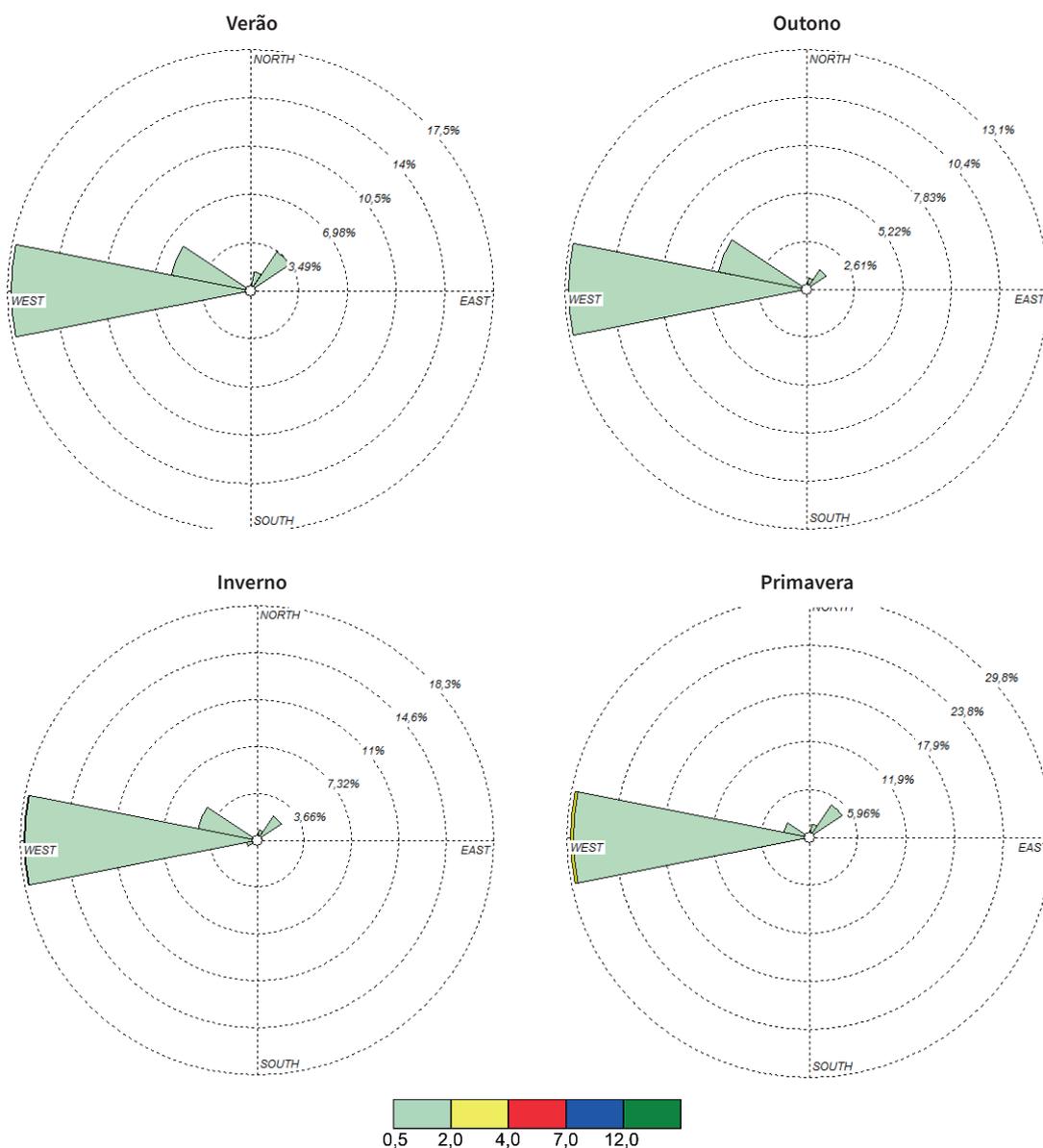


Figura 17. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Nit - Caio Martins. Calmarias: 71,1% (verão), 79,8% (outono), 72,6% (inverno) e 59,6% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

A estação meteorológica RJ - Ilha do Governador apresentou predominância de ventos no quadrante oeste-norte (O-N) durante a maior parte do ano. Na primavera, foram mais frequentes ventos no quadrante leste-sul (L-S), notadamente na direção sudeste (SE).

Os ventos na estação RJ - Ilha do Governador foram fracos, e o percentual de calmarias variou entre 14,3% (verão) e 42,4% (primavera). A Figura 18 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

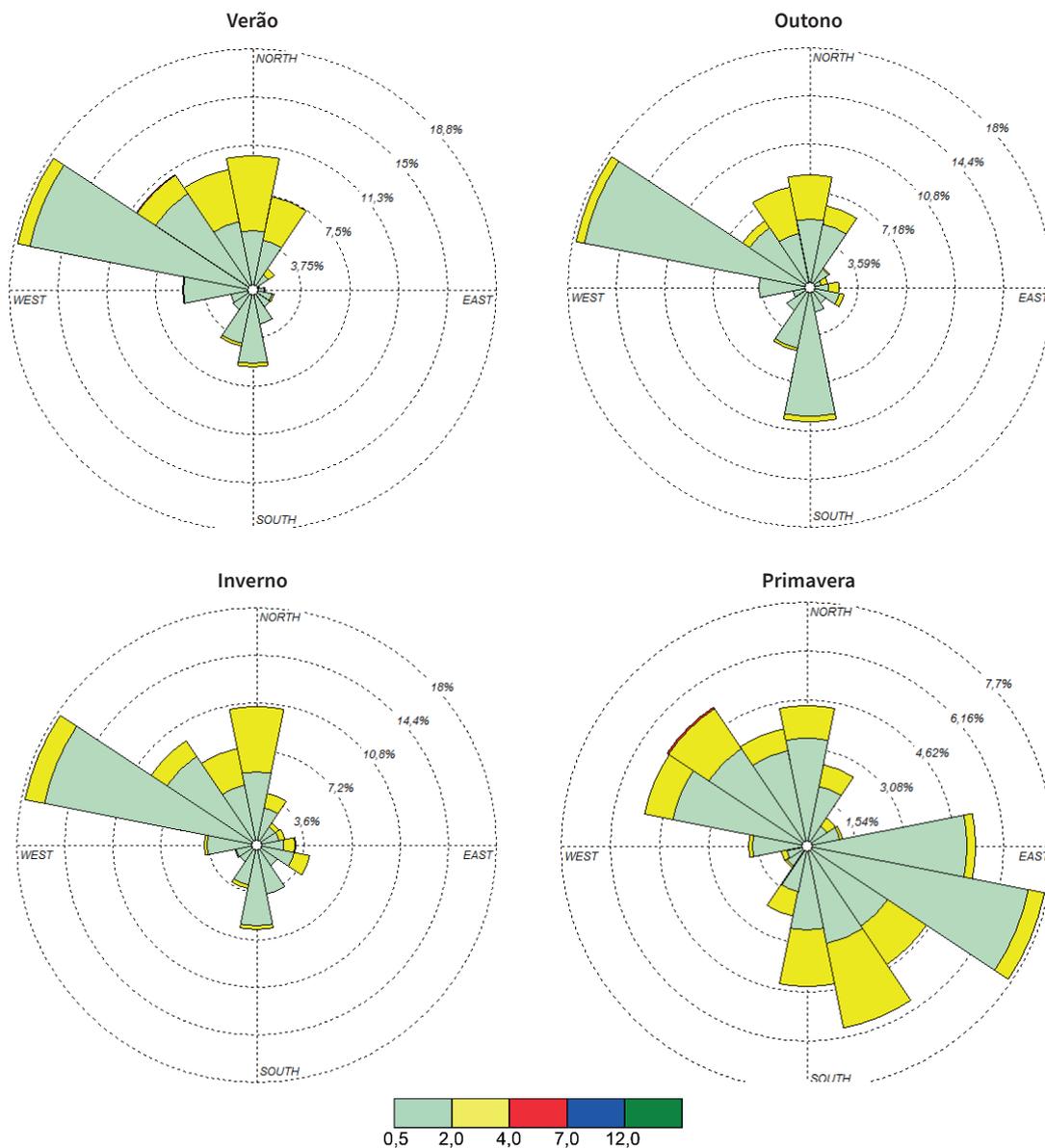


Figura 18. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Ilha do Governador. Calmarias: 14,3% (verão), 20,2% (outono), 16,8% (inverno) e 42,4% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Na estação RJ - Taquara, localizada em uma área densamente urbanizada, as direções predominantes do vento foram bem definidas, tendo sido os ventos de NE e, especialmente, os de SO os mais frequentes ao

longo do ano. Os ventos foram comumente fracos, e as condições de calmaria variaram entre 17,2% (primavera) a 29,9% (outono). A Figura 19 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

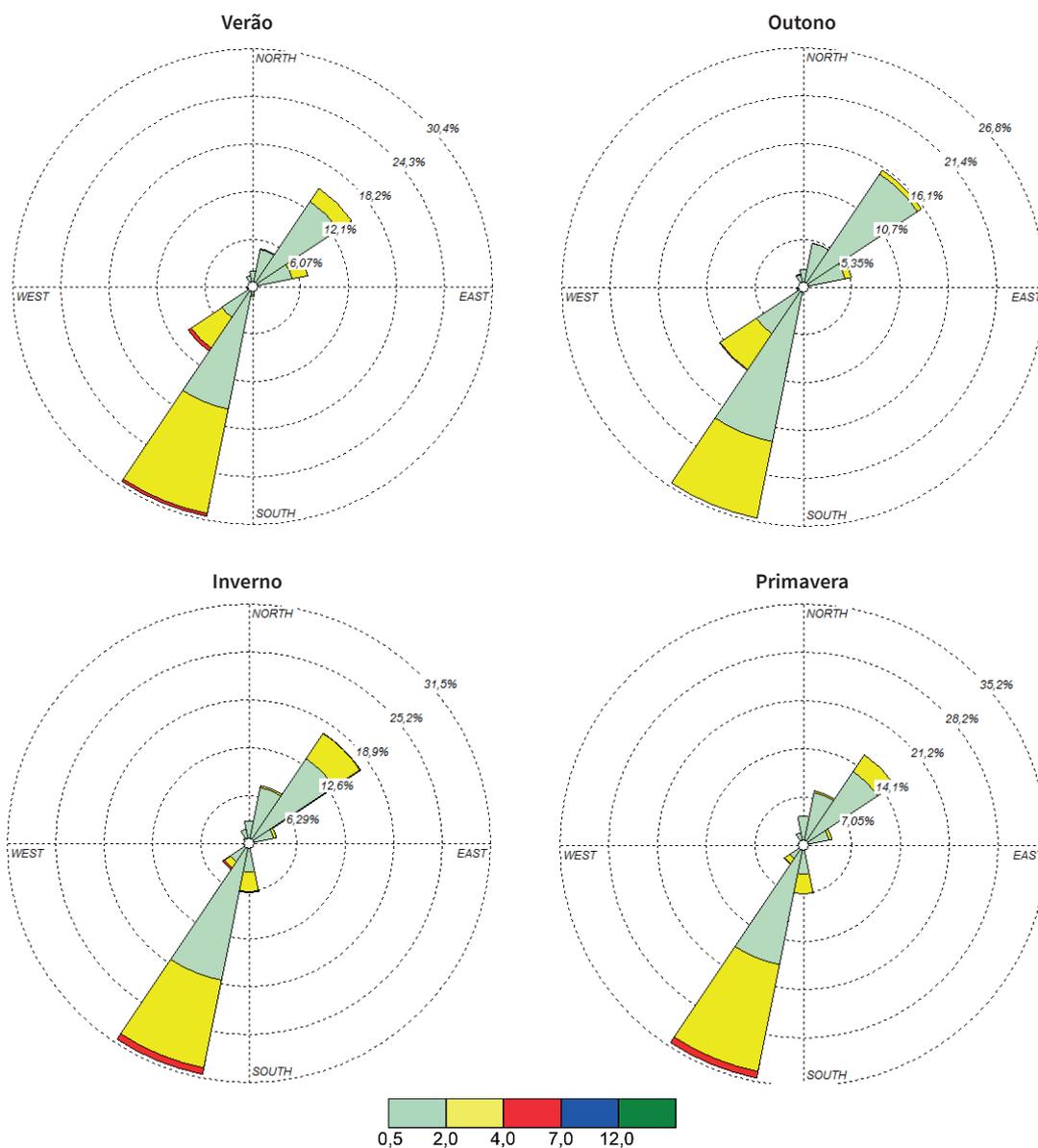


Figura 19. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Taquara. Calmarias: 25,6% (verão), 29,9% (outono), 21,9% (inverno) e 17,2% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Na estação RJ Lagoa, os ventos de NO foram predominantes na maior parte do ano, enquanto, na primavera, apresentando um padrão distinto, ventos de SO, O e NE foram mais frequentes. Além disso, durante

a primavera, é notado um aumento na intensidade dos ventos de NE. O período de calmaria variou de 12,7%, no inverno, a 23,8%, no verão. A Figura 20 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

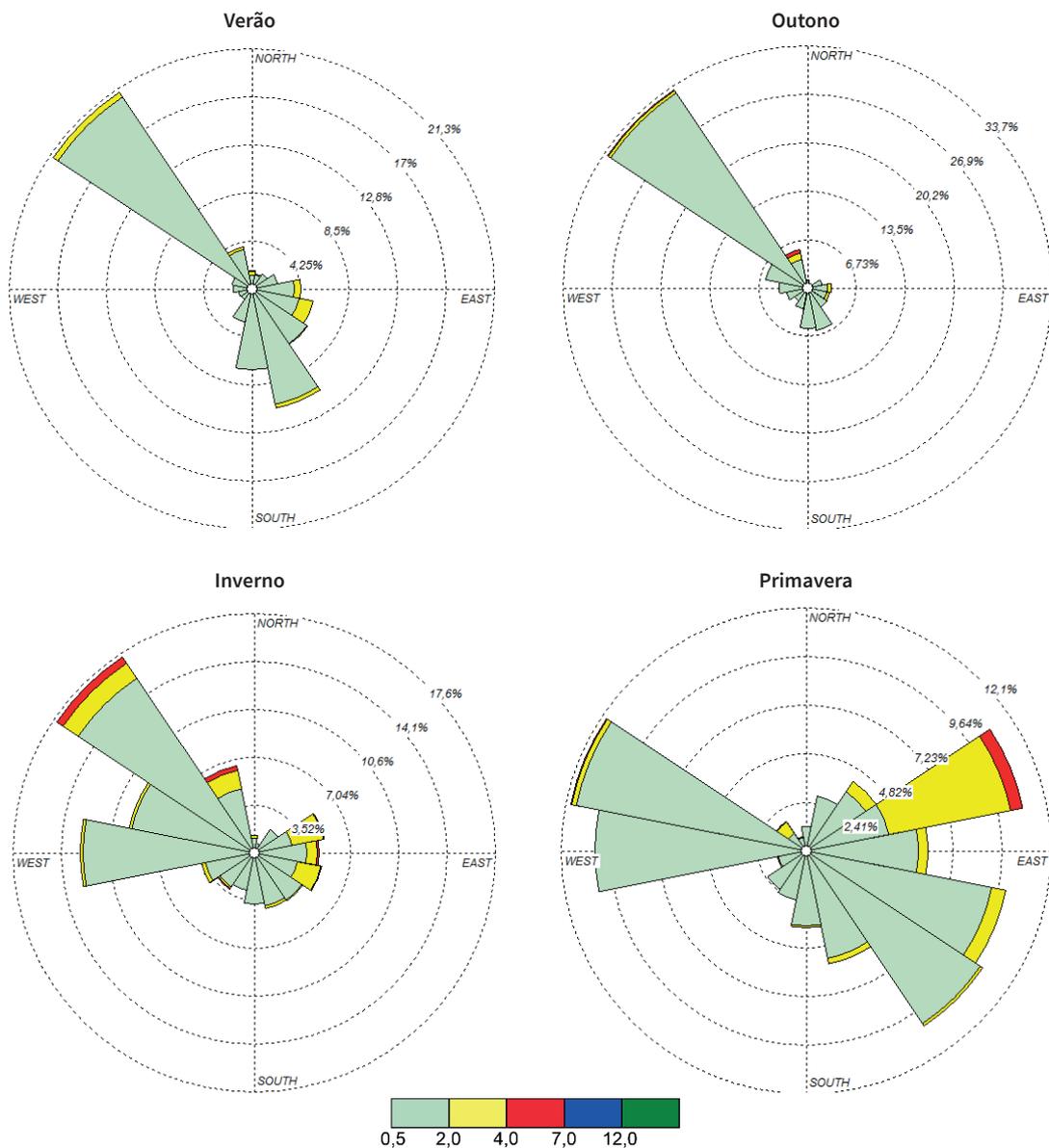


Figura 20. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Lagoa. Calmarias: 23,8% (verão), 16,9% (outono), 12,7% (inverno) e 14,1% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

A estação meteorológica SC - 27° BPM apresentou, notadamente, uma predominância de ventos de NE e SO. Ventos moderados foram frequentes ao longo do ano em ambas as direções citadas, ao passo que o

percentual de calmarias variou entre 6,8%, no inverno, e 10,3%, no outono. A Figura 21 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

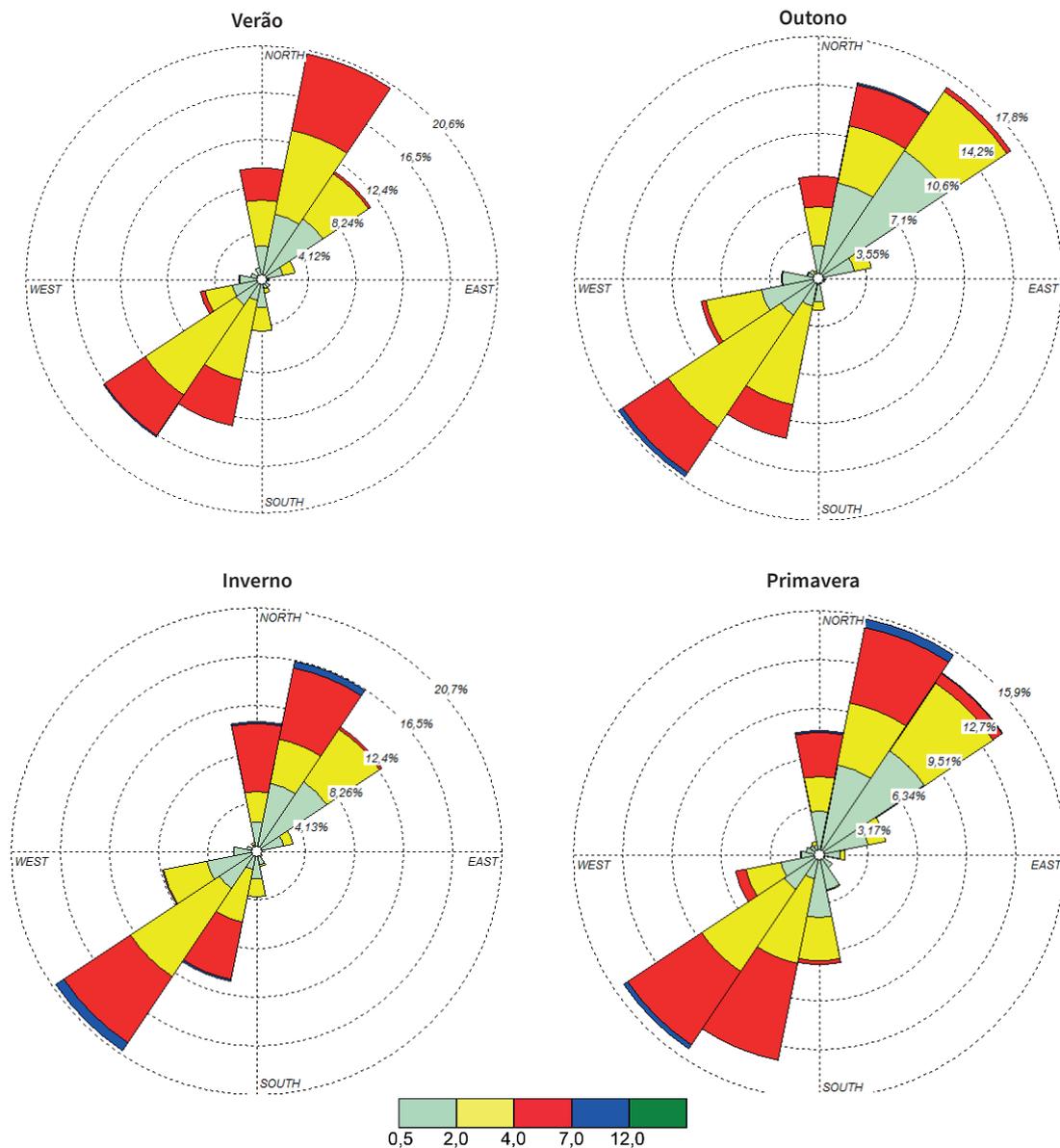


Figura 21. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação SC - 27° BPM. Calmarias: 7,1% (verão), 10,3% (outono), 6,8% (inverno) e 7% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Na estação meteorológica RJ - Campo dos Afonsos, a direção dos ventos foi bem definida, apresentando uma forte componente de SO observada durante todo o ano. Os ventos foram fracos na maior parte do tempo. No entanto, foi registrada uma apreciável fre-

quência de ventos moderados de SO. Já as frequências de calmaria variaram entre 24,2%, na primavera, e 45,1%, no outono. A Figura 22 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

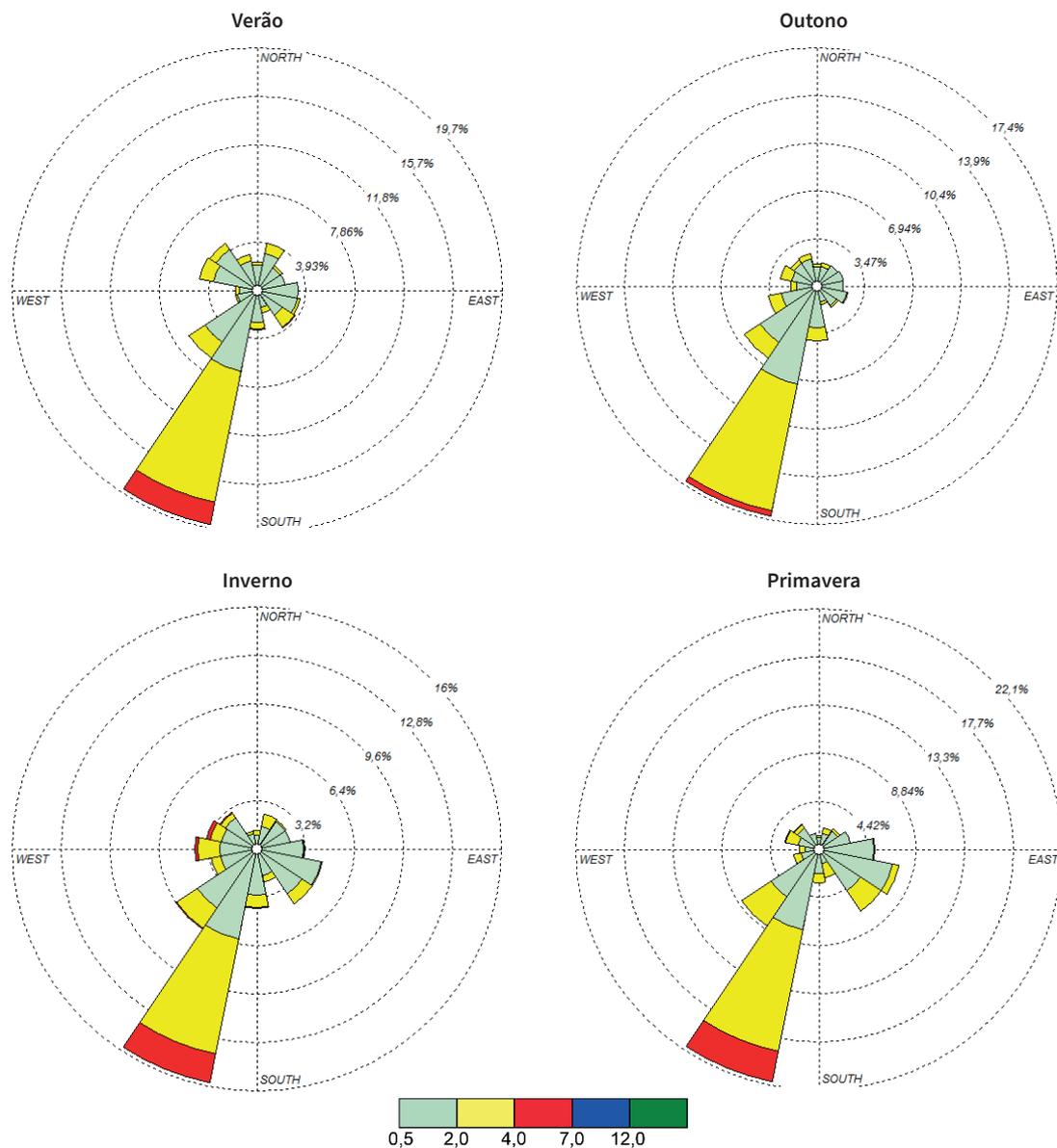


Figura 22. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação RJ - Campo dos Afonsos. Calmarias: 31,3% (verão), 45,1% (outono), 37% (inverno) e 24,2% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Na estação NI-Monteiro Lobato, os ventos foram predominantemente fracos, havendo maior variação na direção deles durante a primavera. Durante a maior parte do ano, observou-se uma forte componente de SE, que, no entanto, enfraqueceu durante a primave-

ra, em função do seu giro para o eixo leste. As condições de calmarias estiveram entre 17,2% (primavera) e 29,9% (outono). A Figura 23 apresenta as rosas dos ventos para a estação.



Figura 23. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação NI-Monteiro Lobato. Calmarias: 46,9% (verão), 46,5% (outono), 32,1% (inverno) e 23,2% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2 Qualidade do Ar

4.1.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

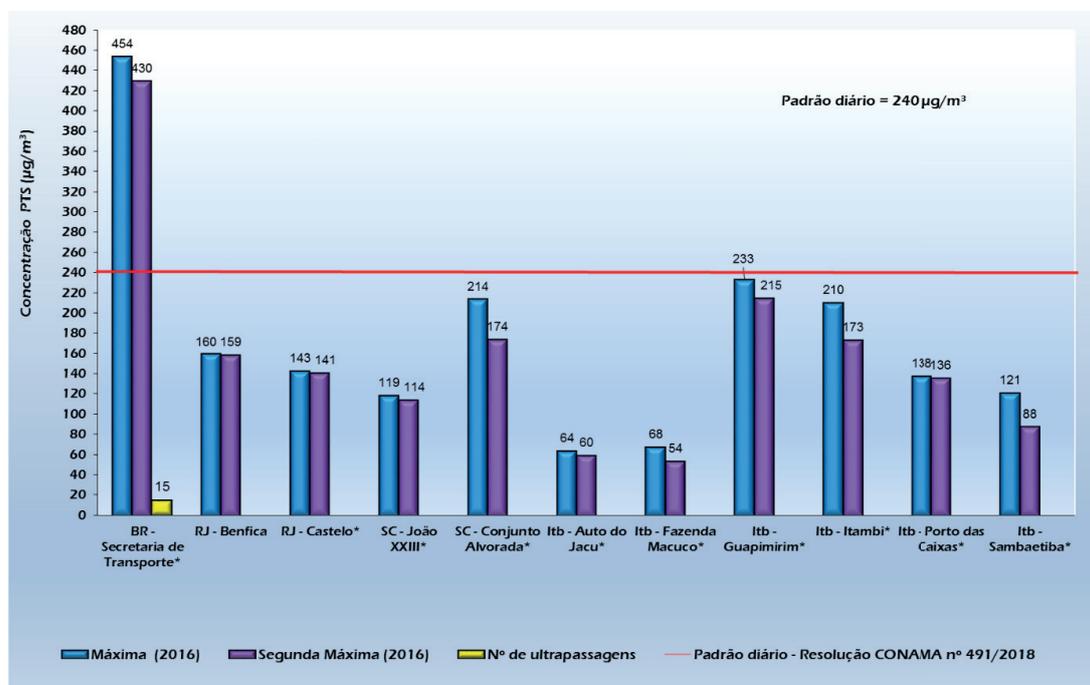
4.1.2.1.1 Exposição de Curto Período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 24 (rede semiautomática) e na Figura 25 (rede automática), nas quais também é possível observar o número de vezes em que o padrão de qualidade do ar de curto prazo foi ultrapassado.

As máximas concentrações medidas na rede semiautomática da RMRJ, iguais a $454 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $430 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorreram na estação localizada no município de Belford Roxo (BR-Secretaria de Transporte) e ultrapassaram o valor definido como padrão de qualidade do ar. Na estação BR-Secretaria de Transporte, o limite de curto período, estabelecido pelo Decreto Estadual nº 44.072/2013 ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), foi ultrapassado 15 vezes

durante o ano de 2016. Essa estação recebe influência direta do tráfego de veículos automotores, que provocam a ressuspensão de partículas. Além disso, próximo à estação, durante o monitoramento, havia obras em andamento em vias de circulação. Esses fatores contribuíram para as altas concentrações desse poluente.

Vale ressaltar que essa estação não gerou um quantitativo de dados representativos estatisticamente, embora a estação em Belford Roxo tenha sido a única onde o padrão de qualidade do ar foi ultrapassado - as estações Itb - Guapimirim, SC - Conjunto Alvorada e Itb - Itambi apresentaram máximas próximas ao limite estabelecido ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Entretanto, nenhuma delas gerou um quantitativo de dados representativos estatisticamente.



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

Figura 24. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Já os resultados obtidos pela rede automática de monitoramento da qualidade do ar localizada em San-

ta Cruz e Itaguaí não ultrapassaram o padrão de curto período de PTS.



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

Figura 25. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMRJ, para o ano de 2016

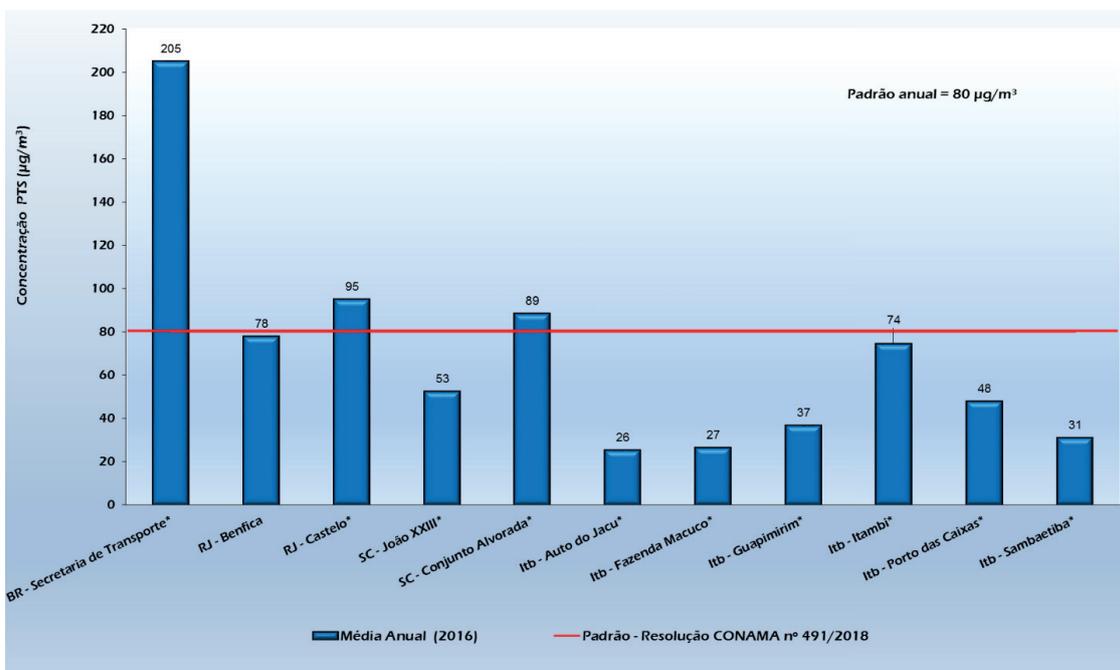
Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias anuais de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 26 (rede semiautomática) e na Figura 27 (rede automática).

É possível observar que as estações semiautomáticas BR-Secretaria de Transporte, RJ - Castelo e SC - Conjunto Alvorada apresentaram valores para PTS acima da concentração estabelecida como padrão de longo período de exposição (média anual de 80 µg/

m³). Nas estações Castelo e Conjunto Alvorada, embora o padrão legal de curto período não tenha sido violado, as concentrações médias diárias mostraram-se elevadas, de forma que, ao serem consolidadas em médias anuais, o padrão de longo período foi violado. Ambas as estações recebem influência direta do fluxo de veículos, fator que contribui para o aumento da concentração desse poluente.



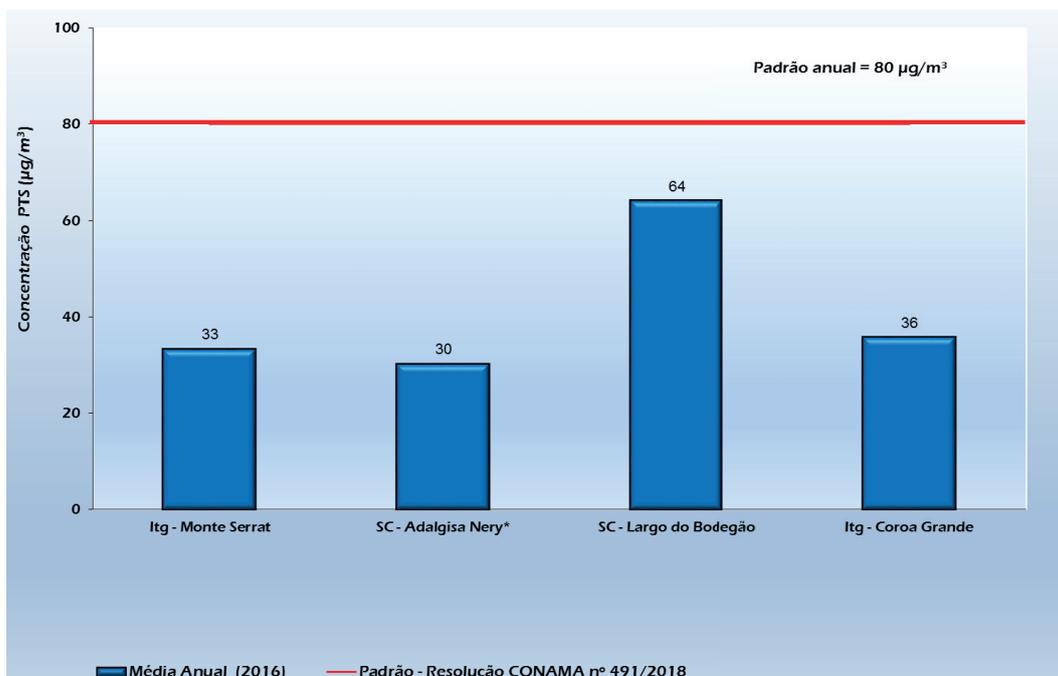
*A estação gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente entre 50 e 75%.

Figura 26. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Já os resultados obtidos por meio da rede automática de monitoramento da qualidade do ar não apresentaram violação ao padrão de longo período de PTS para o ano de 2016. A estação de Santa Cruz,

SC - Largo do Bodegão, registrou a maior média anual (64 µg/m³) em comparação às demais estações, mantendo o comportamento quando comparado o padrão legal de exposição de curto período.



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

Figura 27. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

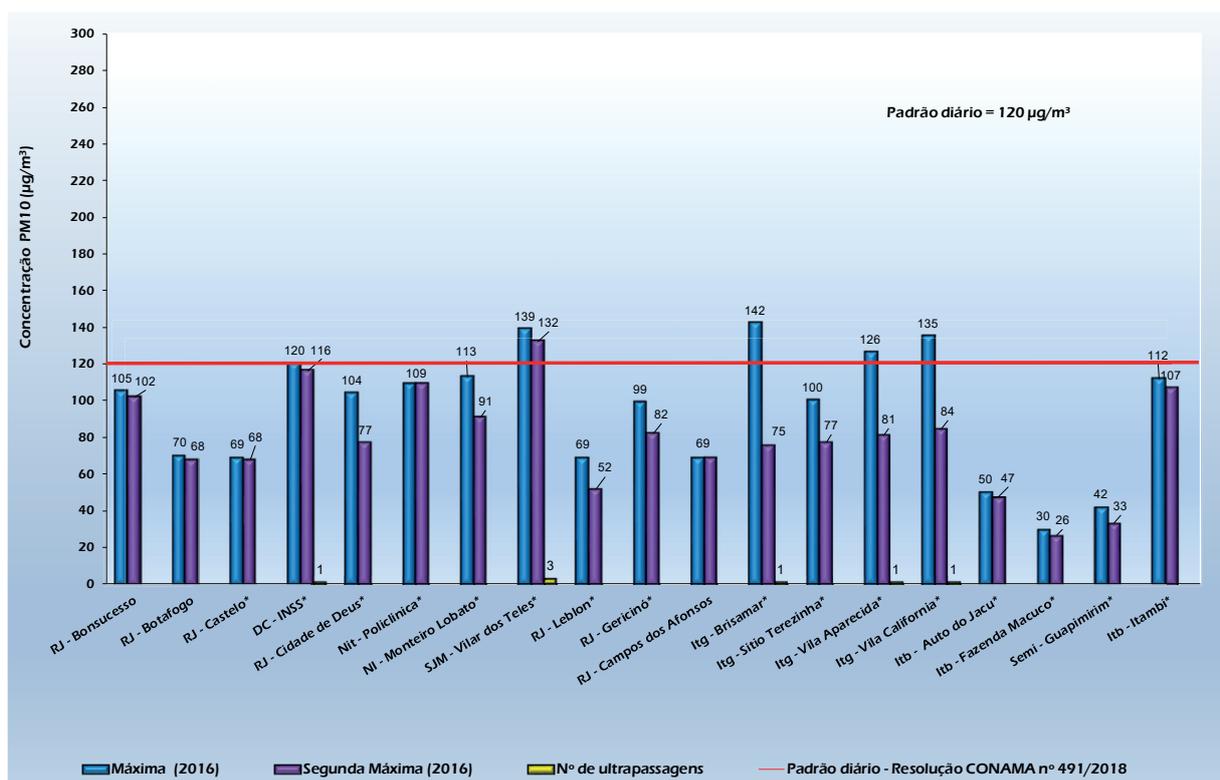
4.1.2.2 Material Particulado (PM₁₀)

4.1.2.2.1 Exposição de Curto Período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 28 (rede semiautomática) e na Figura 29 (rede automática), nas quais é possível observar o número vezes em que o padrão de qualidade do ar de curto prazo foi ultrapassado.

As máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ monitoradas pelas estações da rede semiautomática da RMRJ foram iguais a 142 µg/m³ e a 139 µg/m³. Verificadas, respectivamente, nas estações localizadas

nos municípios de Itaguaí (Brisamar) e São João do Meriti (Vilar dos Teles), ambas as concentrações violaram o padrão de qualidade do ar determinado pela legislação. Entretanto, as duas estações não geraram um quantitativo de dados representativos estatisticamente. Além delas, as estações Vila Califórnia e Vila Aparecida, localizadas em Itaguaí, violaram os padrões. Já a estação DC - INSS apresentou concentração igual ao padrão 120 µg/m³.



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

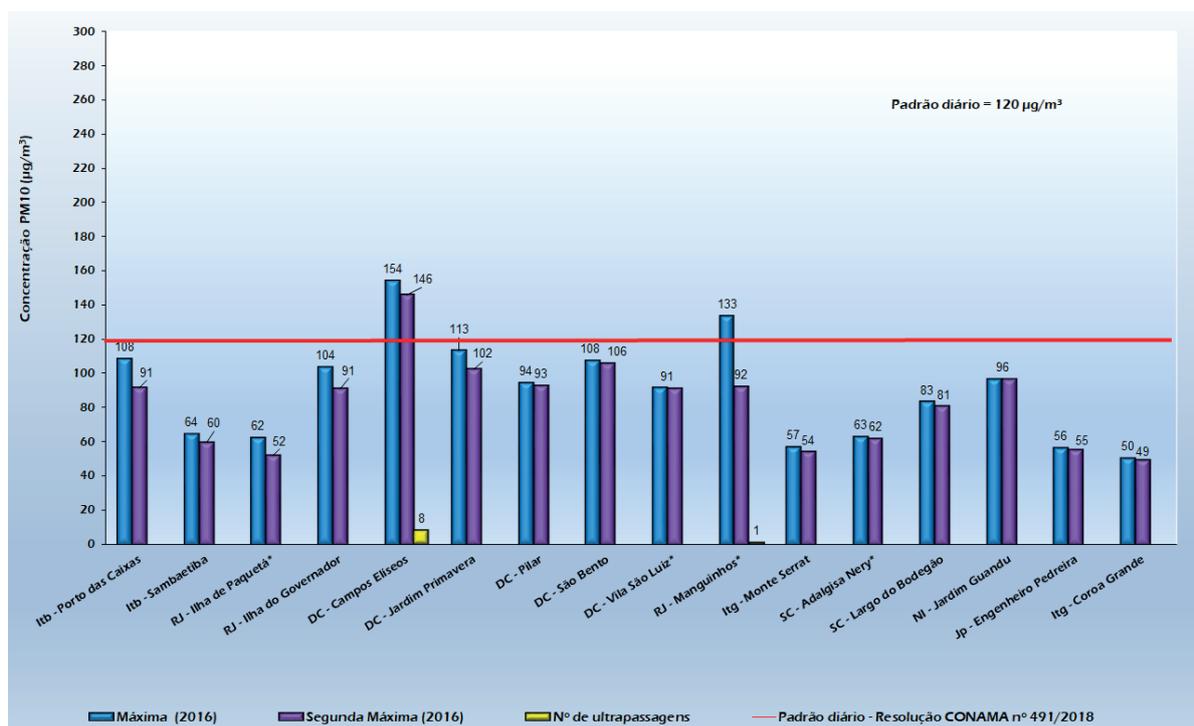
Figura 28. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Entre as estações da rede automática, as maiores concentrações médias diárias de PM₁₀ (154 µg/m³ e 146 µg/m³) foram registradas na estação localizada em Duque de Caxias (Campos Elíseos), que contabilizou oito violações aos padrões de qualidade do ar. As altas concentrações desse poluente no município de Duque de Caxias (DC - Campos Elíseos) devem-se à influência

das fontes emissoras dessa região, que são ligadas, principalmente, ao Polo Petroquímico de Campos Elíseos e ao tráfego de veículos pesados movidos a diesel na Rodovia Washington Luiz.

Também houve violação ao padrão no município do Rio de Janeiro (Manguinhos), onde foi registrada a concentração máxima diária de 133 µg/m³.



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

Figura 29. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

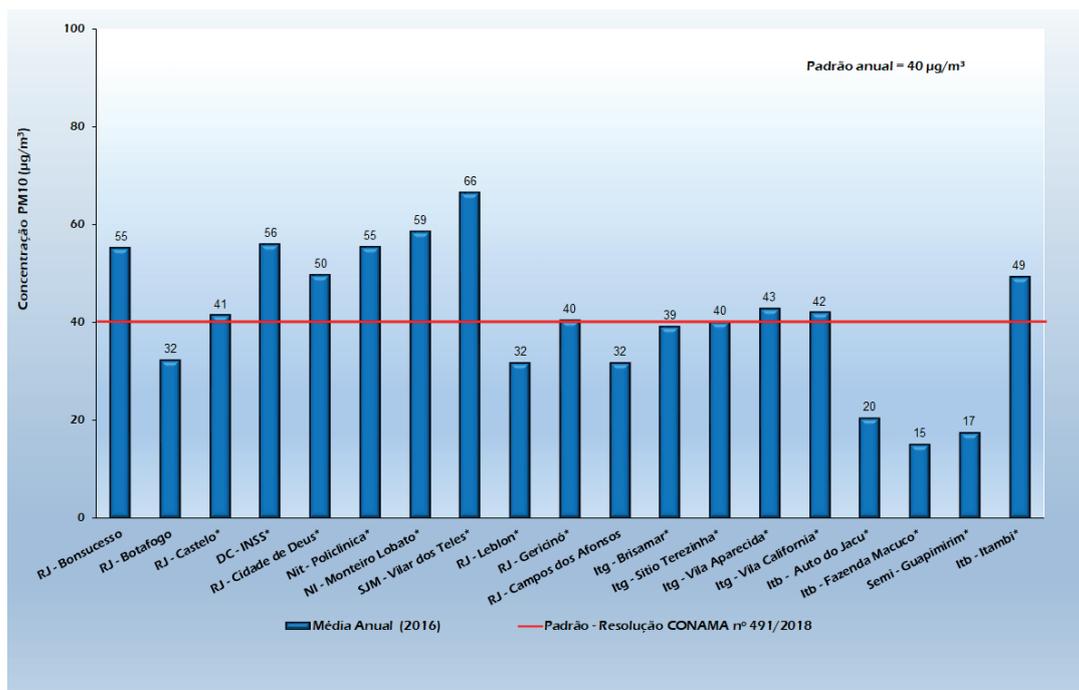
Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2.2.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias anuais de PM₁₀ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 30 (rede semiautomática) e na Figura 31 (rede automática).

No ano de 2016, 53% das estações da rede semiautomática de monitoramento da qualidade do ar em operação na RMRJ violaram a concentração esta-

belecida como padrão de longo período de exposição. Ao correlacionar esse resultado com o fato de as concentrações médias diárias apresentarem apenas 21% de violações ao padrão de curto período, pode-se concluir que houve uma persistência de médias elevadas durante o ano, de forma a provocar violação ao padrão de longo período.



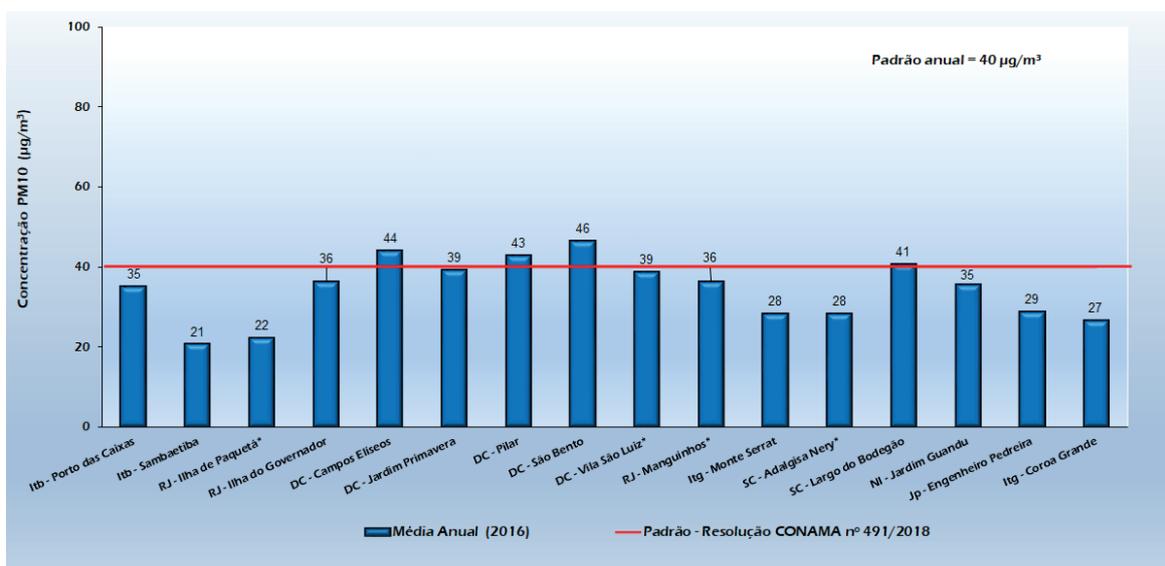
*A estação gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente entre 50 e 75%.

Figura 30. Concentrações médias anuais (longo período) de PM₁₀ nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Os resultados obtidos pela rede automática demonstraram violações ao padrão de qualidade do ar estabelecido para longo período de exposição nas estações de DC - São Bento, DC - Campos Elíseos, DC - Pilar e SC - Largo do Bodegão. A estação DC-Vila São Luiz apresentou média anual bem próxima ao padrão estabelecido de longo prazo (40 µg /m³).

O mesmo padrão visto nas estações semiautomáticas, caracterizado pela persistência de médias elevadas durante o ano, pôde ser presenciado, em menor escala, nos resultados de longo período, nos quais é possível observar violações ao padrão em estações em que os padrões de curto período de exposição não foram ultrapassados (DC - São Bento, DC - Pilar e SC - Largo do Bodegão).



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

Figura 31. Concentrações médias anuais (longo período) de PM₁₀ nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

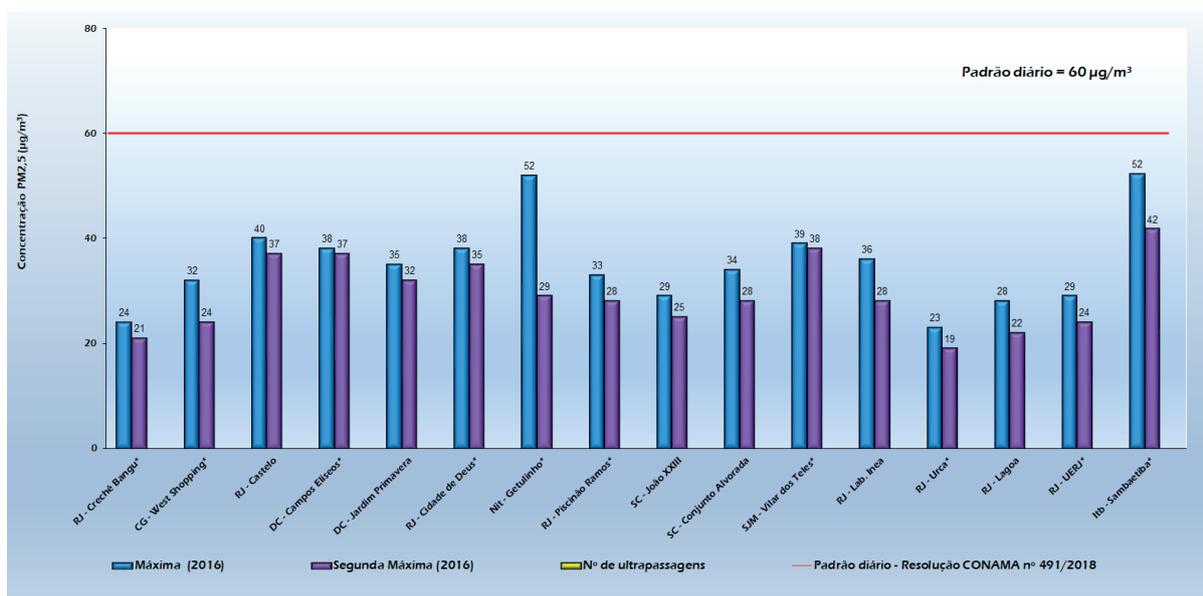
4.1.2.3 Material Particulado (PM_{2,5})

4.1.2.3.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações médias de PM_{2,5} com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 32 (rede semiautomática).

De acordo com os resultados de monitoramento obtidos, todas as regiões monitoradas encontra-

ram-se em conformidade com o valor definido como padrão para determinar a qualidade do ar, não ocorrendo registro de ultrapassagens ao padrão durante o ano de 2016.



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

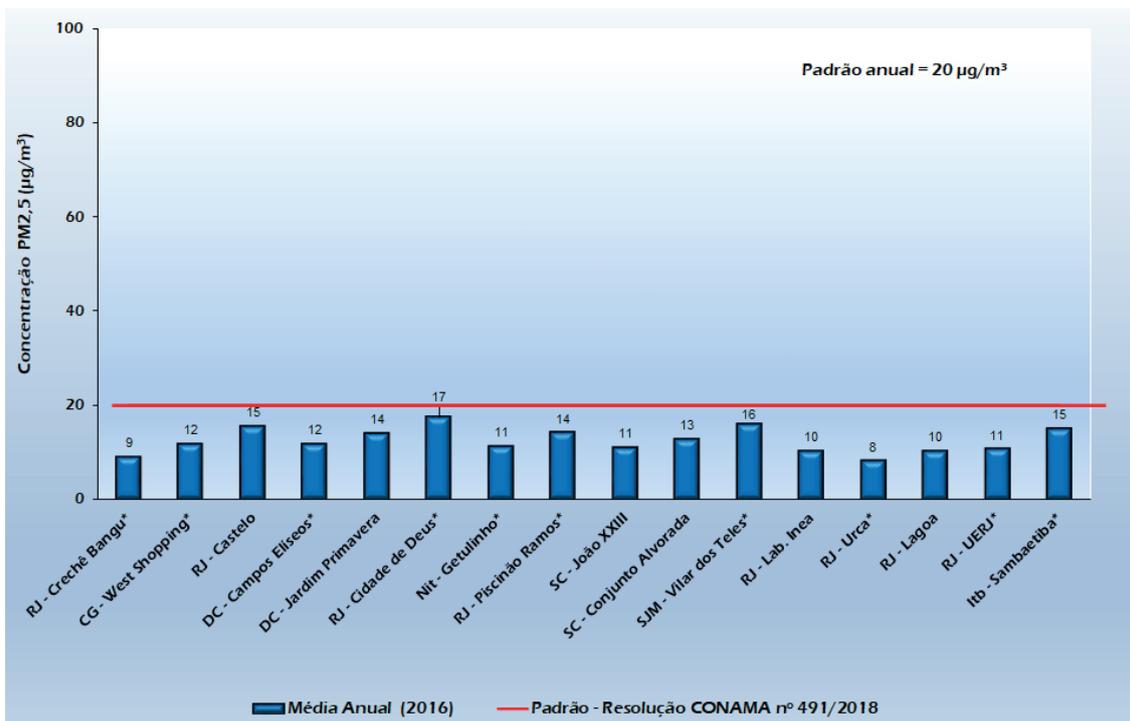
Figura 32. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM_{2,5} monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2.3.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de PM_{2,5} e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 33 (rede semiautomática).

Da mesma forma que observado nos resultados de PM_{2,5} para curto período, as concentrações anuais de PM_{2,5} não ultrapassaram o padrão no ano de 2016.



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

Figura 33. Máximas concentrações médias anuais (longo período) de PM_{2,5} monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

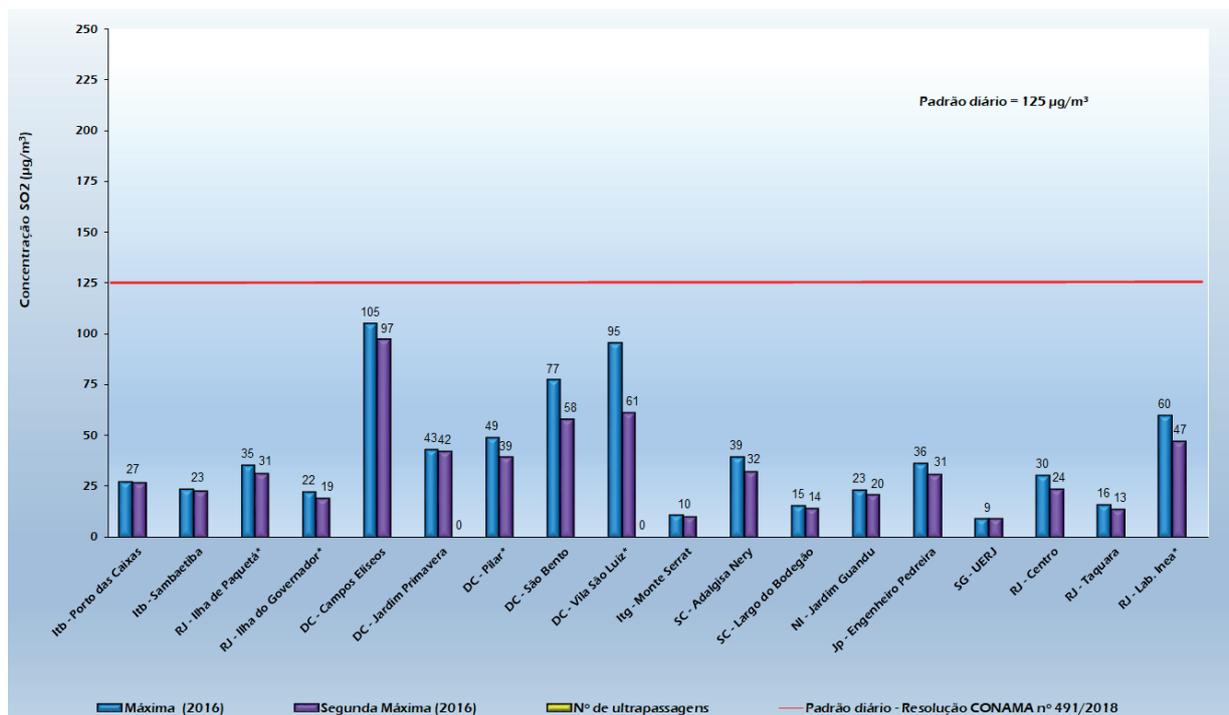
4.1.2.4 Dióxido de Enxofre (SO₂)

4.1.2.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações entre as máximas concentrações médias diárias de SO₂ com o padrão estabelecido pela legislação para o ano de 2016 são apresentadas na Figura 34 (rede automática).

Não houve registro de ultrapassagem ao padrão de qualidade do ar de SO₂ em nenhuma das estações de monitoramento na RMRJ. A maior concentração,

para o ano de 2016, foi observada no município de Duque de Caxias (DC - Campos Elíseos) e, conforme já mencionado, deve-se à influência das fontes emissoras desta região, que para este poluente são principalmente às ligadas ao Polo Petroquímico de Campos Elíseos.



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

Figura 34. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2.4.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de SO₂ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 35 (rede automática).

Os resultados demonstrados pelos dados de monitoramento, conforme já esperado, em razão dos resultados relativos às concentrações médias diárias, não ultrapassaram o padrão de qualidade do ar de longo período durante o ano de 2016.

Cabe ressaltar que, apesar de a nova legislação estabelecer padrões mais restritivos para todos os po-

luentes, os resultados do monitoramento de SO₂ permaneceram em conformidade com os padrões de curto e longo períodos. Esses resultados demonstram o efeito positivo na qualidade do ar das ações realizadas nos últimos anos no sentido de minimizar a emissão de SO₂, tal como a introdução no mercado do diesel S-10 (10 ppm de enxofre). Vale destacar, ainda, que, de todos os parâmetros, o SO₂ foi o que mais sofreu restrição pela Resolução CONAMA nº 491/2018, passando de 365 µg/m³ para 125 µg/m³.

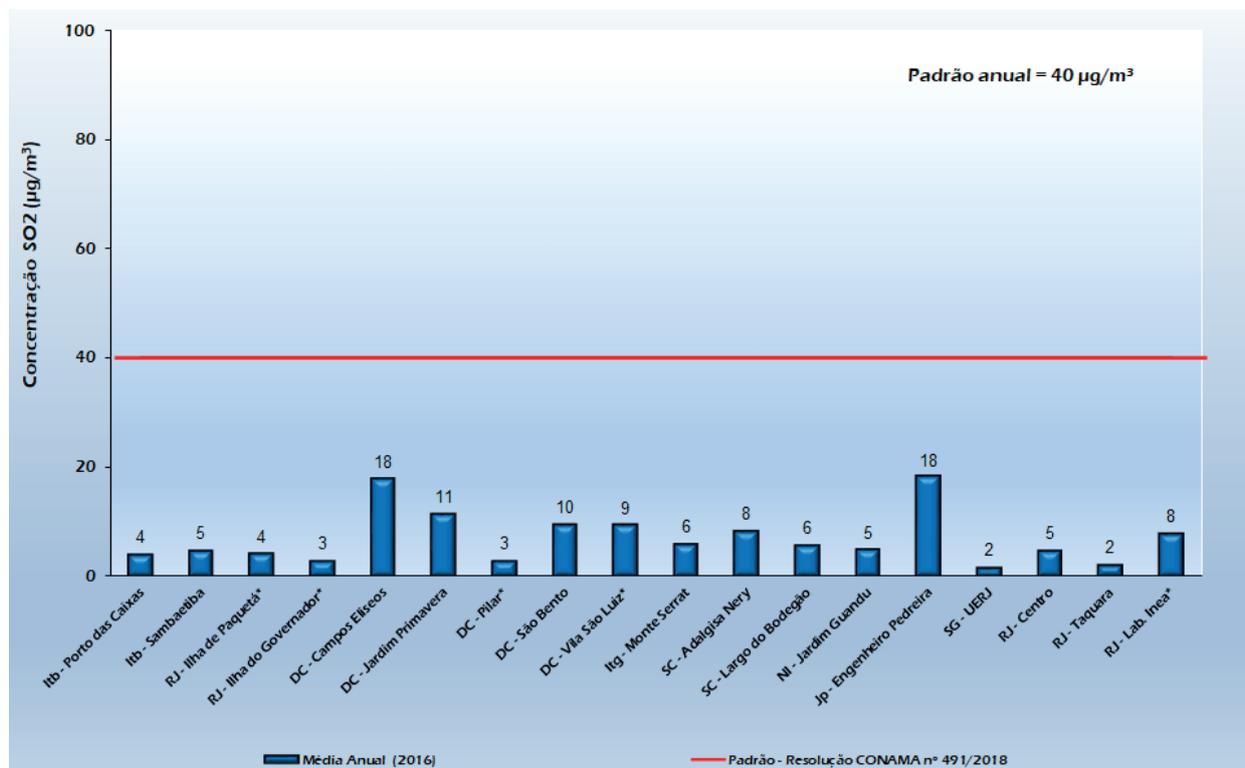


Figura 35. Concentrações médias anuais (longo período) de SO₂ nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

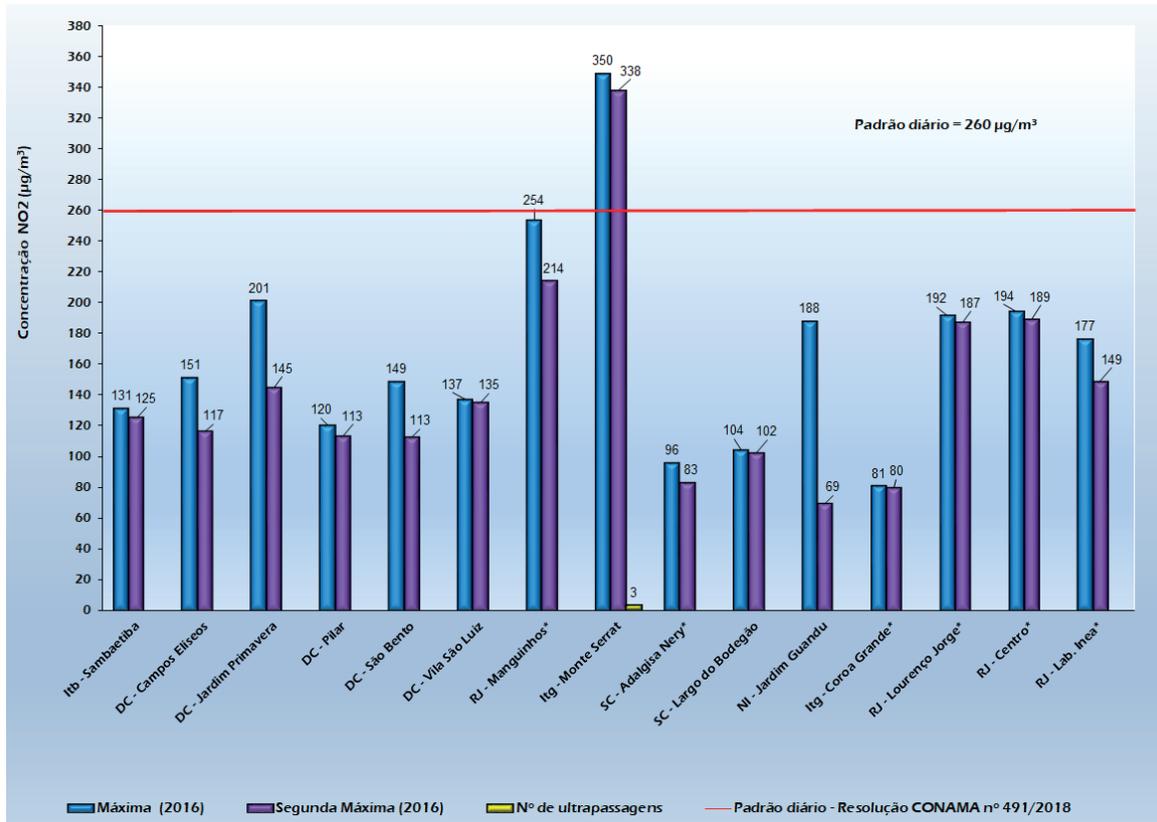
4.1.2.5 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

4.1.2.5.1 Exposição de Curto Período

As comparações das máximas concentrações horárias de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 36 (rede automática).

Apenas na estação localizada no município de Itaguaí (Monte Serrat) a concentração de NO₂ ultrapassou o padrão de qualidade do ar, alcançando as maiores concentrações horárias (350 µg/m³ e 338 µg/m³) medidas no período. A principal fonte de poluição atmosférica na região próxima à estação é a veicular, o que pode levar a altas concentrações de NO_x.

Nota-se, ainda, que as maiores concentrações subsequentes registradas nas estações de monitoramento avaliadas foram observadas nas estações RJ - Manguinhos, no Rio de Janeiro, e DC - Jardim Primavera, em Duque de Caxias, demonstrando a influência das fontes emissoras dessas regiões, especialmente o denso fluxo de veículos e as atividades industriais.



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

Figura 36. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

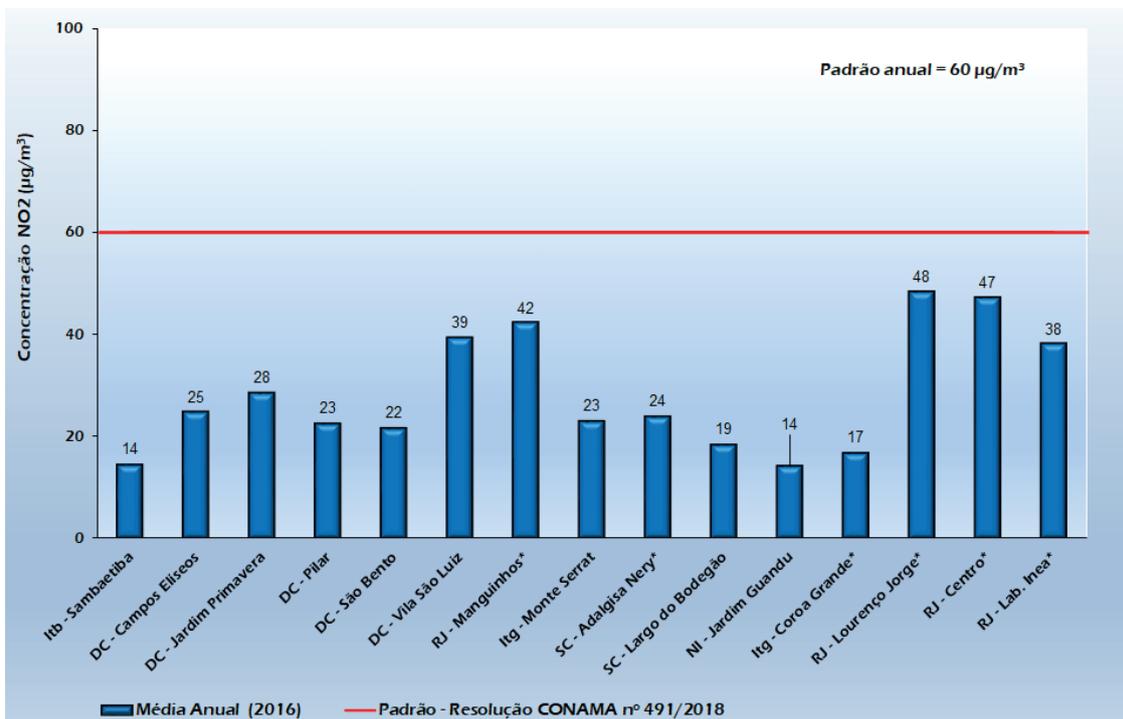
Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2.5.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias anuais de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 37 (rede automática).

De acordo com os resultados de monitoramento obtidos, todas as regiões monitoradas encontraram-se em conformidade com o valor padrão de qualida-

de do ar, não ocorrendo registro de ultrapassagens/violações a ele durante o ano de 2016. Esse resultado demonstra que, embora os dados horários ultrapassassem o valor padrão, as concentrações não foram persistentemente altas de forma a provocar violações ao padrão de longo período.



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

Figura 37. Concentrações médias anuais (longo período) de NO₂ nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2.6 Monóxido de Carbono (CO)

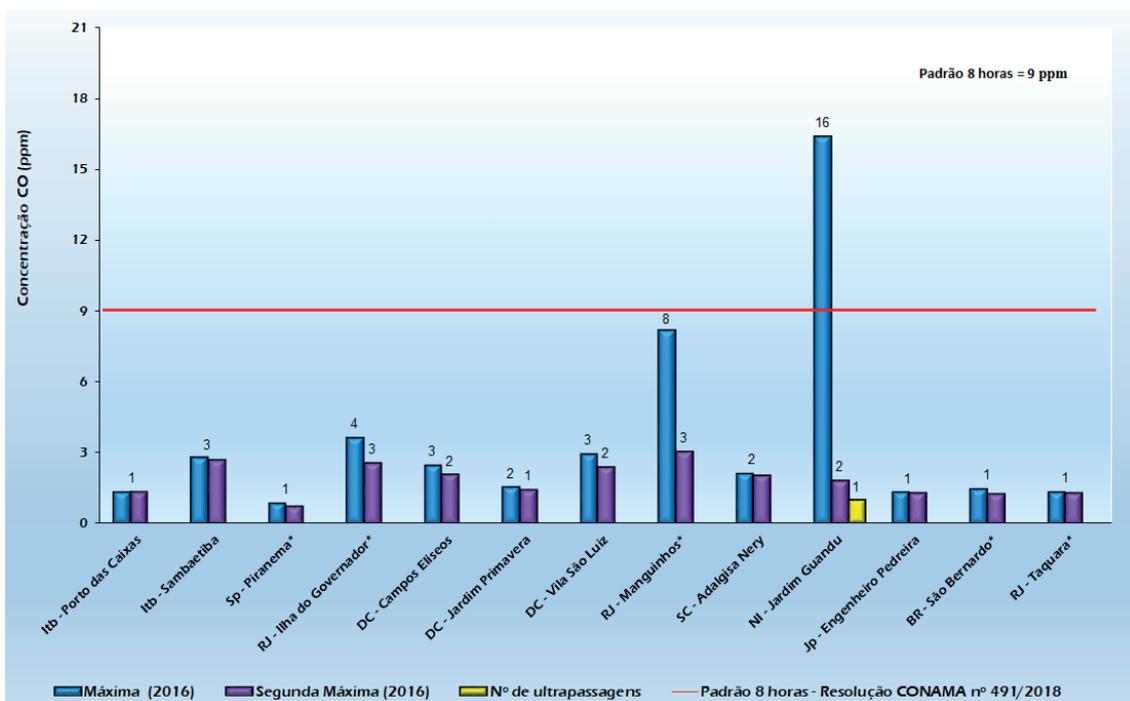
4.1.2.6.1 Exposição de Curto Período

As comparações das concentrações médias de oito horas de CO com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 38 (rede automática).

Nos resultados da comparação dos dados de monitoramento de CO para concentração média de oito horas com o padrão, verifica-se que, no ano de 2016, apenas na estação localizada em Nova Iguaçu (Jardim Guandu) o padrão estabelecido foi ultrapassado. Ao confrontar a primeira (16 ppm) e a segunda (2 ppm) máximas dessa estação, observa-se uma discrepância

significativa. Esse fato pode estar relacionado à queima pontual de resíduos a céu aberto, uma característica da região, intensificada em razão de problemas de limpeza urbana na Baixada Fluminense.

Nota-se, também, que a estação RJ - Manginhos apresentou uma concentração próxima ao padrão. Esse valor pode estar associado às emissões de origem veicular e a obras de infraestrutura na região, fatores que, em condições atmosféricas desfavoráveis, contribuem para o aumento das concentrações de CO.



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

Figura 38. Máximas concentrações médias de 8 horas monitoradas (curto período) nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.1.2.7 Ozônio (O₃)

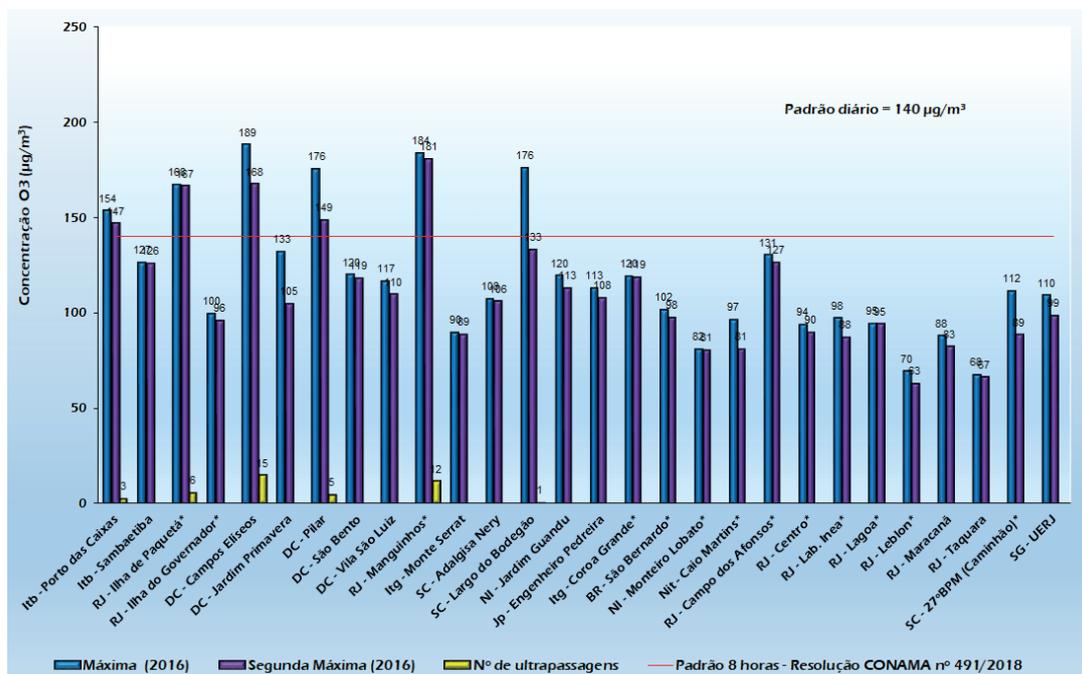
4.1.2.7.1 Exposição de Curto Período

As comparações das concentrações médias de oito horas de O₃ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 39 (rede automática).

Convém fazer uma consideração importante com relação ao padrão vigente para esse parâmetro. As análises da qualidade do ar para o poluente em questão eram realizadas por meio da comparação de dados monitorados com concentração horária, como mostrado nos relatórios de 2010 a 2015, e publicadas no portal do INEA, atendendo ao estabelecido pelo Decreto Estadual nº 44.073/2013, que ratifica os valores da Resolução CONAMA nº 3/1990. Todavia, conforme já dito, a normativa foi alterada pela Resolução CONAMA nº 491/2018, que estabelece valores mais restritivos e adota a métrica de médias de oito horas prevista no guia da OMS. Nesse documento, publicado em 2005, a OMS reconhece o efeito deletério do O₃ para a saúde, resultante da exposição persistida a altas concentrações, e

não a picos agudos de concentrações horárias. Diante disso, o Ministério do Meio Ambiente adotou a mesma lógica ao revisar a Resolução CONAMA nº 3/1990.

Diante do exposto, nota-se, na Figura 39, que as maiores concentrações e o maior número de violações ao padrão ocorreram nas estações localizadas nos municípios de Duque de Caxias (DC - Campos Elíseos, DC - Pilar), Rio de Janeiro (RJ - Manguinhos, RJ - Ilha de Paquetá), Itaboraí (Itb - Porto das Caixas), e em Santa Cruz (SC - Largo do Bodegão). Em razão das complexas interações químicas e meteorológicas envolvidas na formação e transporte desse poluente, não é possível deduzir se o nível de ozônio está ligado somente aos seus precursores ou às condições meteorológicas do transporte advectivo (direção preferencial dos ventos) de uma região para outra.



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

Figura 39. Máximas concentrações médias de 8 horas (curto período) de Ozônio monitorado nas estações automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.2 Região do Médio Paraíba

4.2.1 Meteorologia

Na Região do Vale do Paraíba, as estações da rede INEA analisadas foram BM - Bocaninha, VR - Belmonte e Rs - Casa da Lua. Os parâmetros meteorológicos

(temperatura e umidade relativa) dessas estações foram comparados com as da estação climatológica de Pinheiral (Lat: 22,5167°S; Lon: 44°W).

4.2.1.1 Temperatura do Ar

Entre as estações meteorológicas avaliadas, no tocante às temperaturas máximas extremas, a BM - Bocaninha registrou o maior valor mensal (39,8°C em outubro), enquanto o menor valor mensal observado foi 31,5°C, na estação Casa da Lua, no mês de junho.

As temperaturas médias mensais calculadas situaram-se entre 17,2°C (em junho), na estação Rs - Casa da Lua, e 27,6°C (janeiro), na estação BM - Bocaninha. A

climatologia de Pinheiral indica temperaturas médias variando entre 16,9°C, em julho, e 24,2°C, em janeiro.

Com relação às temperaturas mínimas extremas registradas pelas estações meteorológicas em questão, foram verificados valores entre 6,0°C (em junho, na estação Casa da Lua) e 21,8°C (em janeiro, na estação Bocaninha) (Figura 40).



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

Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.1.2 Umidade Relativa

As máximas extremas de umidade relativa registradas pelas estações meteorológicas avaliadas ficaram entre 96% (novembro e dezembro - Bocaininha) e 99% (maio e junho - Belmonte) (Figura 41).

O cálculo da umidade relativa média mensal tem intervalo de valores entre 69% (setembro - Bocaininha) e 81% (março e junho - Casa da Lua). A faixa de

valores calculados na climatologia de Pinheiral ficou entre 74,2% (setembro) e 83,6% (maio).

Em relação aos valores mínimos extremos de umidade relativa, o menor valor registrado foi de 17% (setembro - Casa da Lua e Belmonte), e o maior, de 37% (março - Casa da Lua).

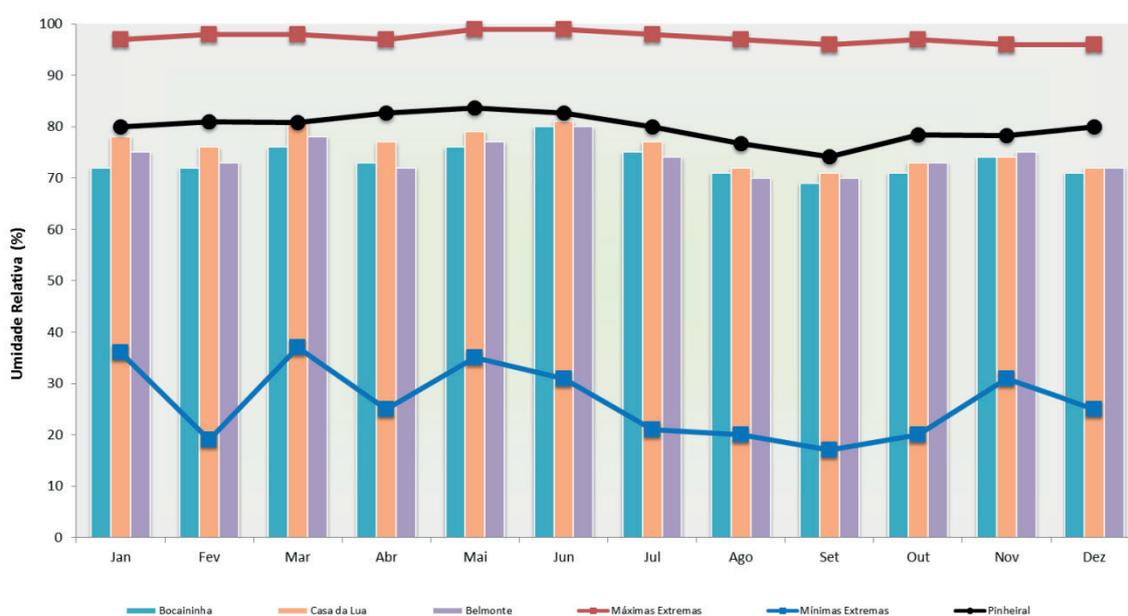


Figura 41. Umidade relativa - médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região do Médio Paraíba

Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.1.3 Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos

A estação VR - Belmonte apresentou uma direção preferencial do vento no quadrante L-S na maior parte do ano, com exceção do outono, onde os ventos variaram de forma predominante entre NE e SE.

Os ventos foram fracos, e as calmarias, comuns, estando presentes entre 33,7% (primavera) e 49,7% (outono). A Figura 42 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

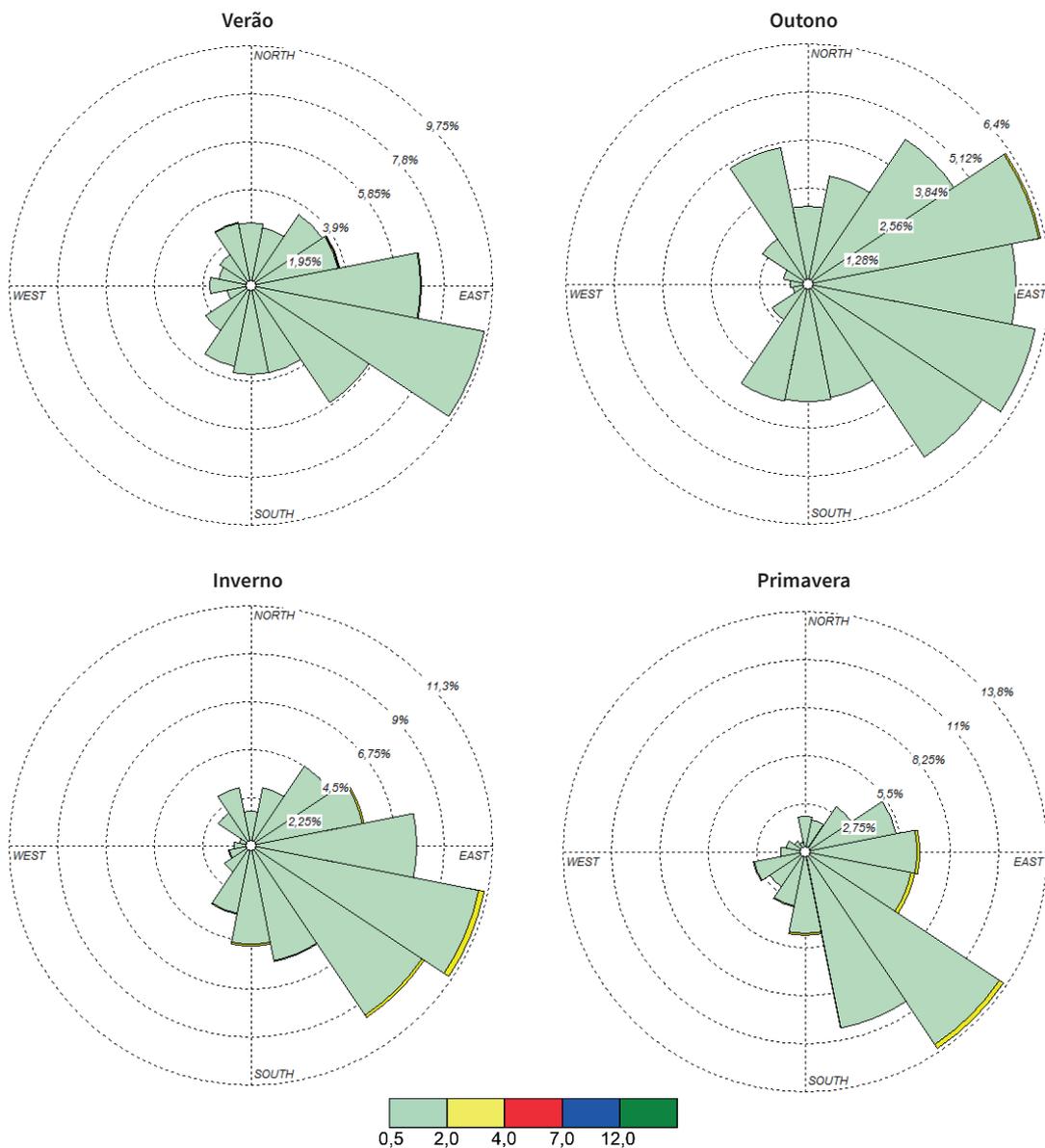


Figura 42. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação VR - Belmonte. Calmarias: 44,8% (verão), 49,7% (outono), 35,2% (inverno) e 33,7% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

A estação VR - Belmonte apresentou uma direção preferencial do vento no quadrante L-S na maior parte do ano, com exceção do outono, quando os ventos variaram de forma predominante entre NE e

SE. Os ventos foram fracos, e as calmarias, comuns, estando presentes entre 33,7% (primavera) e 49,7% (outono). A Figura 42 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

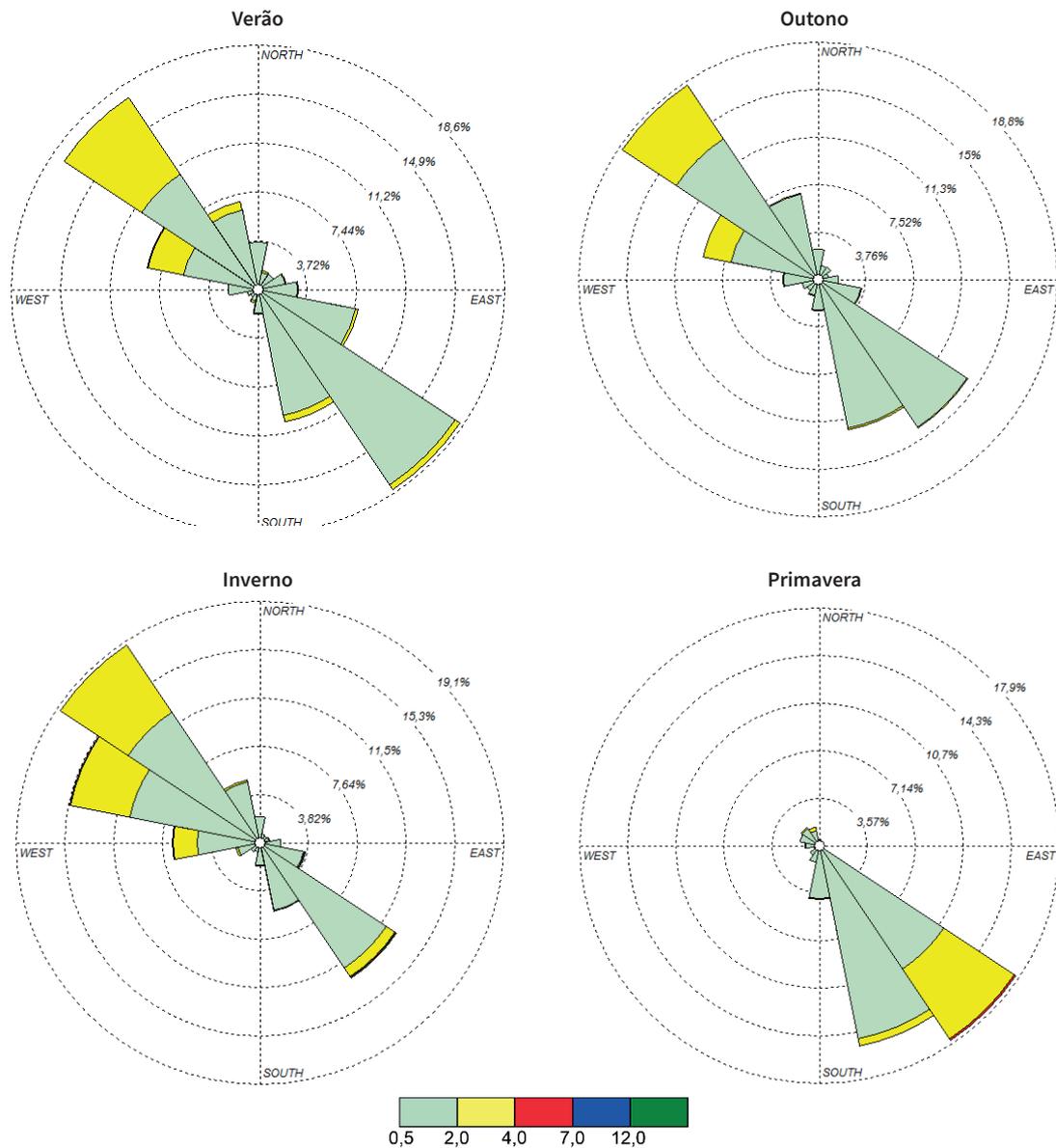


Figura 43. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação BM - Bocaininha. Calmarias: 12,3% (verão), 19,1% (outono), 20,8% (inverno) e 53,6% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Na estação Rs-Casa da Lua, os ventos de direção NE foram preferenciais na maior parte do ano, tendo a estação do outono uma componente N bem definida. Durante o inverno, houve o surgimento de ventos fracos de direção sul, que se enfraqueceram nas es-

tações subsequentes. As calmarias foram inferiores a 12% na maior parte do ano, tendo atingido o maior percentual durante o outono (27,7%). A Figura 44 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

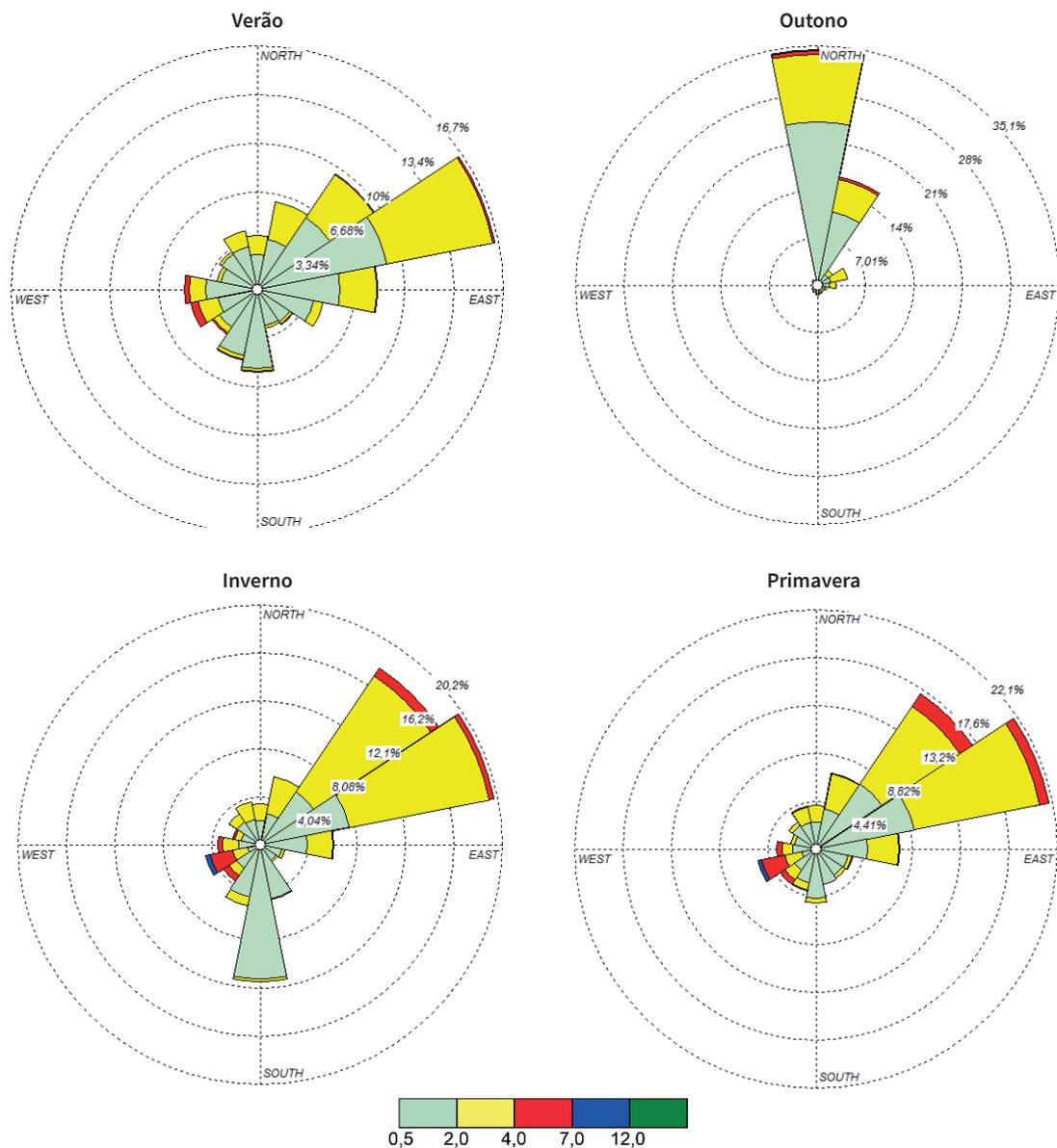


Figura 44. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Rs - Casa da Lua. Calmarias: 11,8% (verão), 27,7% (outono), 0,1% (inverno) e 0,8% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

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 para o ano de 2016 das máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 45 (rede semiautomática) e na Figura 46 (rede automática), nas quais é possível observar que o padrão de qualidade do ar de curto período não foi ultrapassado.

As maiores concentrações máximas medidas pela rede semiautomática da RMP ocorreram em Volta Redonda, nas estações VR - Centro (214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e VR - Conforto (191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Todas as medições da rede semiautomática da RMP apresentaram-se abaixo do padrão de curto período de exposição (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), não havendo violações em 2016.

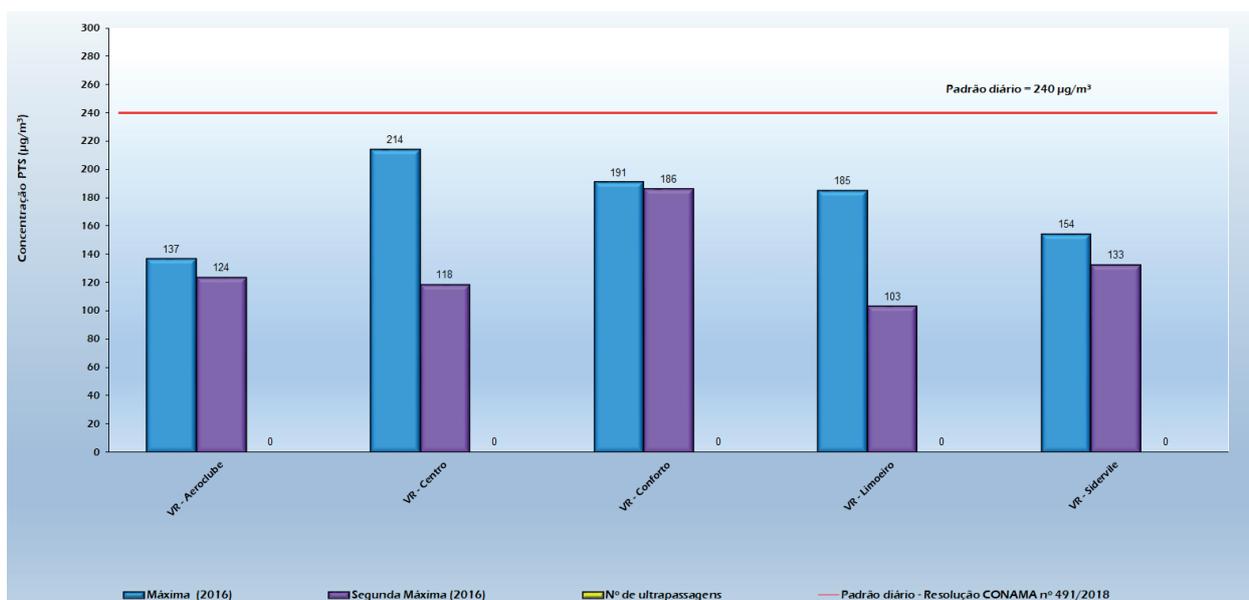
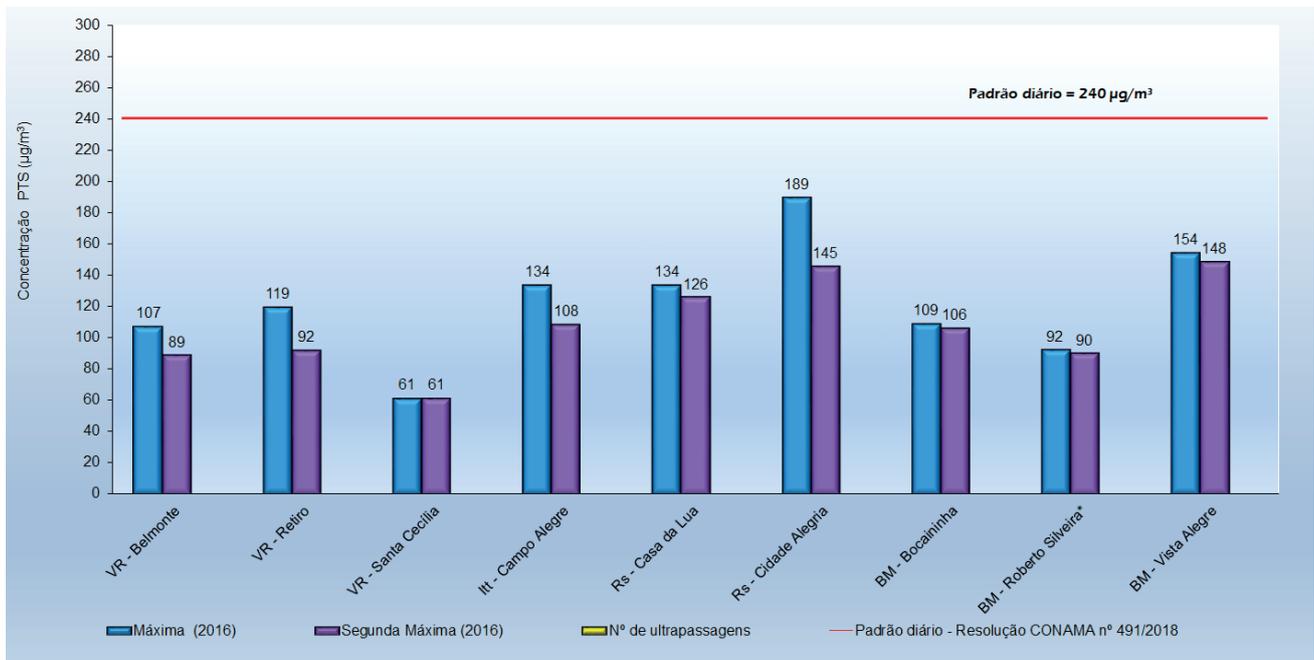


Figura 45. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações semiautomáticas na RMP para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Os resultados obtidos pela rede automática de monitoramento da qualidade do ar demonstraram que a máxima concentração de PTS ocorreu nas estações RS - Cidade Alegria (189 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e em BM -

Vista Alegre (154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Em nenhuma das estações automáticas o padrão de curto prazo para PTS (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) foi violado.



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

Figura 46. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RMP para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias anuais de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 47 (rede semiautomática) e na Figura 48 (rede automática).

Os resultados obtidos por meio do monitoramento realizado pelas estações semiautomáticas

não demonstraram violação ao padrão. A estação VR - Conforto, em Volta Redonda, registrou a maior média anual (67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), em comparação às demais estações.

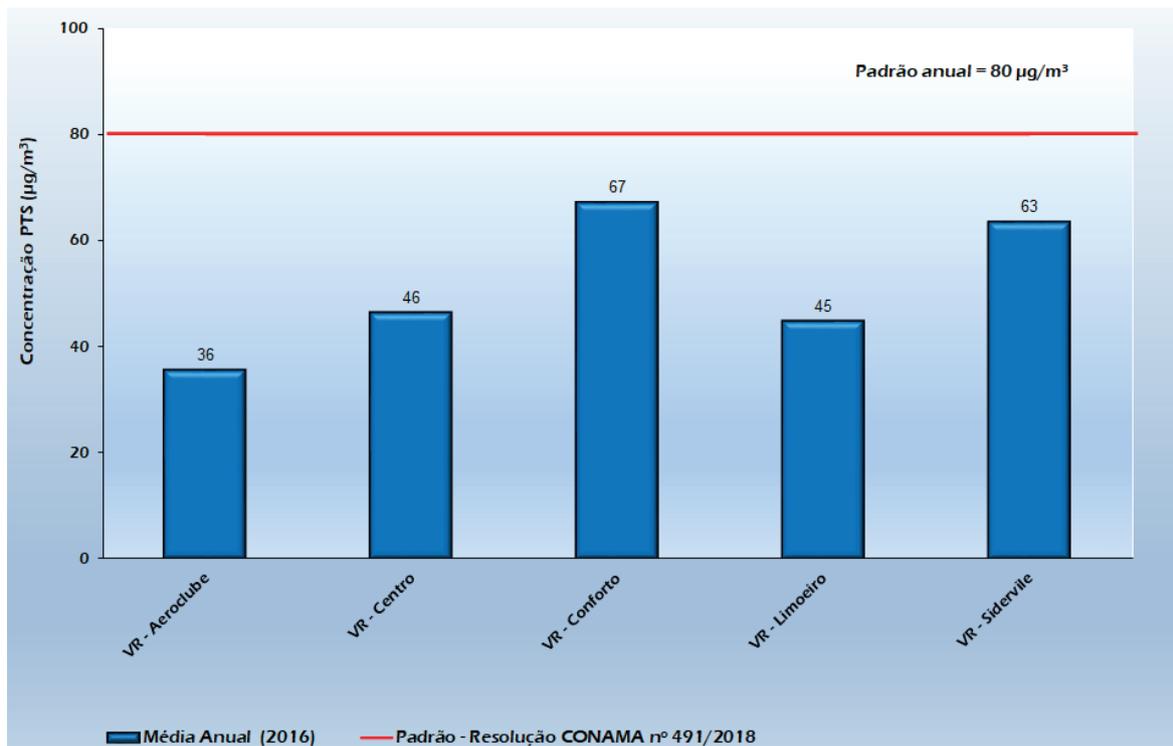
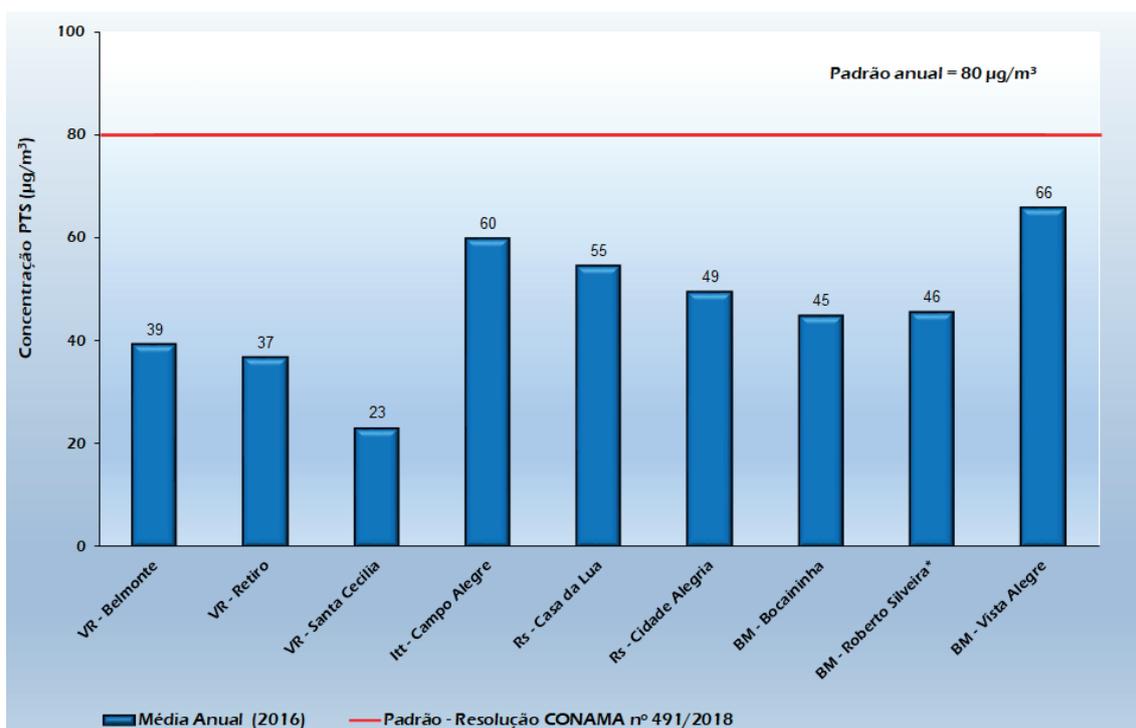


Figura 47. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Para a rede automática, as concentrações médias anuais de PTS monitoradas no ano de 2016 não violaram o padrão anual da qualidade do ar ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



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

Figura 48. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.2 Material Particulado (PM₁₀)

4.2.2.2.1 Exposição de Curto Período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 49 (rede semiautomática) e na Figura 50 (rede automática), nas quais é possível observar o número de vezes que o padrão de qualidade do ar de curto prazo foi ultrapassado.

A máxima concentração média diária de PM₁₀ medida nas estações semiautomáticas da RMP foi igual a 150 µg/m³. Registrada na estação localizada no município de Volta Redonda (VR-Siderville), a marca violou o padrão de qualidade do ar determinado pela legislação (120 µg/m³).

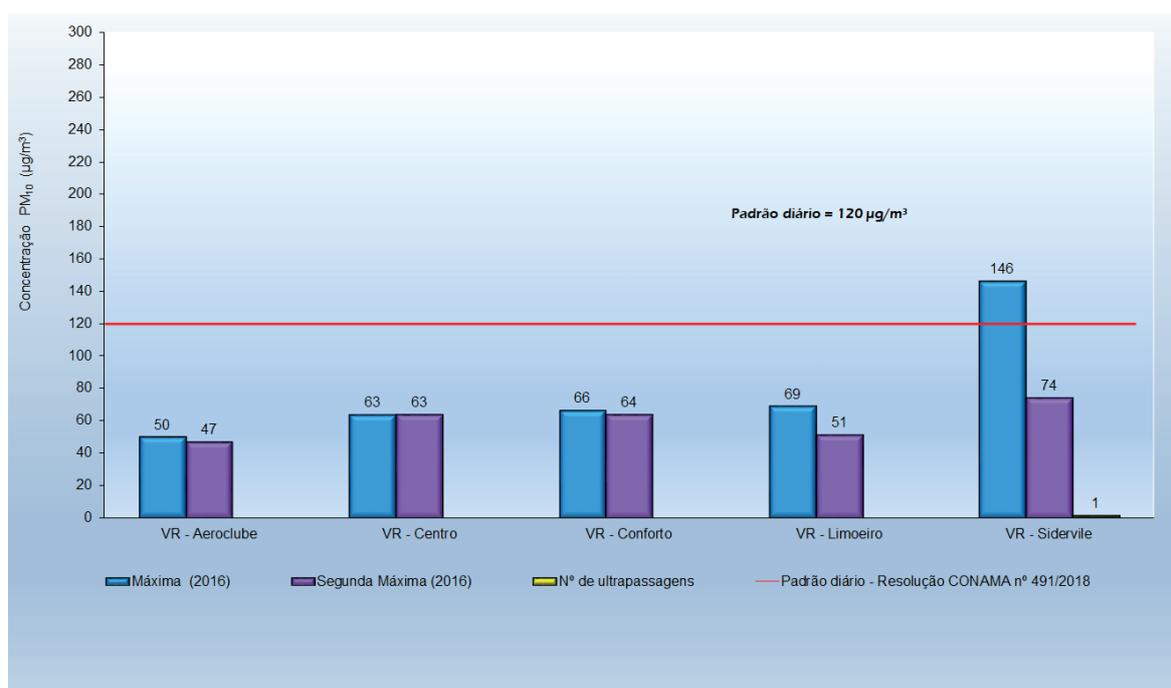
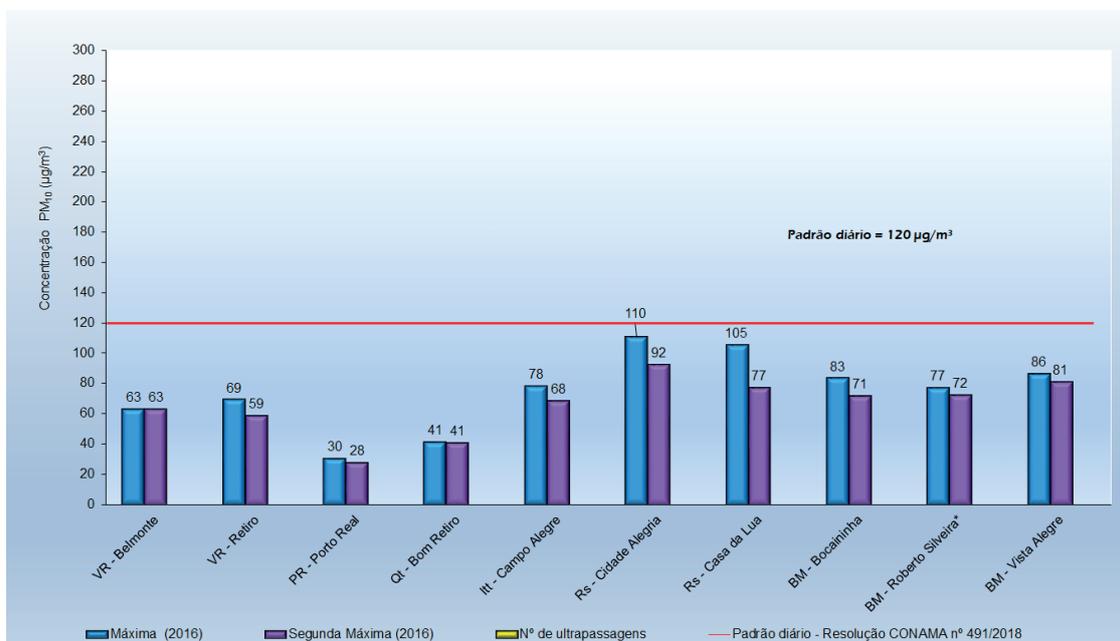


Figura 49. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Na rede automática, as concentrações de PM₁₀ monitoradas não apresentaram violações ao padrão de qualidade do ar durante o período mencionado.



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

Figura 50. Máximas Concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias anuais de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 51 (rede semiautomática) e na Figura 52 (rede automática).

As concentrações obtidas no monitoramento da rede semiautomática na RMP não violaram o padrão

de qualidade do ar. No entanto, nota-se que a estação VR-Siderville apresentou média anual bem próxima ao padrão estabelecido de longo prazo (40 µg /m³), o que corrobora os altos valores de concentração de curto período apresentado na Figura 51.

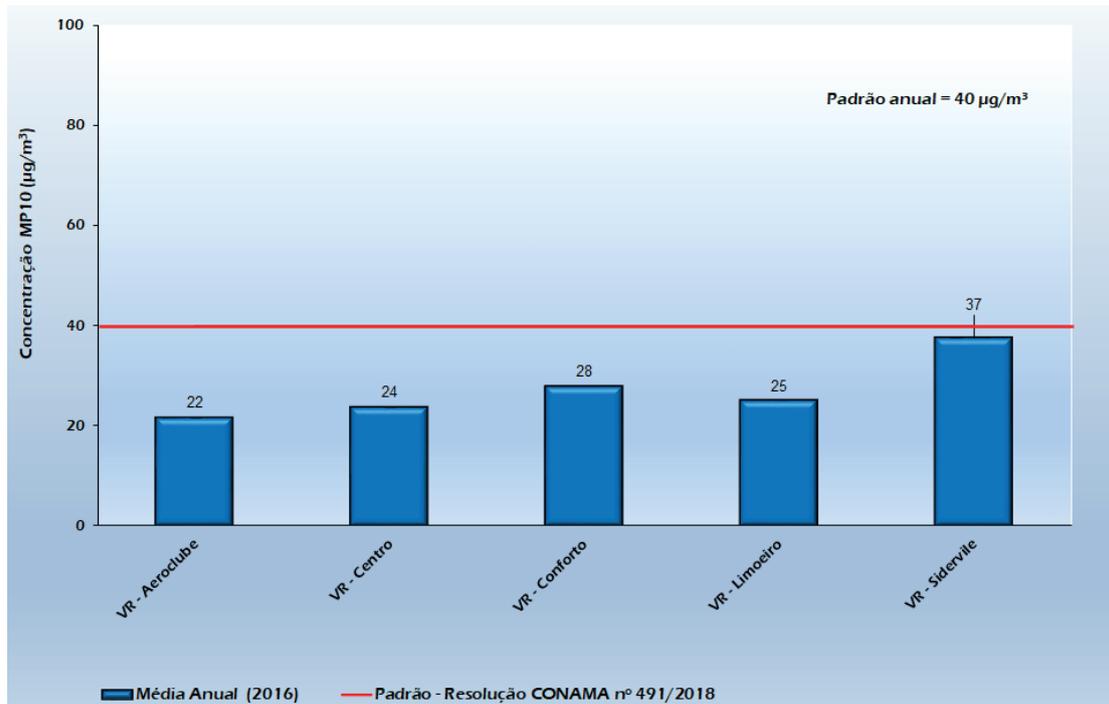
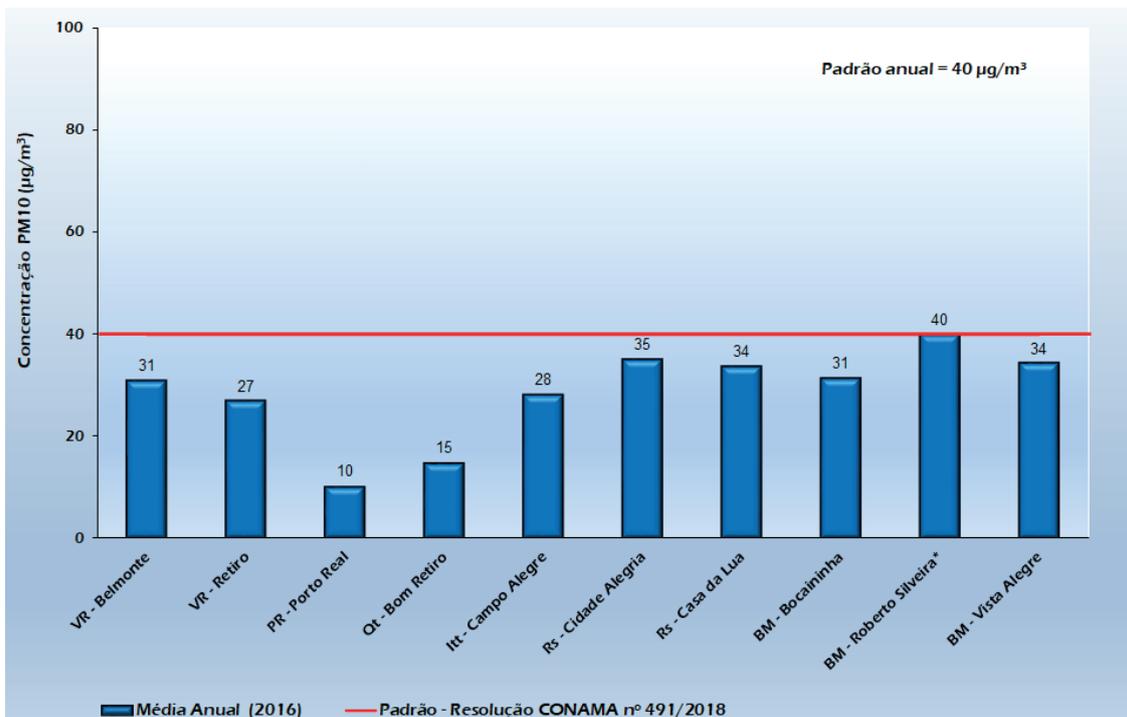


Figura 51. Concentrações anuais (longo período) de PM₁₀ nas estações semiautomáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Na rede automática, as concentrações de PM₁₀ monitoradas também não violaram o padrão de qualidade do ar durante o período mencionado. Observa-se que, na estação BM - Roberto Silveira, em Barra

Mansa, a máxima concentração foi igual ao padrão de longo período (40 µg/m³). Entretanto, essa estação não gerou um quantitativo de dados representativo estatisticamente.



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

Figura 52. Concentrações médias anuais (longo período) de PM₁₀ nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.3 Material Particulado (PM_{2,5})

As estações semiautomáticas VR - Volta Grande e Rs - UERJ, que monitoraram o parâmetro em questão durante o ano de 2016, não tiveram representatividade

de mínima estipulada (Tabela 15) para uso dos resultados neste relatório.

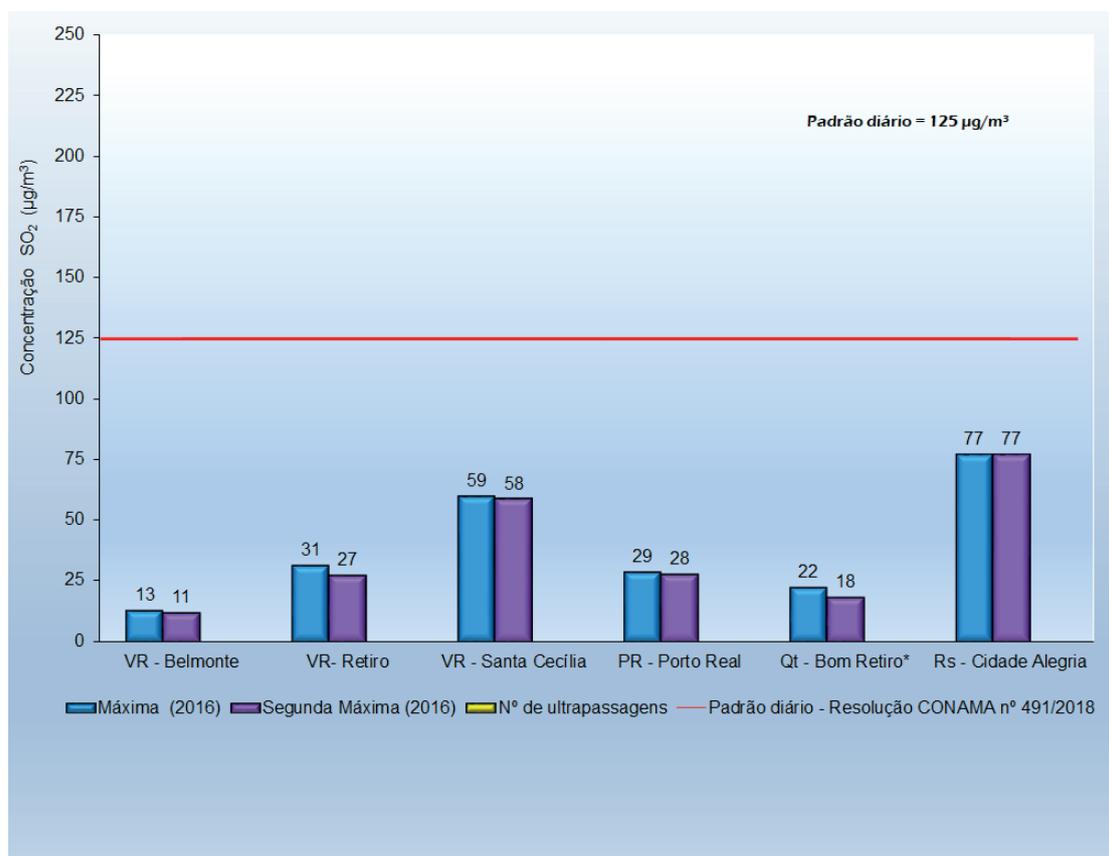
4.2.2.4 Dióxido de Enxofre (SO₂)

4.2.2.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações médias diárias de SO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 53.

No ano em questão, não houve registro de violações ao padrão de qualidade do ar de SO₂ em

nenhuma das estações de monitoramento na RMP. Contudo, a estação de Resende (Cidade Alegria) apresentou concentrações mais altas do que as demais, registrando uma máxima concentração média diária de 77 µg/m³.



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

Figura 53. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

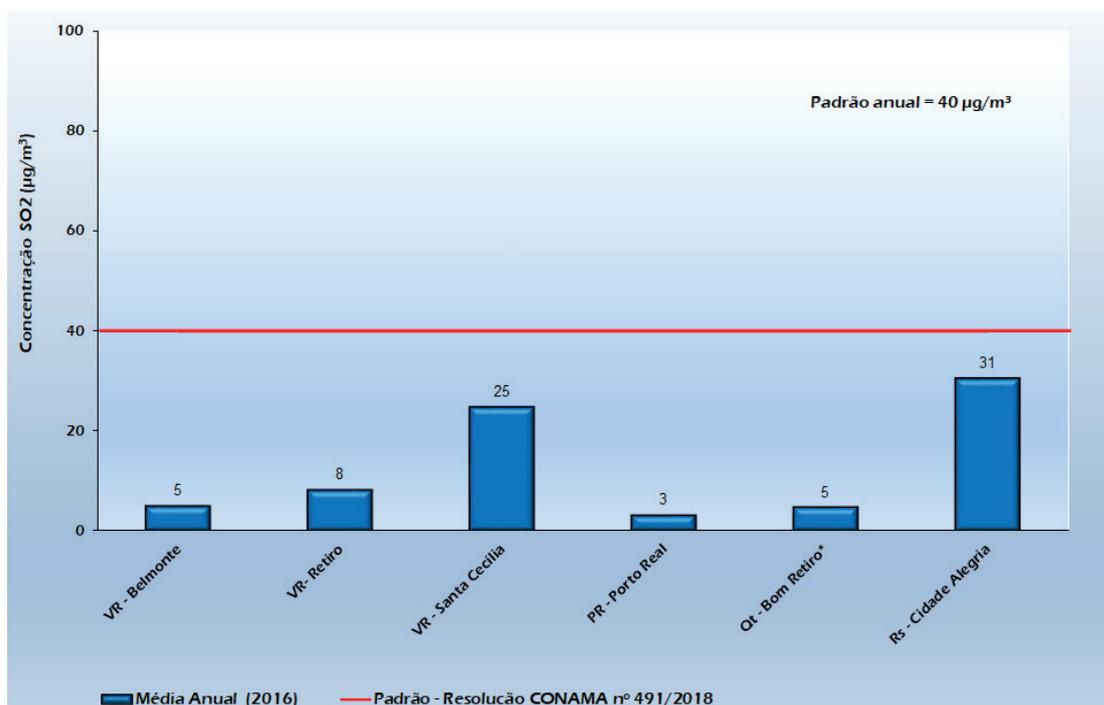
Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.4.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias anuais de SO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 54.

Os resultados demonstrados pelos dados de monitoramento não apresentaram nenhuma violação ao padrão de SO₂ em 2016, conforme já esperado, em ra-

zão dos resultados obtidos para as concentrações médias diárias. Da mesma forma, a estação de Resende (Cidade Alegria) apresentou concentrações mais altas do que as demais, registrando uma máxima concentração média anual de 31 µg/m³.



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

Figura 54. Concentrações médias anuais (longo período) de SO₂ nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

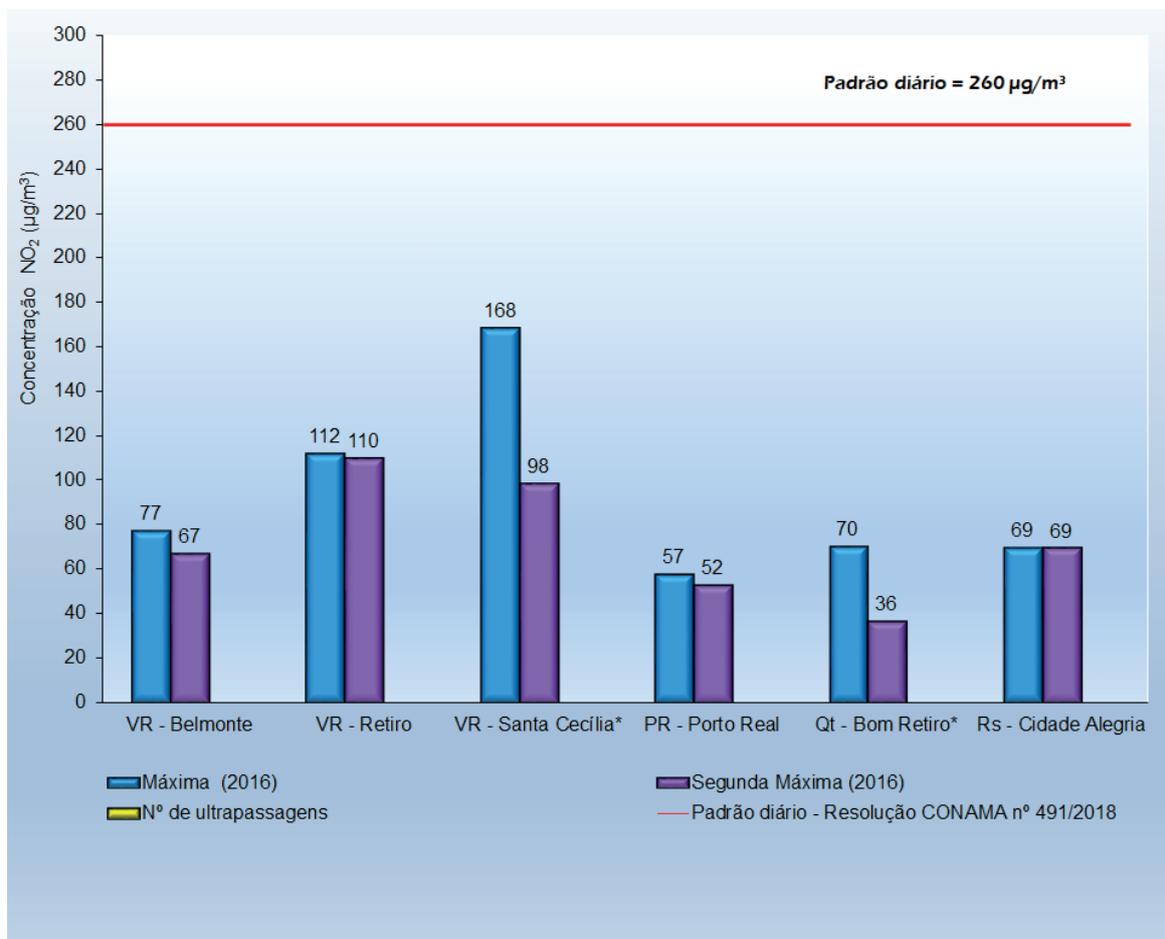
Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.5 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

4.2.2.5.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações horárias de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 55.

Em nenhuma das estações de monitoramento, as concentrações de NO₂ medidas ultrapassaram o padrão de qualidade do ar para o ano em questão.



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

Figura 55. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

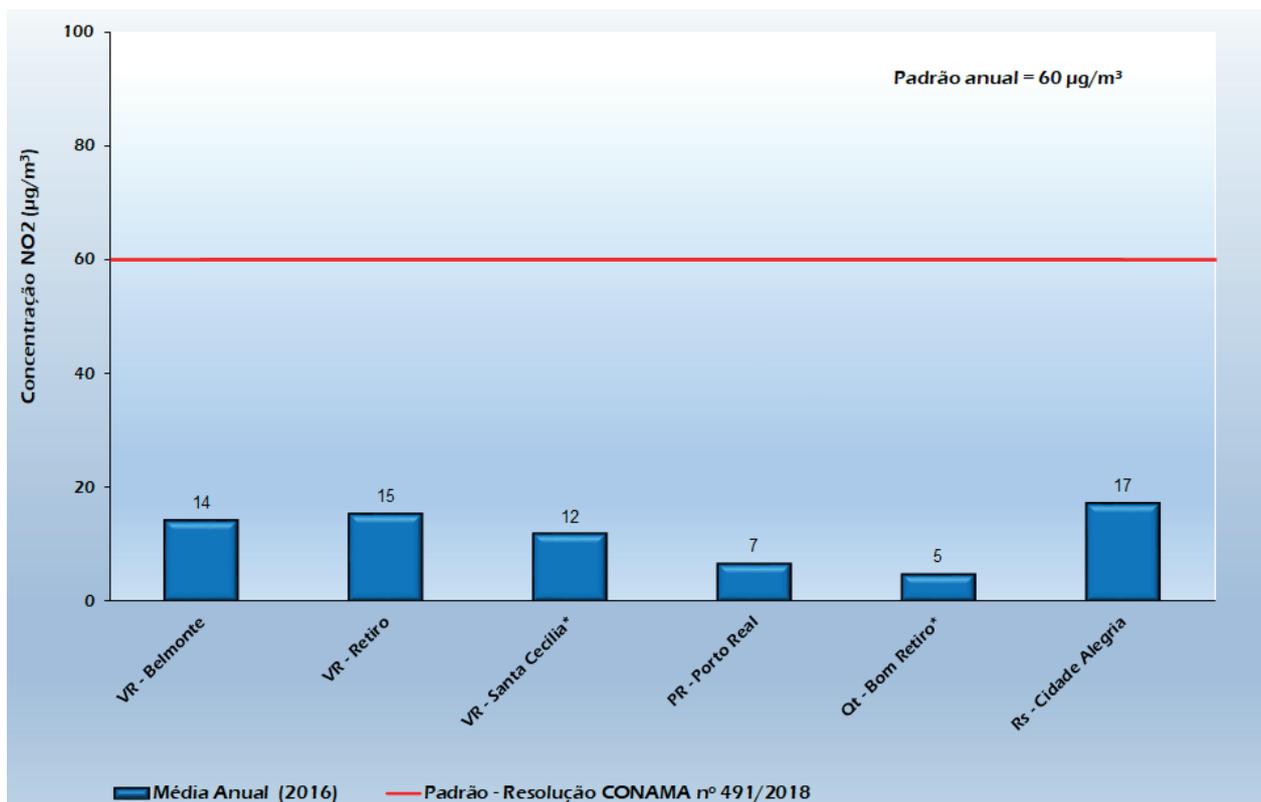
Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.5.2 Exposição de Longo Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações médias anuais de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 56.

De acordo com os resultados de monitoramento obtidos, todas as regiões monitoradas encontraram-

-se em conformidade com o valor 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 56. Concentrações médias anuais (longo período) de NO₂ nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

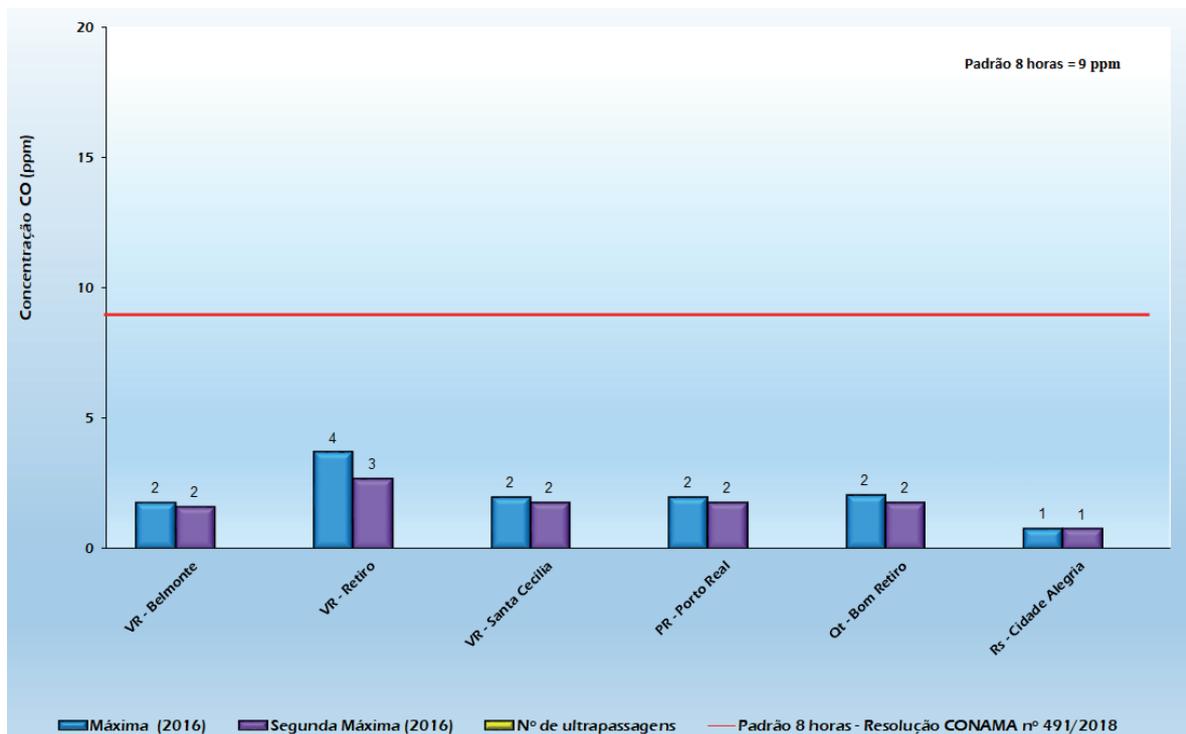
Fonte: GEAR/DISEQ

4.2.2.6 Monóxido de Carbono (CO)

4.2.2.6.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações máximas médias móveis de oito horas de CO com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 57 (máxima média móvel de oito horas).

Nenhuma das estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar na RMP apresentou violações ao padrão de qualidade do ar estabelecido para este parâmetro.



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

Figura 57. Máximas concentrações médias de oito horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

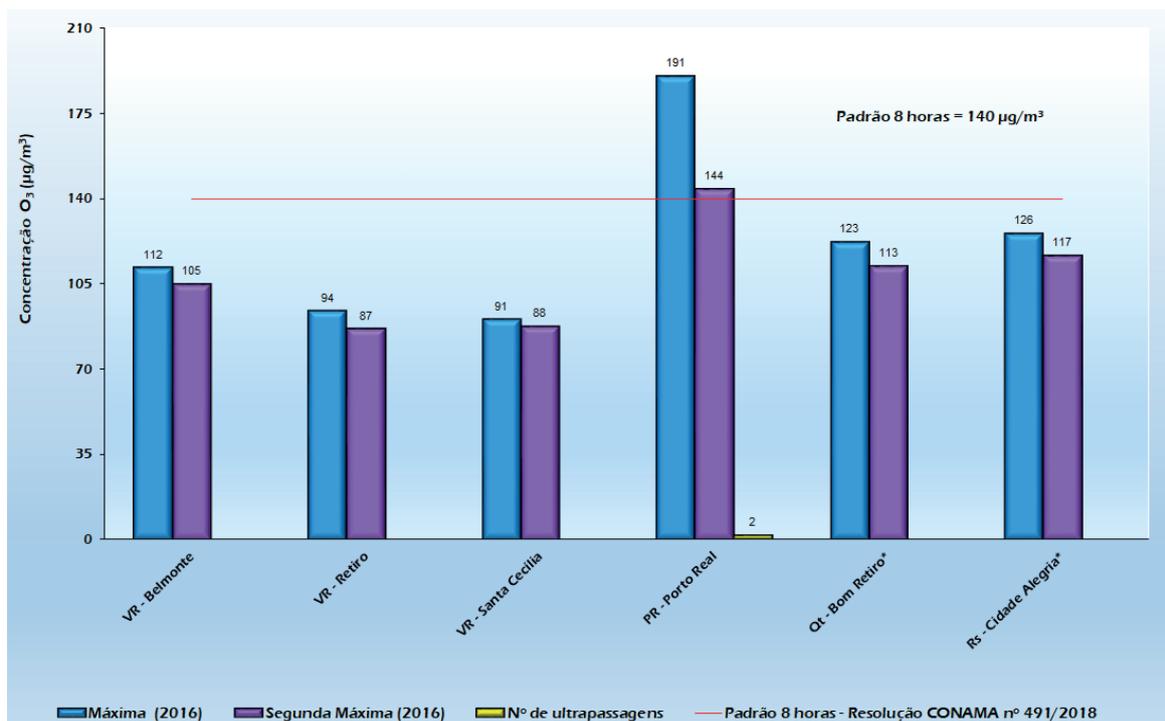
4.2.2.7 Ozônio (O₃)

4.2.2.7.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 entre as concentrações médias de oito horas de O₃ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 58.

Somente a estação localizada no município de Porto Real (PR-Porto Real) apresentou violações ao padrão, registrando duas ultrapassagens ao longo do

ano. A maior concentração medida na estação foi de 191 µg/m³, seguida pela de 144 µg/m³. As estações localizadas no município de Quatis (Qt-Bom Retiro) e Resende (Rs-Cidade Alegria), apesar de não terem tido ocorrência de ultrapassagens, tiveram suas máximas próximas do valor definido pela legislação.



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

Figura 58. Máximas concentrações médias de oito horas (curto período) de O₃ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RMP, para o ano 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Devido às características de formação do O₃ (poluente secundário gerado por meio de reações fotoquímicas na atmosfera), as maiores concentrações não necessariamente se encontram próxi-

mas às maiores fontes emissoras de poluentes primários, gerando maiores dificuldades no controle deste poluente.

4.3 Região Norte Fluminense

4.3.1 Meteorologia

Na Região Norte Fluminense, as estações meteorológicas analisadas foram: Mc - Cabiúnas e Mc - Meteorológica. Ambas se localizam no município

de Macaé. A estação do INMET em Cabo Frio (Lat: 22,9761°S; Lon: 42,0213°W) foi utilizada para avaliar a climatologia da região.

4.3.1.1 Temperatura do Ar

As estações meteorológicas analisadas apresentaram temperaturas máximas extremas entre 28,9°C e 39,8°C, ambas registradas na estação Mc - Cabiúnas, em junho e fevereiro, respectivamente.

As médias mensais apresentaram valores entre 19,5°C (Mc - Cabiúnas - agosto) e 28,9°C (Mc - Cabiúnas - fevereiro). A climatologia de Cabo Frio, repre-

sentativa da região, apresentou médias mensais entre 21°C (julho e agosto) e 25,3°C (março).

As temperaturas mínimas extremas, por sua vez, variaram entre 12°C (Mc - Meteorológica - junho) e 23°C (Mc - Cabiúnas - fevereiro). A Figura 59 ilustra essas informações.

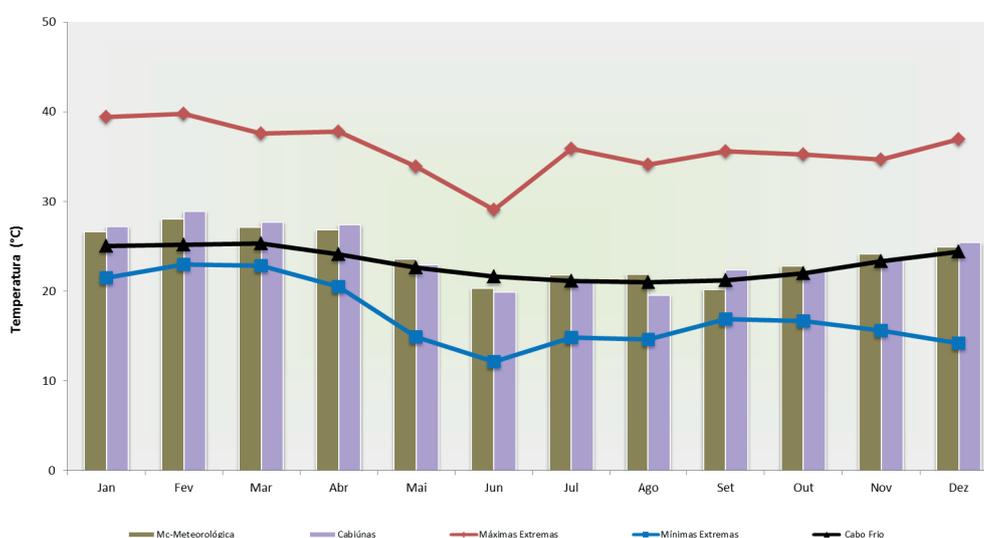


Figura 59. Temperaturas médias e extremas das estações analisadas na Região Norte Fluminense

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.1.2 Umidade Relativa

As estações da região apresentaram extremos máximos de umidade relativa entre 98,5% (Mc - Meteorológica - junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro) e 100% (MC - Cabiúnas - janeiro, fevereiro, março, abril, maio e dezembro).

No tocante às médias mensais, os valores ficaram entre 73% (Mc - Meteorológica - nos meses de agosto e setembro) e 86% (MC-Cabiúnas - no mês de janeiro).

Acerca das mínimas extremas, mantiveram-se entre 24% (MC - Cabiúnas - abril e agosto) e 43% (Mc - Meteorológica - dezembro). A Figura 60 demonstra o comportamento dessas variáveis nas estações analisadas.

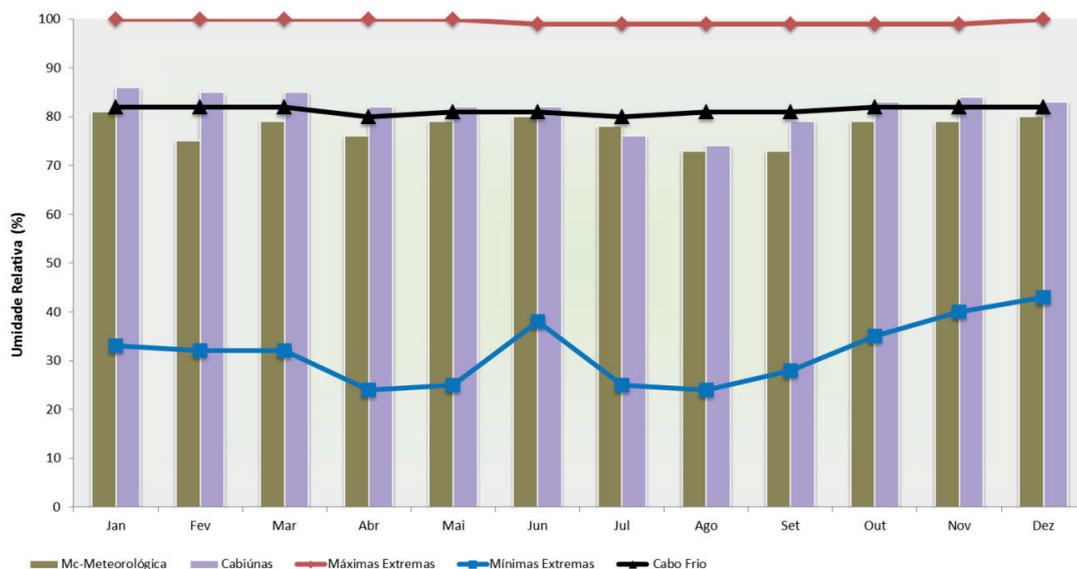


Figura 60. Umidade relativa - médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Norte Fluminense

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.1.3 Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos

Os dados de direção e velocidade do vento da estação Mc - Cabiúnas mostram que os ventos de intensidade moderada foram notadamente atuantes ao longo do ano, sobretudo na primavera. Os ventos de N foram comuns durante o verão, o outono e a prima-

vera, havendo um giro para NO no decorrer da primavera. As porcentagens de calmarias apresentaram-se entre 1,8% (outono e inverno) e 3,5% (verão). A Figura 61 mostra as rosas dos ventos para a estação.

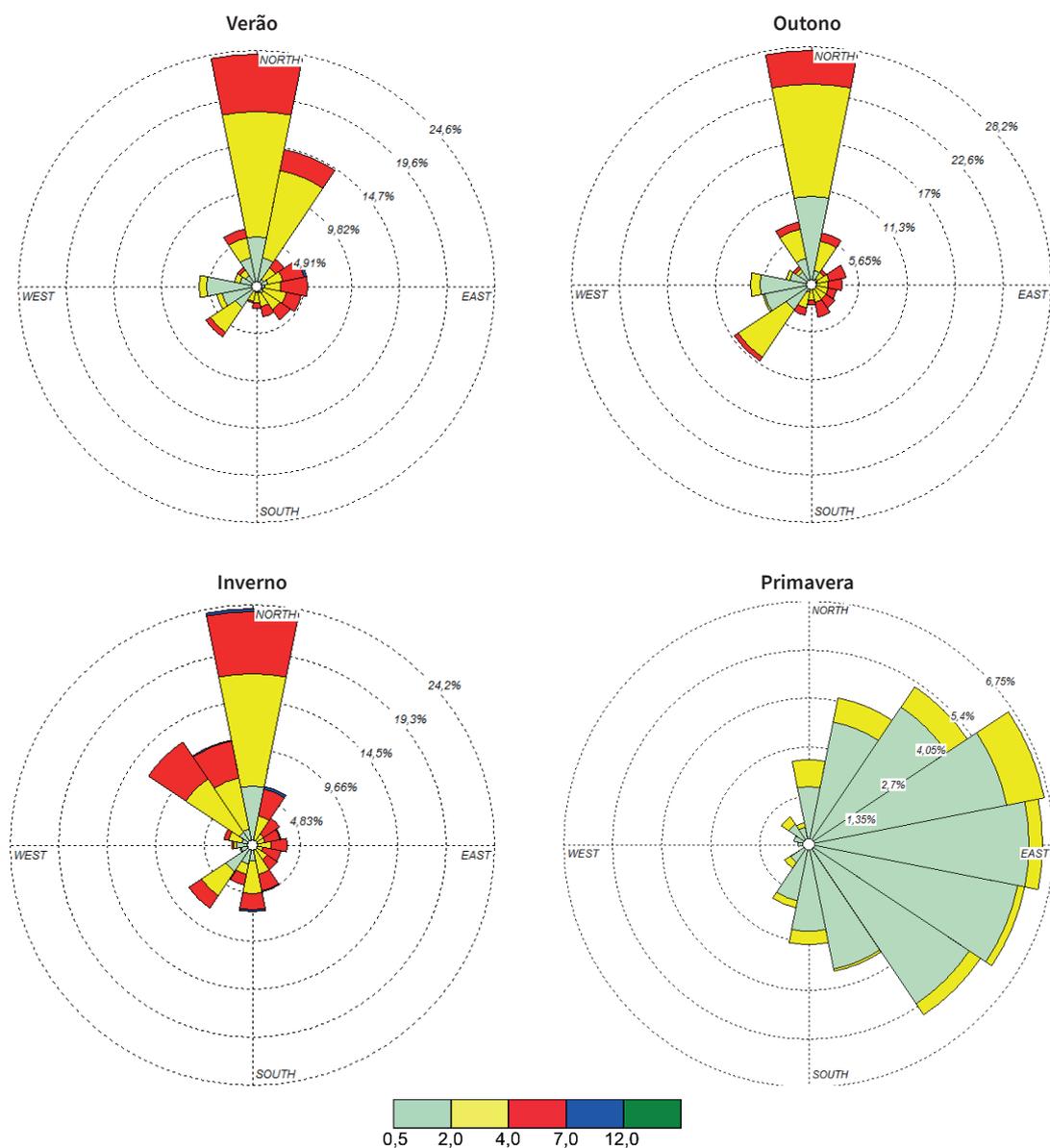


Figura 61. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Mc - Cabiúnas. Calmarias: 3,5% (verão), 1,8% (outono), 1,8% (inverno) e 3,1% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Com um padrão de direção dos ventos menos definido, a estação Mc - Meteorológica apresentou maior ocorrência de ventos no quadrante N-L na maior parte do ano, enquanto, no outono, esses ventos diminuíram a sua frequência. De modo geral, os ventos de NE foram predominantes na estação Mc -

Meteorológica. Os ventos moderados foram comuns ao longo do ano, com frequências apreciáveis entre 7 m/s e 12 m/s. As condições de calmarias foram incomuns, ficando abaixo de 1% na maior parte do ano. A Figura 62 mostra as rosas dos ventos para a estação.

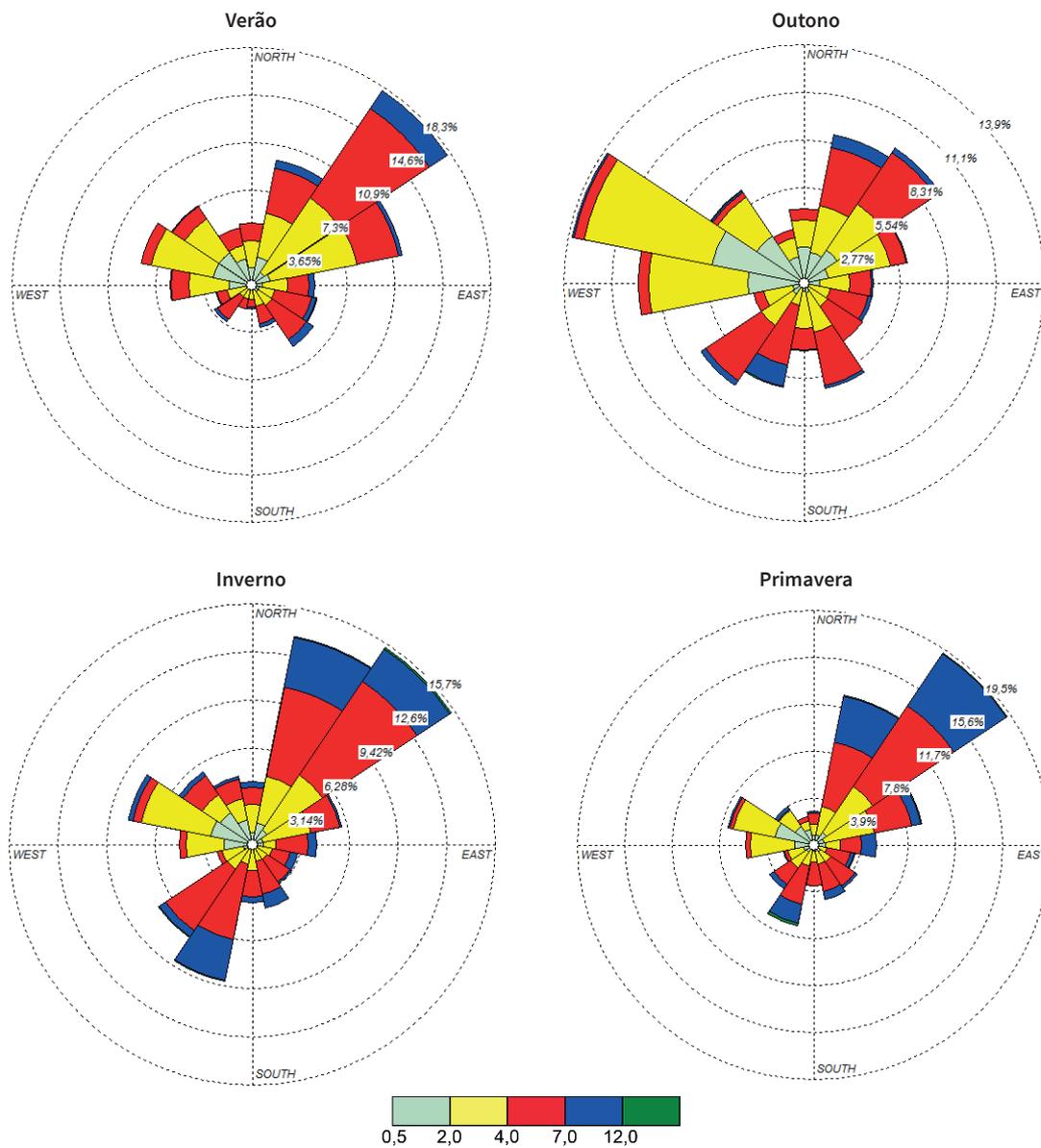


Figura 62. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Mc - Meteorológica. Calmarias: 0,1% (verão), 0,1% (outono), 0,6% (inverno) e 2,1% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

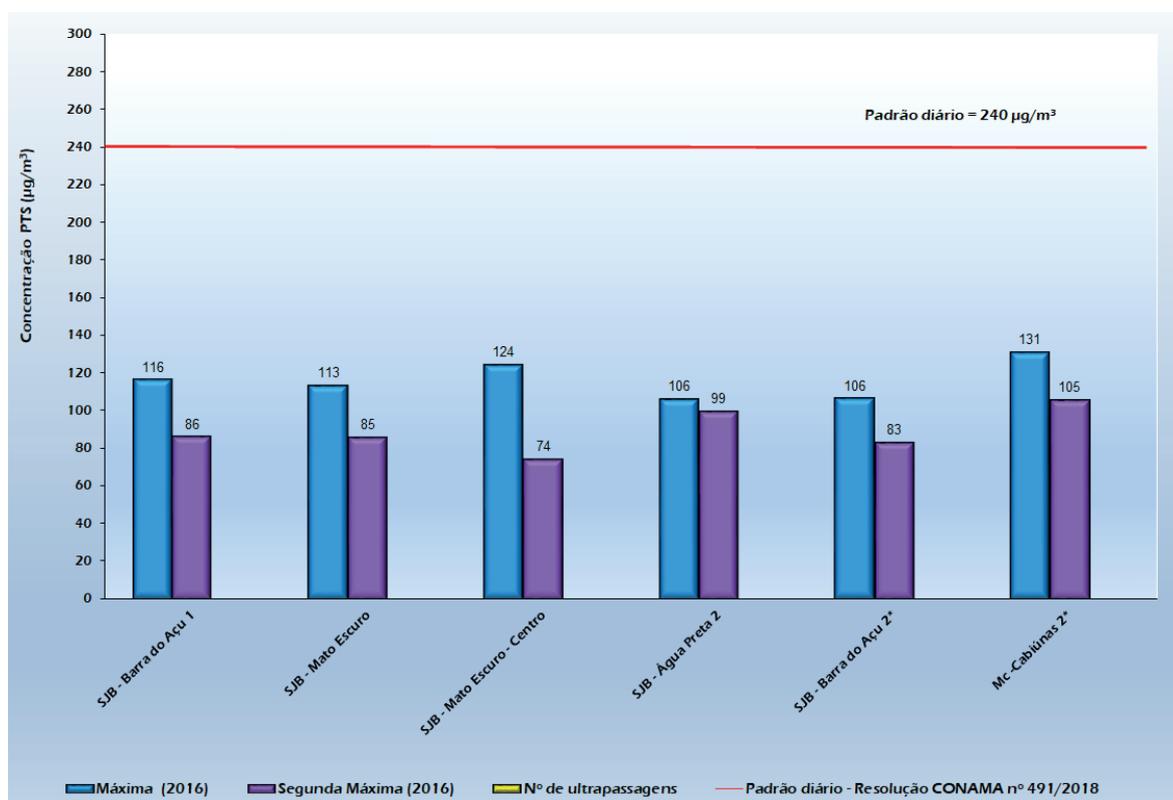
4.3.2 Qualidade do Ar

4.3.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

4.3.2.1.1 Exposição de Curto Período

Na RNF, as comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 63 (rede semiautomática) e na Figura 64 (rede automática).

Em 2016, as máximas concentrações médias de PTS da rede semiautomática na RNF estiveram em conformidade com a legislação vigente, mantendo-se bem abaixo do padrão de qualidade do ar.



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

Figura 63. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas nas estações automáticas na RNF para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Da mesma forma que os resultados obtidos pela rede semiautomática, as medições das estações automáticas Mc - Cabiúnas e SJB - Fazenda Saco Dantas

também demonstraram que não houve violação ao padrão diário estabelecido.

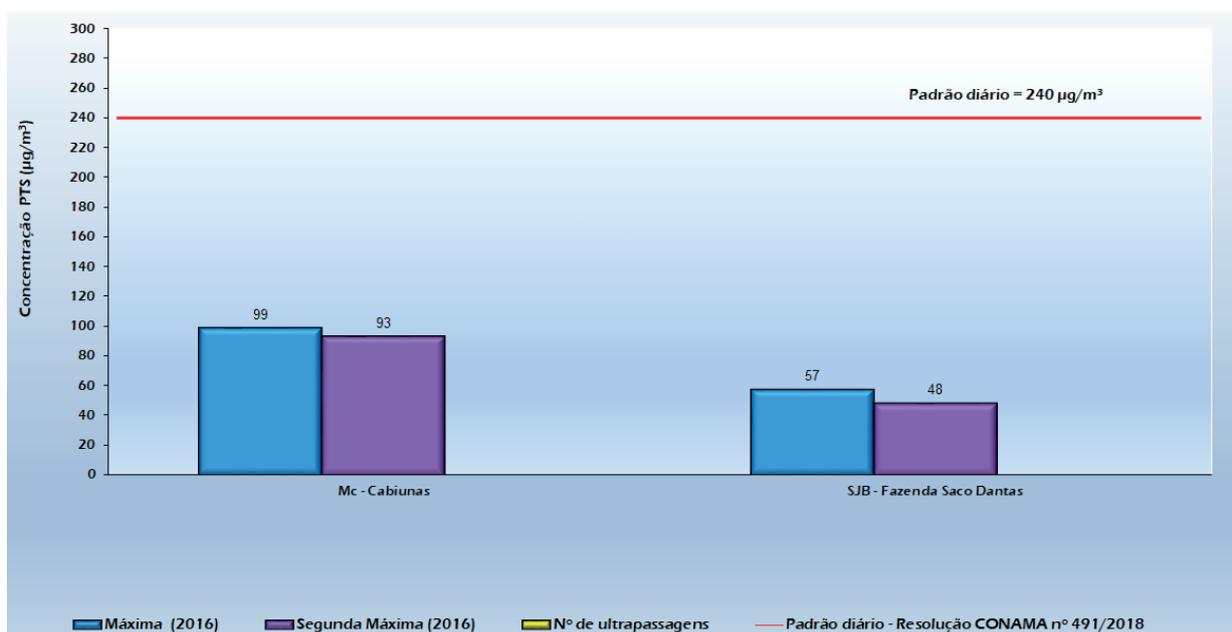


Figura 64. Máxima concentração média diária (curto período) de PTS monitorada nas estações automáticas na RNF, para o ano de 2016

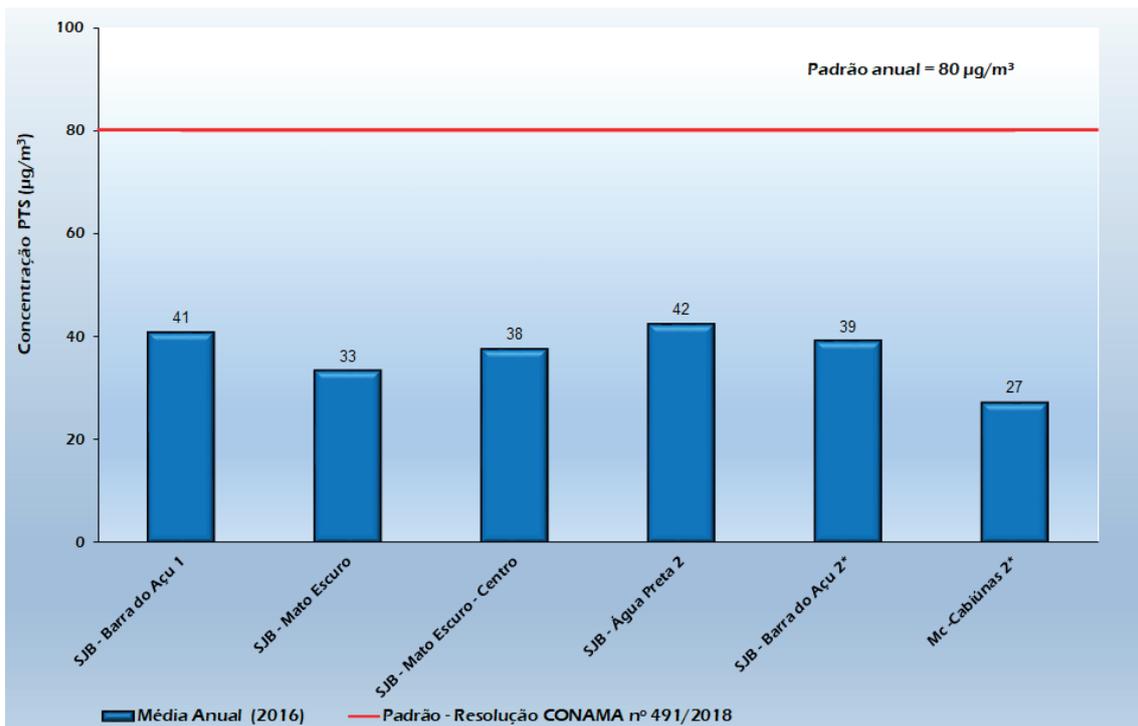
Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias geométricas anuais de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 65 (rede semiautomática) e na Figura 66 (rede automática).

Os resultados para o ano de 2016 demonstrados pelos dados de monitoramento da rede semiautomá-

tica não apresentaram nenhuma ultrapassagem ao padrão de qualidade do ar de longo período, conforme já esperado, em razão dos resultados relativos às concentrações médias diárias.



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

Figura 65. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações semiautomáticas distribuídas na RNF no ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Na rede automática da RNF também não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar de longo período para PTS ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no ano em questão.

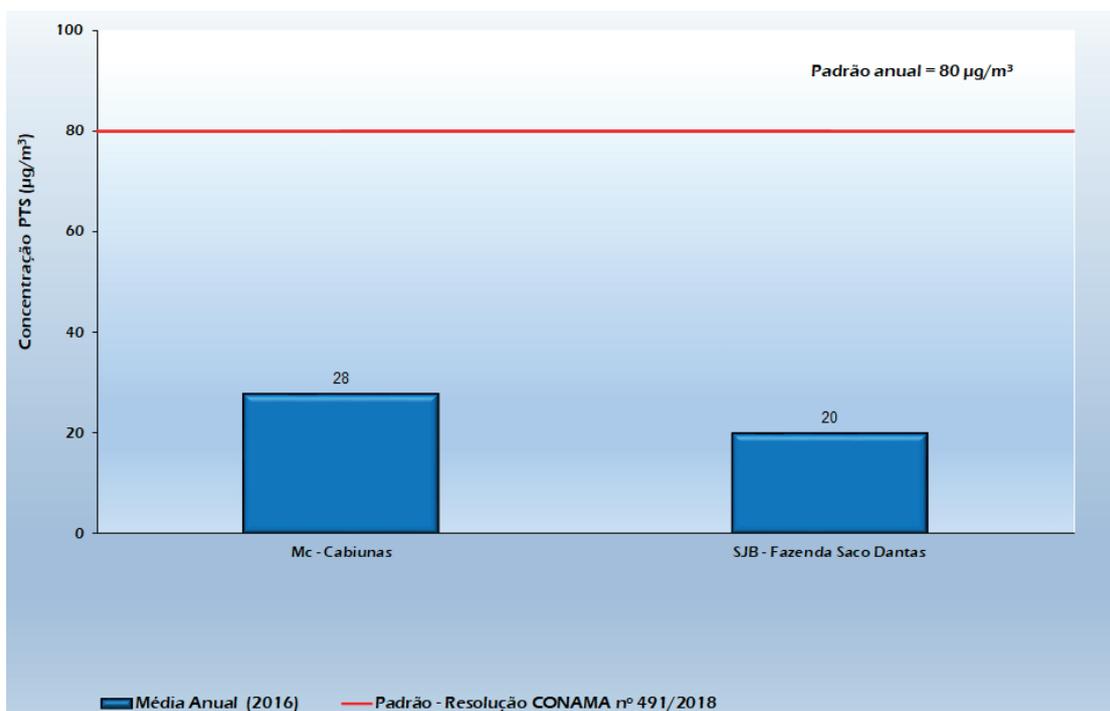


Figura 66. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RNF no ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.2 Material Particulado (PM₁₀)

4.3.2.2.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 67 (rede semiautomática) e na Figura 68 (rede automática).

Verifica-se nos resultados obtidos pelo monitoramento da rede semiautomática na RNF que não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar. Vale destacar que o monitoramento de PM₁₀ na região foi iniciado no ano de 2016.



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

Figura 67. Máxima concentração média diária (curto período) de PM₁₀ monitorada na estação semiautomática na RNF para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Pode-se observar, também, que no ano em questão não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar para curto período de exposição (120 µg/m³) nas

medições realizadas nas estações automáticas da RNF, localizadas em Macaé (Mc - Cabiúnas) e em São João da Barra (SJB - Fazenda Saco Dantas).



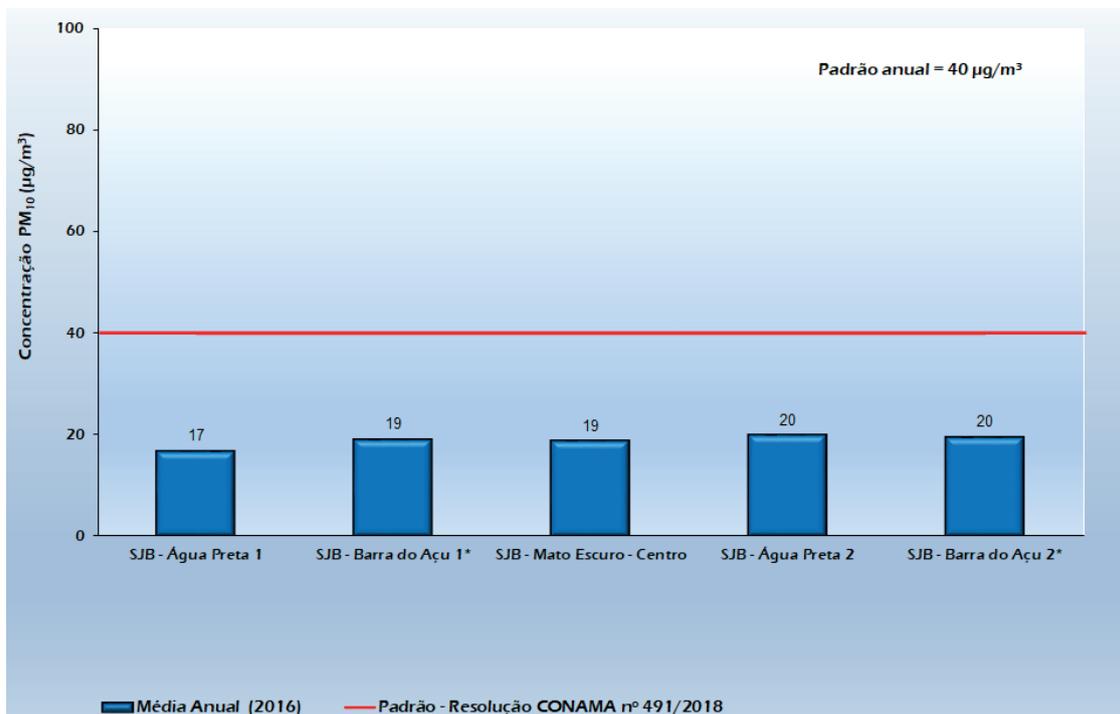
Figura 68. Máxima concentração média diária (curto período) de PM_{10} monitorada nas estações automáticas na RNF para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.2.2 Exposição de Longo Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações médias anuais de PM_{10} com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 69 (rede semiautomática) e na Figura 70 (rede automática).

Assim como foi observado nos resultados de curto período, não foi registrada nenhuma violação ao padrão de qualidade do ar de concentração média anual (longo período) nas estações da rede semiautomática.



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

Figura 69. Concentração média anual (longo período) de PM₁₀ nas estações automáticas distribuída na RNF para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Na rede automática da RNF, o padrão de qualidade do ar de longo período para PM₁₀ (40 µg/m³) também não foi ultrapassado no ano em questão.

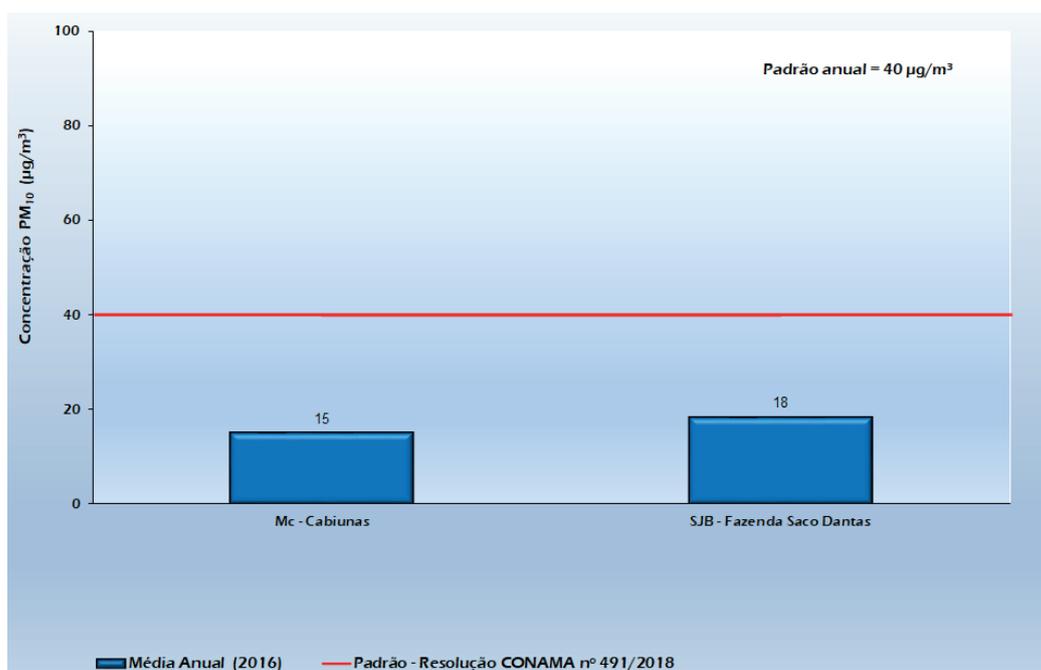


Figura 70. Concentração média anual (longo período) de PM₁₀ nas estações automáticas distribuída na RNF para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.3 Material Particulado (PM_{2,5})

A estação semiautomática Cp - Rodoviária, que monitorou o parâmetro em questão durante o ano de

2016, não obteve representatividade (Tabela 15) mínima estipulada para uso dos resultados neste relatório.

4.3.2.4 Dióxido de Enxofre (SO₂)

4.3.2.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 entre as máximas concentrações médias diárias de SO₂ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 71 (rede automática).

Não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar de curto período de exposição na medição realizada na estação Mc - Cabiúnas.

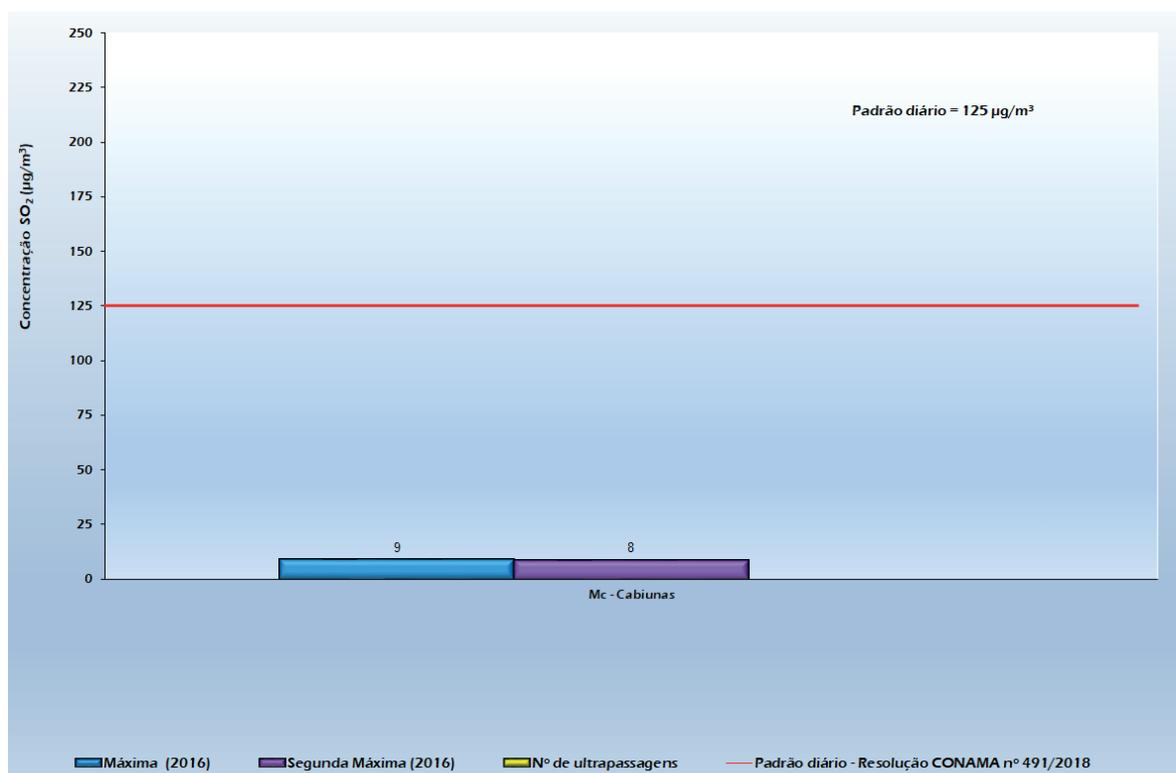


Figura 71. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.4.2 Exposição de Longo Período

As comparações para o ano de 2016 entre as concentrações médias anuais de SO₂ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 72 (rede automática).

Como esperado - em razão dos resultados obtidos para as concentrações de curto período -, no ano

em questão não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar anual nas medições da rede automática na RNF.

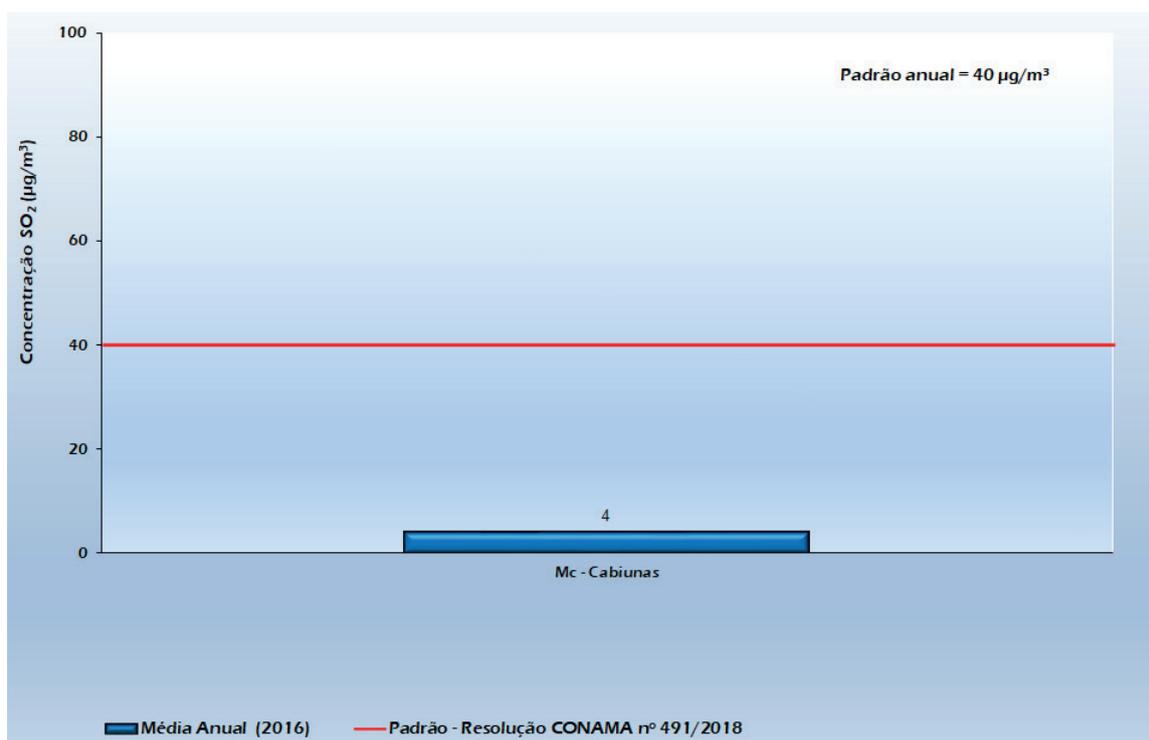


Figura 72. Concentrações médias anuais (longo período) de SO₂ nas estações automáticas distribuídas na RNF para o ano de 2016

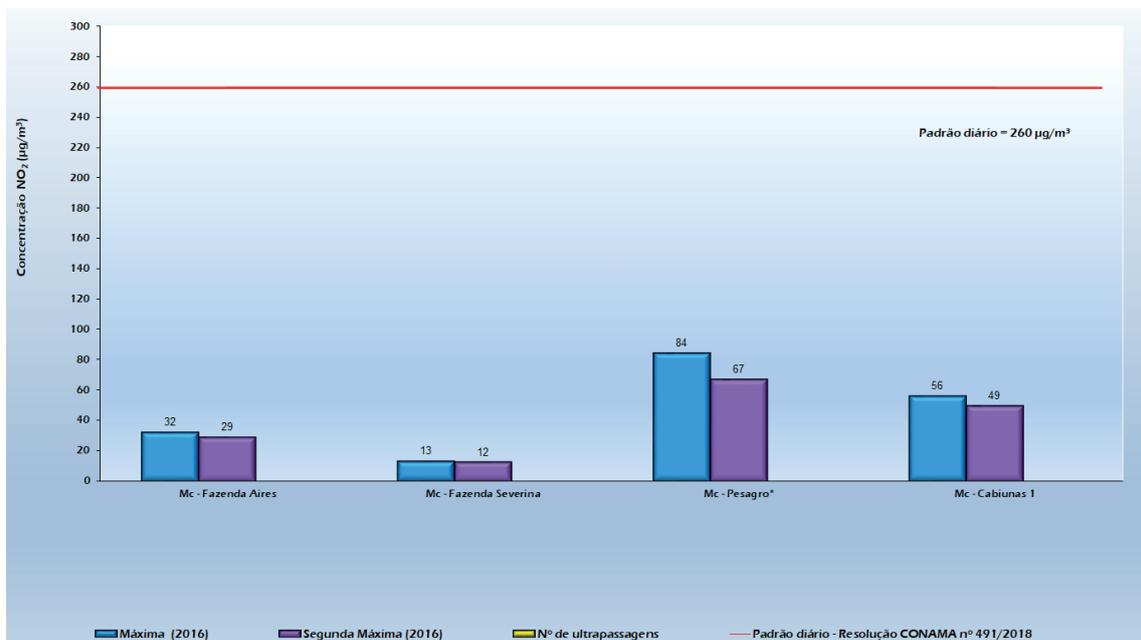
Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.5 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

4.3.2.5.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações horárias de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 73 (rede automática).

Em nenhuma das estações de monitoramento, as concentrações de NO₂ medidas ultrapassaram o padrão de qualidade do ar no ano em questão.



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

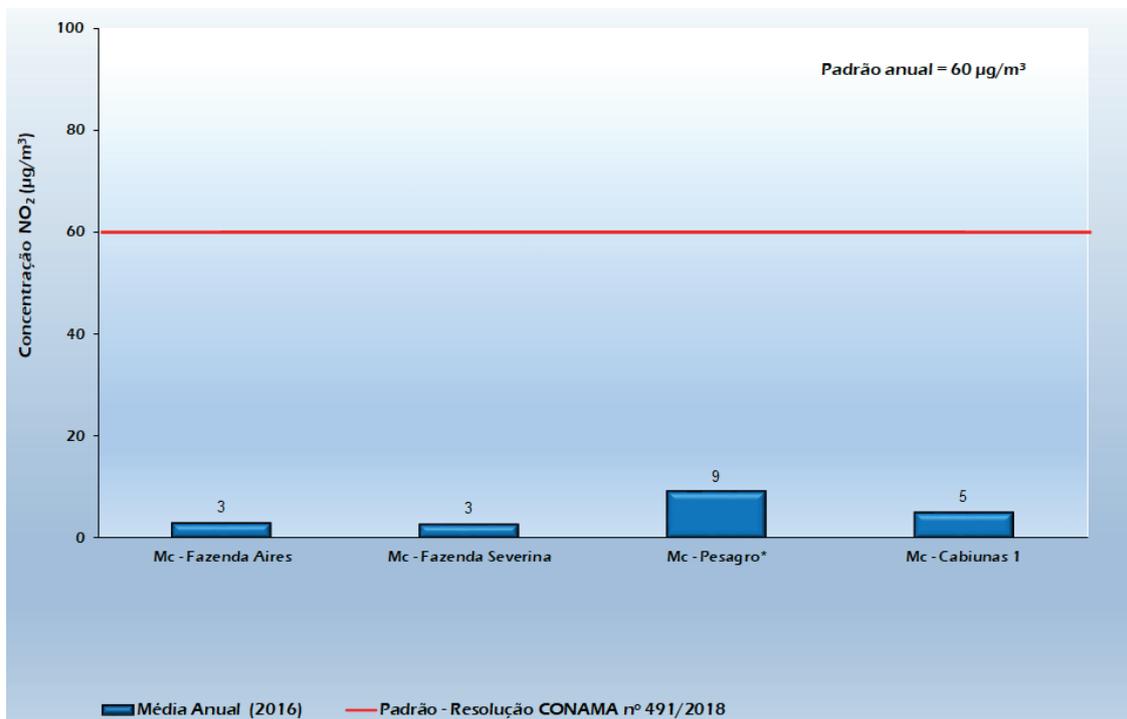
Figura 73. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO₂ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.5.2 Exposição de Longo Período

As comparações para o ano de 2016 entre as concentrações médias anuais de NO₂ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 74 (rede automática).

De acordo com os resultados obtidos, todas as regiões monitoradas encontraram-se em conformidade com o valor padrão de qualidade do ar, no ano em questão.



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

Figura 74. Concentrações médias anuais (longo período) de NO₂ nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.6 Monóxido de Carbono (CO)

4.3.2.6.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações médias de oito horas de CO com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 75 (média de oito horas).

Nos resultados comparados do monitoramento de CO para concentração média de oito horas, é pos-

sível verificar que nenhuma das estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar em operação na RNF registrou violações ao padrão de qualidade do ar durante o ano de 2016 (Figura 75).

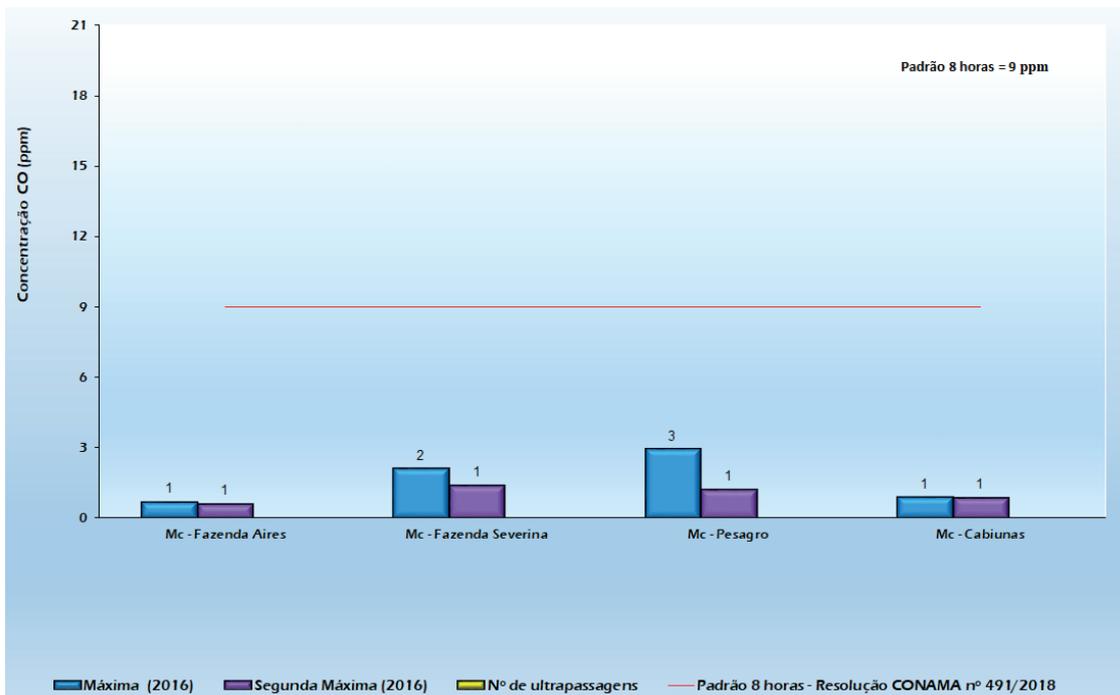


Figura 75. Máximas concentrações médias de oito horas (curto período) de CO monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.3.2.7 Ozônio (O₃)

4.3.2.7.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações médias de oito horas de O₃ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 76 (rede automática).

As concentrações monitoradas não ultrapassaram o padrão de média de oito horas de concentração

de ozônio para o ano de 2016. Todavia, em todas as estações monitoradas, observou-se a ocorrência de máximas concentrações próximas do valor definido pela legislação, demonstrando a necessidade de controle dos seus poluentes precursores (NO_x e COV), de forma a evitar a deterioração da qualidade do ar local.

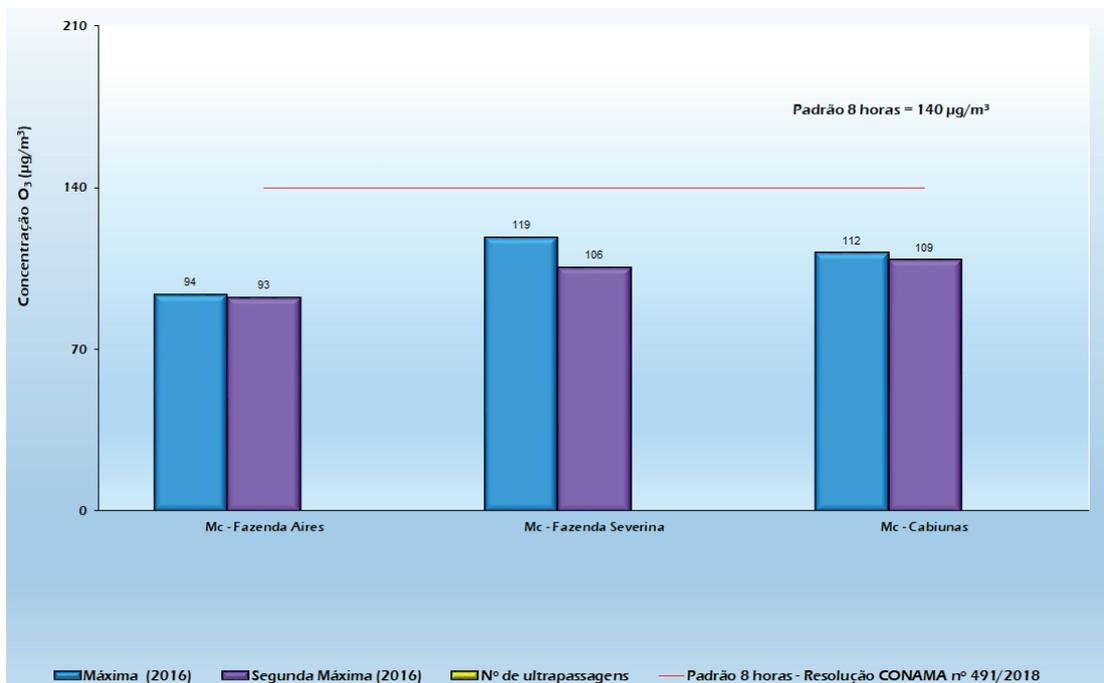


Figura 76. Máximas concentrações médias de oito horas (curto período) de O₃ monitoradas nas estações automáticas distribuídas na RNF, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.4 Região Serrana

4.4.1 Meteorologia

Na região Serrana, as estações analisadas estão localizadas no município de Cantagalo. São elas: Cg - Meteorológica e Cg - Val Palmas. Suas variáveis (tem-

peratura e umidade relativa) foram comparadas com as da estação do INMET em Cordeiro (Lat: 22,0222°S; Lon: 42,3644°W).

4.4.1.1 Temperatura do Ar

As temperaturas máximas extremas apresentaram valores entre 31,2°C (junho) e 38,2°C (fevereiro), ambos registrados na estação Cg - Meteorológica.

Para as temperaturas médias mensais, os valores calculados situaram-se entre 18,4°C (Cg - Val Palmas - junho) e 26,7°C (Cg - Meteorológica - fevereiro). A climatologia de Cordeiro registrou médias mensais de

temperatura entre 16,7°C (Julho) e 23,9°C (fevereiro).

Em relação às temperaturas mínimas extremas, observaram-se valores entre 8,2°C (agosto) e 18,8°C (fevereiro), ambos registrados na estação Cg - Meteorológica. A Figura 77 demonstra o comportamento dessas variáveis para as estações analisadas.

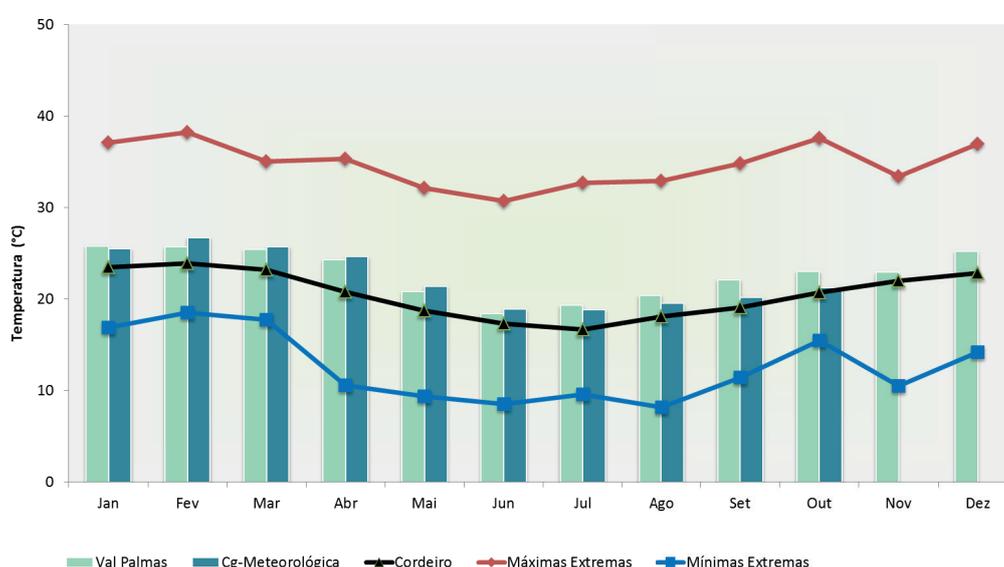


Figura 77. Médias mensais da temperatura do ar e ocorrências extremas nas estações analisadas na Região Serrana

Fonte: GEAR/DISEQ

4.4.1.2 Umidade Relativa

Valores de máximos extremos de umidade relativa ficaram entre 96% (Val Palmas - novembro) e 97% (Cg - Meteorológica - todos os meses do ano, com exceção de novembro).

As médias mensais de umidade relativa das estações de Cantagalo variaram entre 69% (Val Palmas - agosto e setembro) e 86% (Cg - Meteorológica - junho). A climatologia de Cordeiro (estação INMET)

apontou médias mensais de umidade relativa entre 78% (setembro) e 85% (maio e junho).

No tocante às mínimas extremas de umidade relativa, a estação de Val Palmas registrou o menor valor (27%, em agosto). Já a estação Cg - Meteorológica registrou o maior valor de mínimas extremas: 41%, em maio. A Figura 78 demonstra o comportamento dessas variáveis para as estações analisadas.

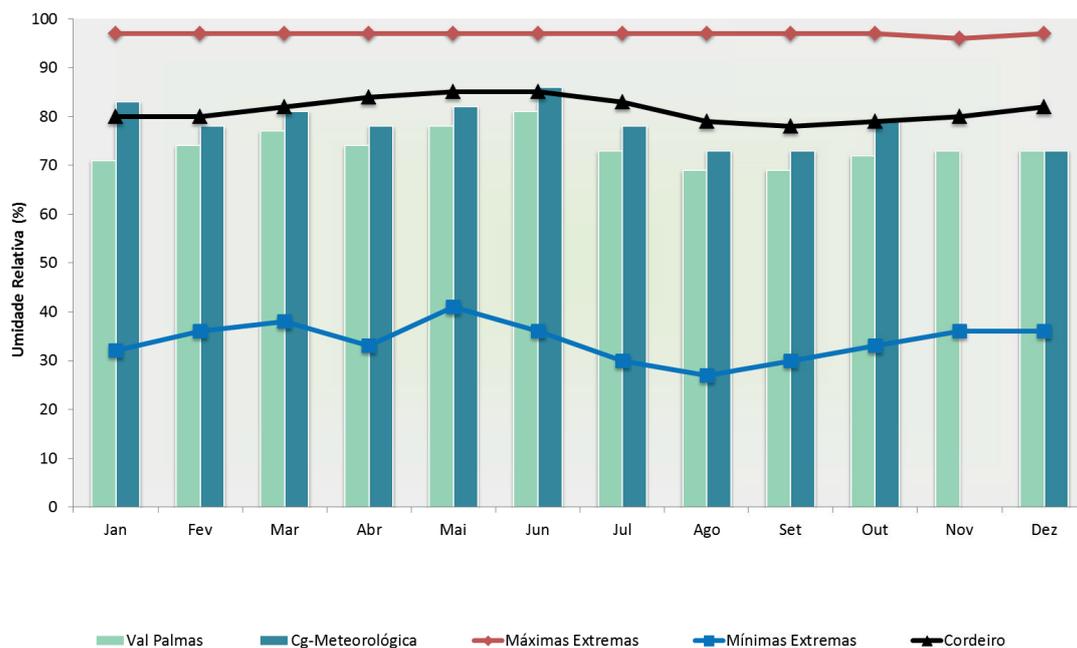


Figura 78. Umidade Relativa - médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região Serrana

Fonte: GEAR/DISEQ

4.4.1.3 Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos

Os dados de direção do vento da estação Cg - Meteorológica mostram que a atuação de ventos no quadrante N-L foi predominante na maior parte do ano, havendo uma maior variabilidade em sua direção durante a primavera, com destaque para a formação de ventos de L e SE nessa estação do ano. Os ventos

foram prioritariamente fracos, e as condições de calmarias, comuns, tendo sido registrado o percentual mínimo de 16,2% no verão e máximo de 51,6% na primavera. A Figura 79 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

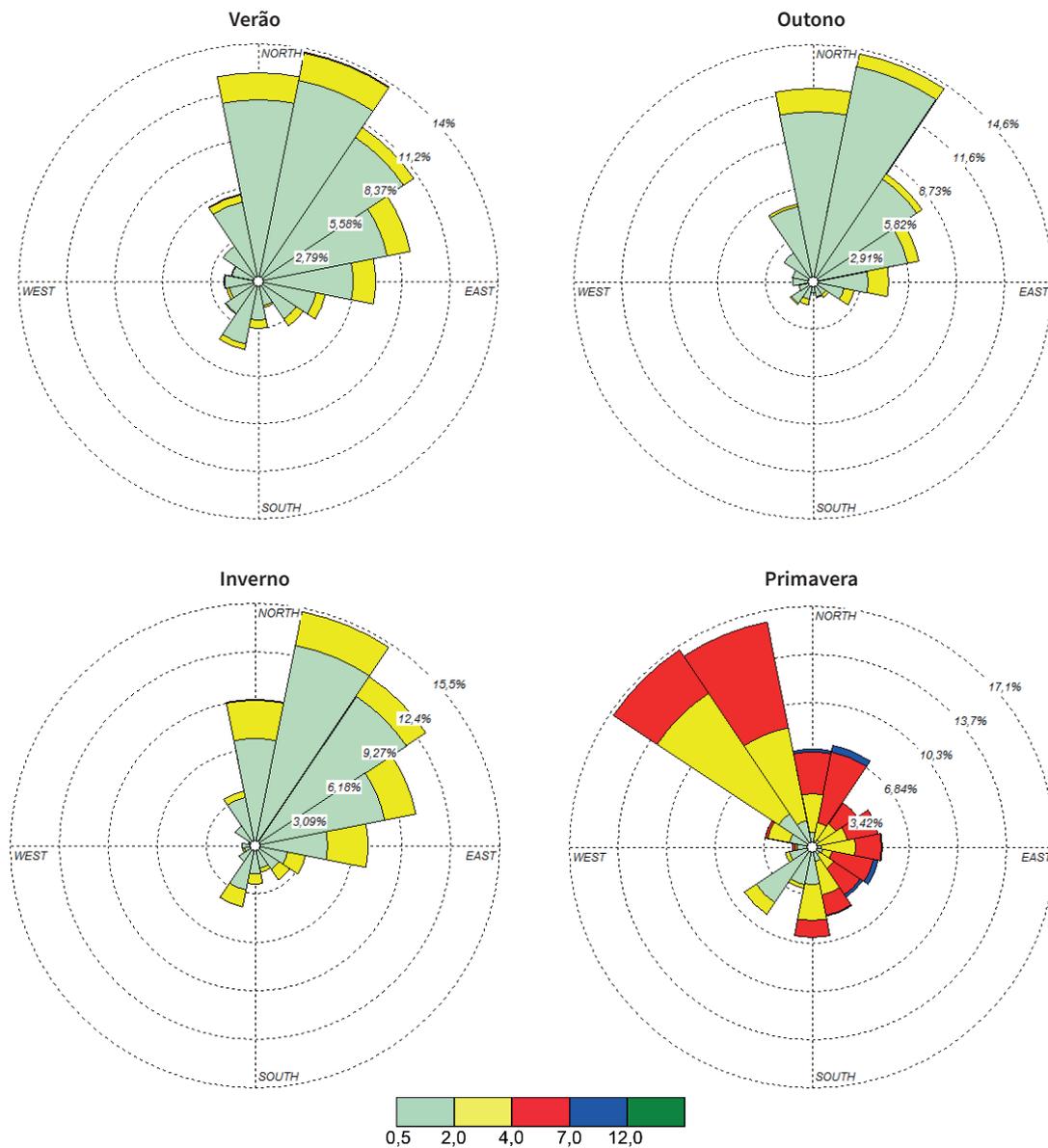


Figura 79. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg - Meteorológica. Calmarias: 16,2% (verão), 35,5% (outono), 22,5% (inverno) e 51,6% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

Os dados de direção do vento da estação Cg - Meteorológica mostram que a atuação de ventos no quadrante N-L foi predominante na maior parte do ano, havendo uma maior variabilidade em sua direção durante a primavera, com destaque para a formação de ventos de L e SE nessa estação do ano. Os ventos

foram prioritariamente fracos, e as condições de calmarias, comuns, tendo sido registrado o percentual mínimo de 16,2% no verão e máximo de 51,6% na primavera. A Figura 79 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

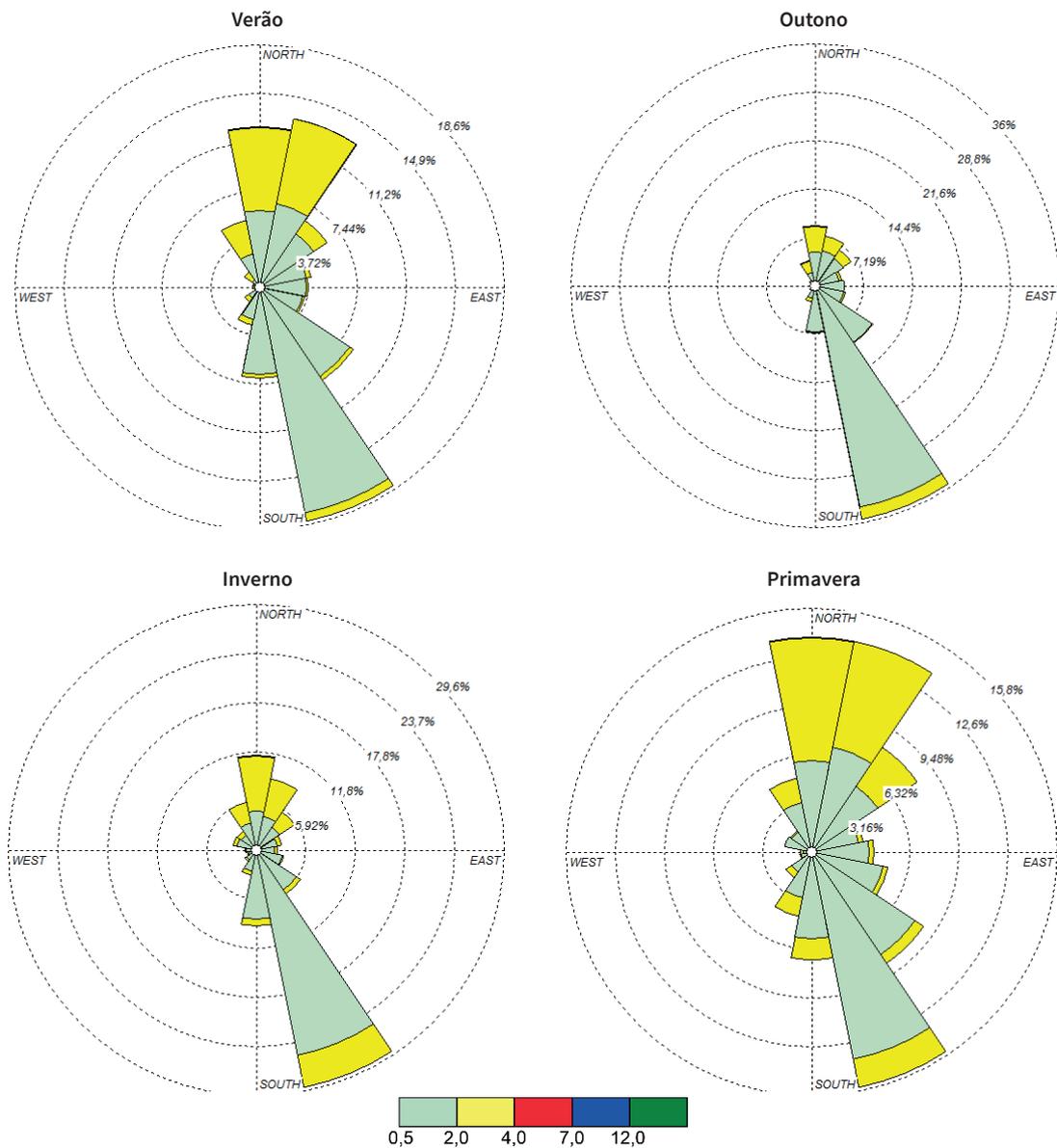


Figura 80. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Cg - Val Palmas. Calmarias: 10,8% (verão), 1,6% (outono), 1,6% (inverno) e 4,2% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

4.4.2 Qualidade do Ar

4.4.2.1 Material Particulado (PM₁₀)

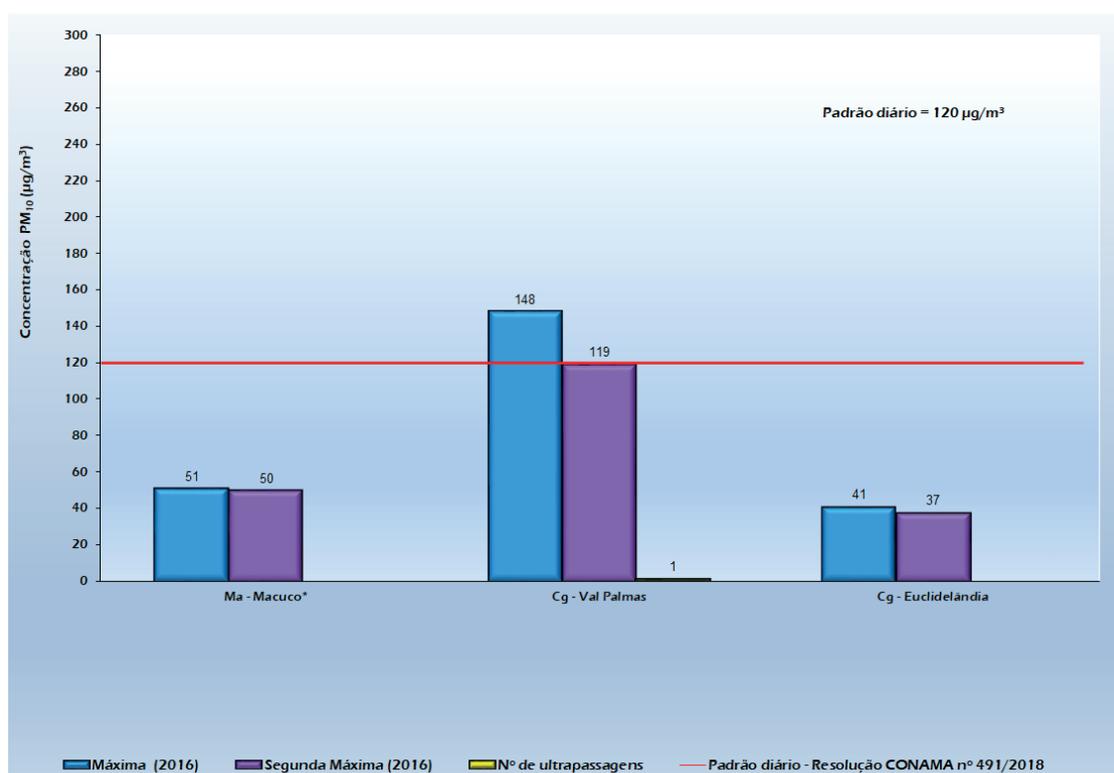
4.4.2.1.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 entre as máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 81 (rede automática).

Nota-se que apenas a estação localizada no município de Cantagalo (Cg - Val Palmas) apresentou uma violação ao padrão de qualidade do ar de curto

prazo para PM₁₀ (120 µg/m³) no período avaliado. A estação está instalada próxima à RJ-166, que recebe influência do tráfego veicular, que, por sua vez, provoca, além da emissão, a ressuspensão desse poluente.

As demais estações automáticas da RS não registraram violações ao padrão de qualidade do ar de curto prazo para PM₁₀ (120 µg/m³) no período avaliado.



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

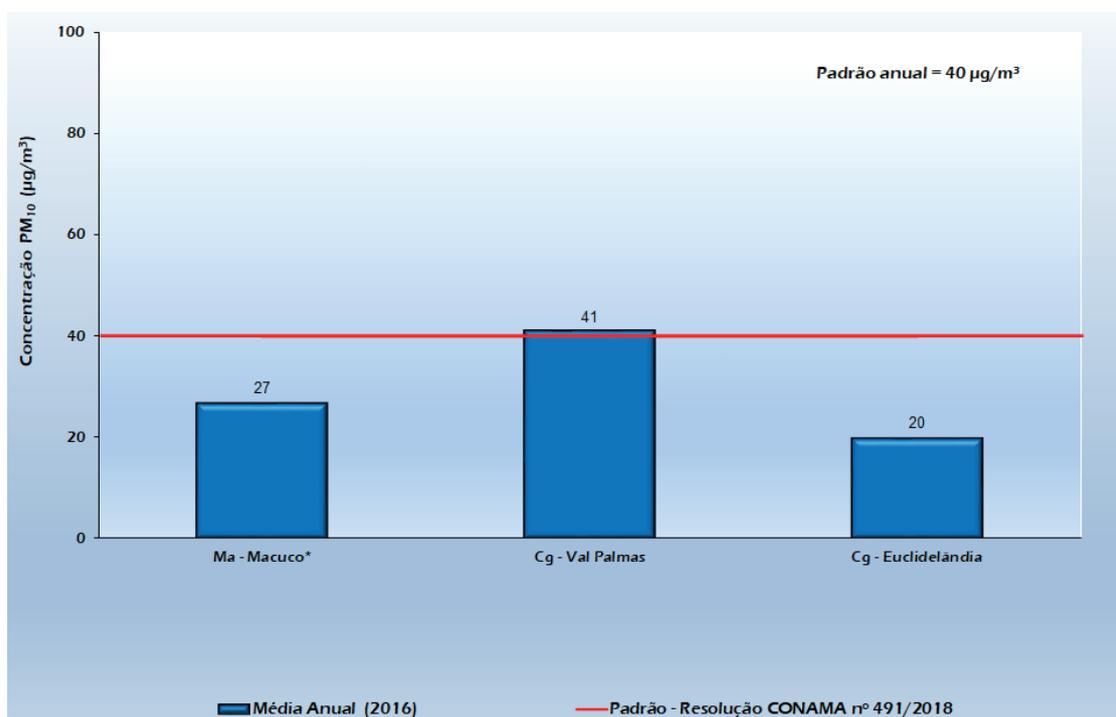
Figura 81. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.4.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações médias anuais de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 82 (rede automática).

Em relação aos resultados de longo período, apenas a estação Cg-Val Palmas registrou violação ao padrão de qualidade do ar anual (40 µg/m³) nas medições da rede automática na RS.



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

Figura 82. Concentrações médias anuais (longo período) de PM₁₀ monitoradas nas estações automáticas na RS para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.5 Região da Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro

4.5.1 Meteorologia

Na Região da Costa Verde, a estação com parâmetros meteorológicos mais próxima se localiza em Coroa Grande, Itaguaí. Essa estação teve representatividade de dados superior a 75% e foi utilizada para avaliar o comportamento da atmosfera da região no

ano de 2016. Os valores médios mensais de temperatura e umidade relativa dessa estação foram comparados com a da estação climatológica Angra dos Reis, pertencente ao INMET

4.5.1.1 Temperatura do Ar

As temperaturas médias mensais na estação Itg-Coroa Grande variaram entre 20,2°C (junho) e 27,9°C (abril). A climatologia de Angra dos Reis registrou médias mensais de temperatura entre 20°C (julho) e 26°C (fevereiro).

Em relação às temperaturas mínimas, ficaram entre 13,4°C (junho) e 21,1°C (fevereiro), enquanto as temperaturas máximas registradas variaram entre 33°C (junho) e 41,7°C (janeiro). A Figura 83 demonstra o comportamento dessa variável para as estações analisadas.

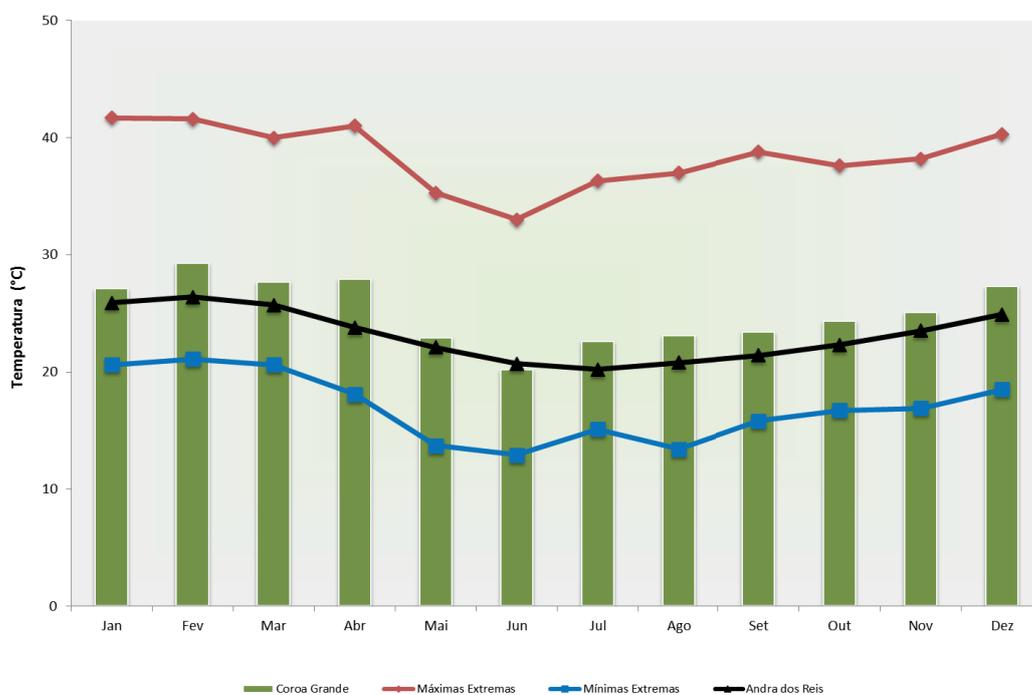


Figura 83. Médias mensais da temperatura do ar e ocorrências extremas nas estações analisadas na Região da Costa Verde

Fonte: GEAR/DISEQ

4.5.1.2 Umidade Relativa

As máximas mensais de umidade relativa estiveram entre 92% (fevereiro, março, abril, setembro, outubro e dezembro) e 94% (junho e julho), enquanto as mínimas mensais estiveram entre 19% (fevereiro e setembro) e 33% (maio e junho). As médias mensais de umidade relativa foram calculadas entre 67% (abril) e

74% (outubro e janeiro). Esses valores são inferiores à climatologia de Angra dos Reis, que apresentam médias mensais de umidade relativa entre 80% (fevereiro) e 83% (outubro). A Figura 84 demonstra o comportamento dessas variáveis para as estações analisadas.

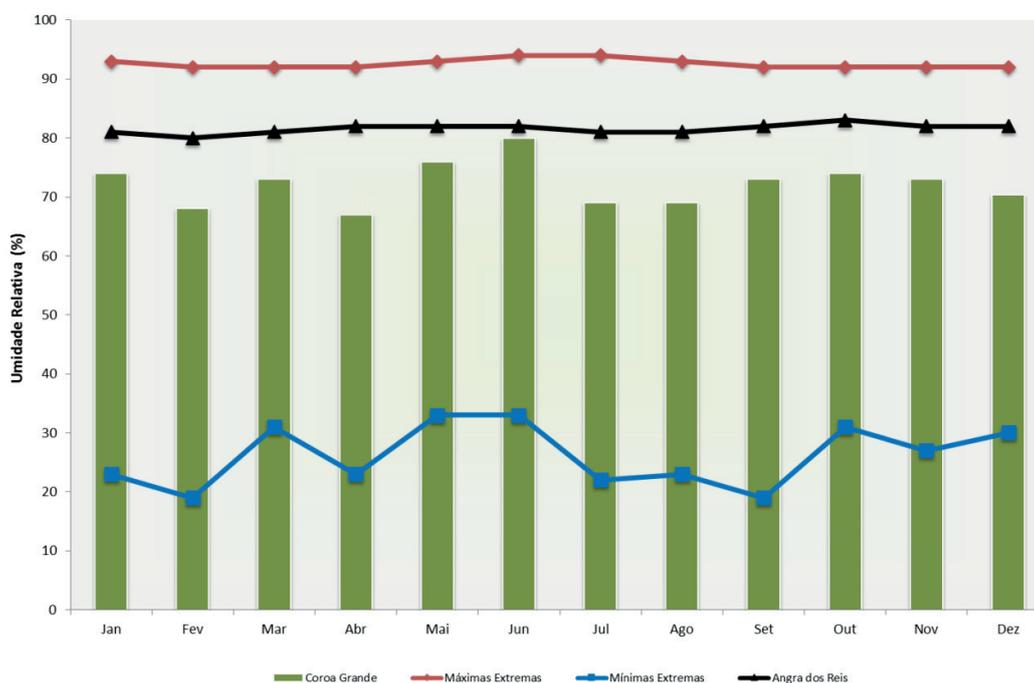


Figura 84. Umidade relativa - médias mensais e valores extremos - das estações analisadas na Região da Costa Verde

Fonte: GEAR/DISEQ

4.5.1.3 Direção e Velocidade do Vento - Rosa dos Ventos

Os dados de direção do vento da estação Itg-Coroa Grande, devido à proximidade com o oceano e com a área de serra, apresentaram significativa ocorrência de ventos moderados ao longo do ano e ocorrências consideráveis de ventos entre 7 m/s e 12 m/s, ou seja, próximos à intensidade forte. A direção dos ventos na estação Itg - Coroa Grande apresentou

grande variabilidade, tendo sido os ventos de N, SE e O os mais frequentes. Já os ventos variando entre NE e SE foram pouco observados ao longo do ano. As condições de calmarias obtiveram um mínimo na primavera (5%) e o seu máximo no outono (23,3%). A Figura 85 apresenta as rosas dos ventos para a estação.

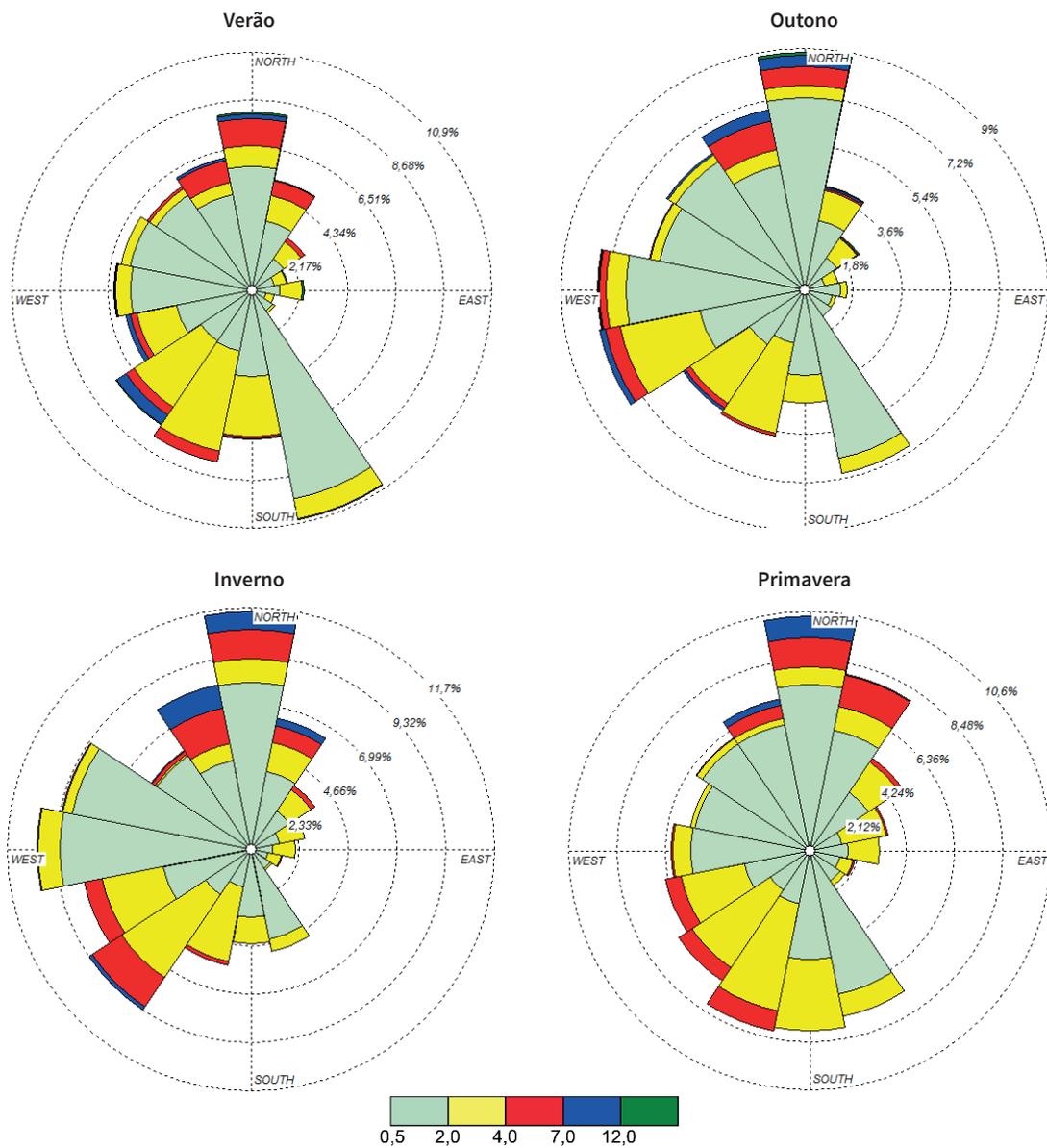


Figura 85. Rosas dos ventos sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da estação Itg - Coroa Grande. Calmarias: 14,8 % (verão), 23,3% (outono), 5,1% (inverno) e 5% (primavera)

Fonte: GEAR/DISEQ

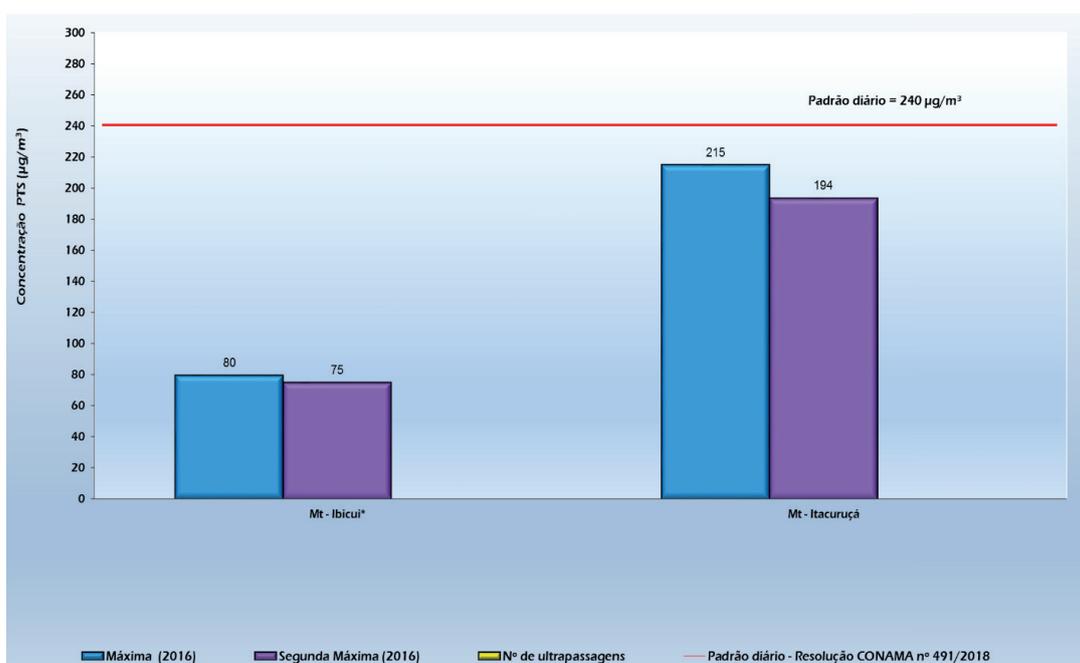
4.5.2 Qualidade do Ar

4.5.2.1 Material Particulado (PTS)

4.5.2.1.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 86 (rede automática).

Observa-se que, em 2016, o padrão de qualidade do ar para curto período de PTS ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) não foi ultrapassado nas medições da rede automática da RCV.



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

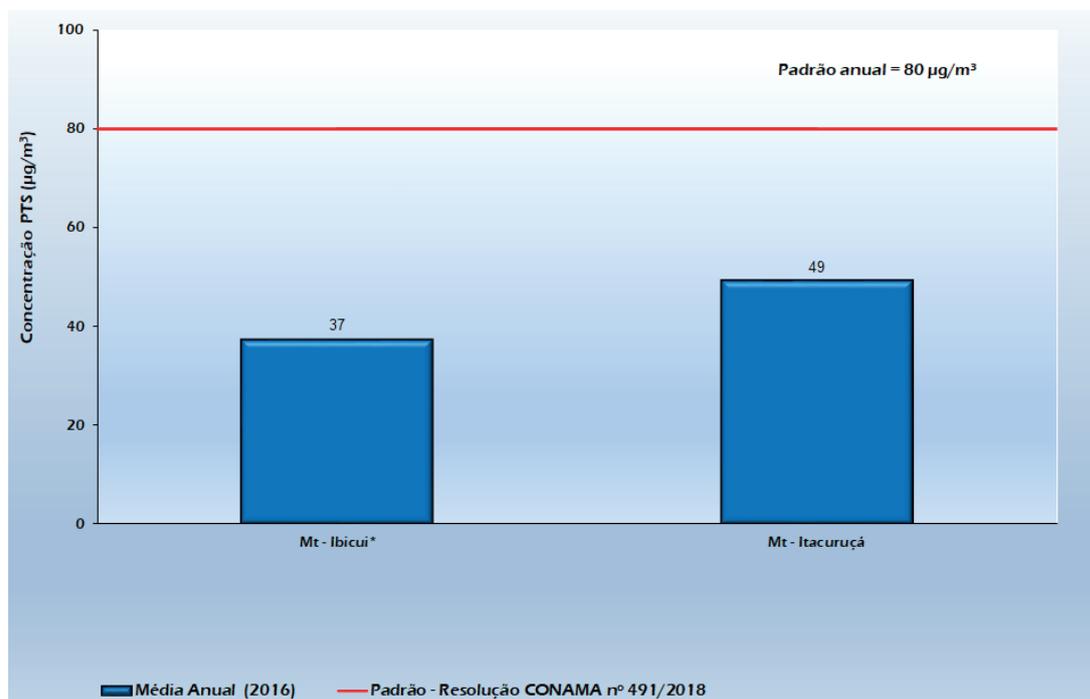
Figura 86. Máxima concentração média diária (curto período) de PTS monitorada nas estações automáticas na RCV para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.5.2.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias geométricas anuais de PTS com o padrão estabelecido

do pela legislação são apresentadas na Figura 87 (rede automática).



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

Figura 87. Concentrações médias anuais (longo período) de PTS nas estações automáticas distribuídas na RCV no ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Pode-se observar que, no ano de 2016, não foram registradas violações ao padrão de qualidade do

ar de longo período para PTS ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nas medições da rede automática na RCV.

4.5.2.2 Material Particulado (PM₁₀)

4.5.2.2.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 88 (rede automática).

Pode-se observar que, no ano em questão, não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar

para curto período de exposição (120 µg/m³) nas medições realizadas nas estações automáticas da RCV, localizadas em Mangaratiba (Mt - Itacuruçá e Mt - Ibicui).

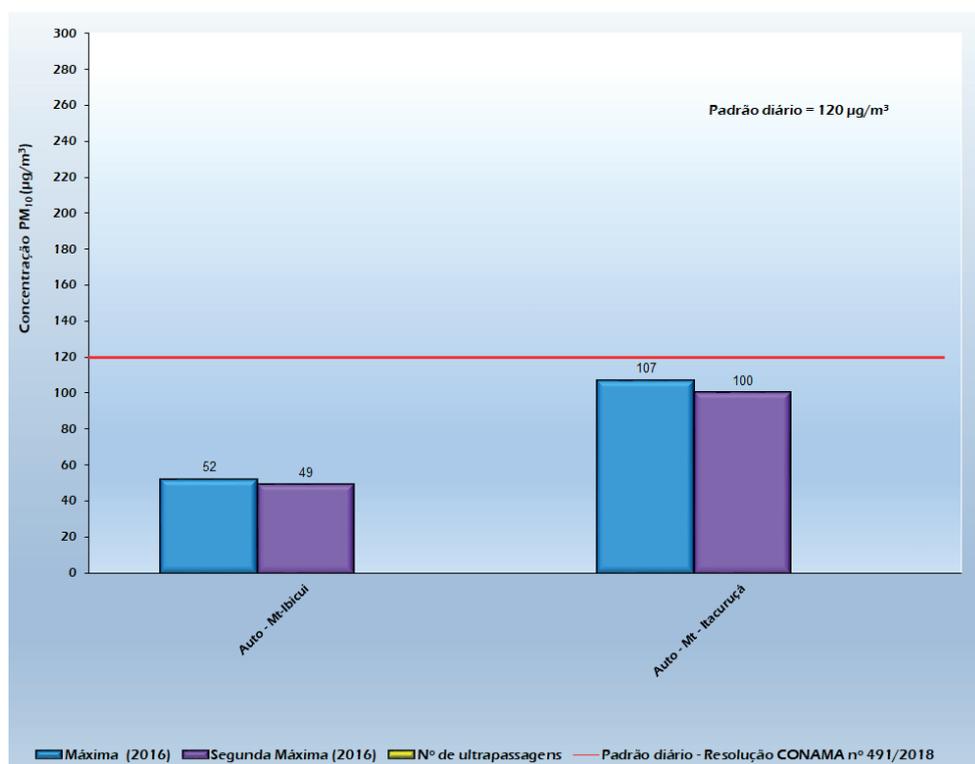


Figura 88. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas nas estações automáticas na RCV para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.5.2.2.2 Exposição de Longo Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações médias anuais de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 89 (rede automática).

Assim como foi observado nos resultados de curto período, não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar de concentração média anual (longo período) nas estações Mt - Itacuruçá e Mt - Ibicui.

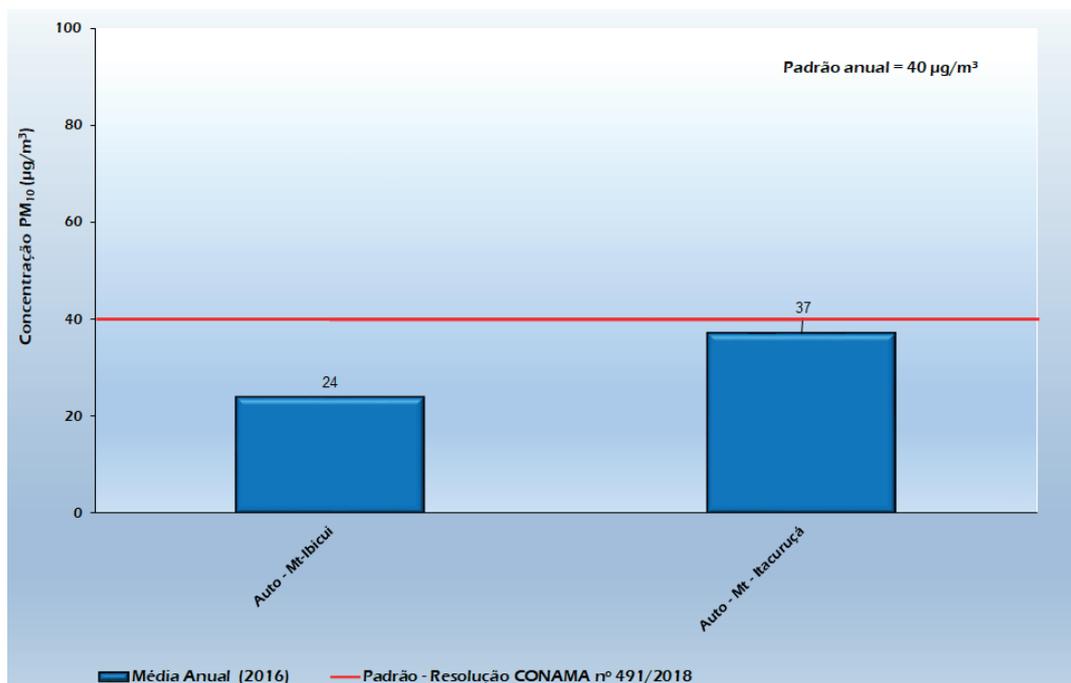


Figura 89. Concentrações médias anuais (longo período) de PM₁₀ nas estações automáticas distribuídas na RCV, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

4.5.2.3 Ozônio (O₃)

A estação automática Mt - Itacuruçá, que monitorou o parâmetro em questão durante o ano de 2016,

não obteve representatividade (Tabela 14) mínima estipulada para uso dos resultados neste relatório.

5. ESTAÇÕES OLÍMPICAS

Neste item, serão apresentados, especificamente, os resultados das estações de monitoramento da qualidade do ar instaladas na cidade do Rio de Janeiro em função do Projeto Olímpico assinado pela cidade e o Comitê Olímpico Internacional (COI). Essas estações entraram em operação com o objetivo de gerar informações a respeito do comprometimento da qualidade do ar nos pontos de competição esportiva da Rio 2016.

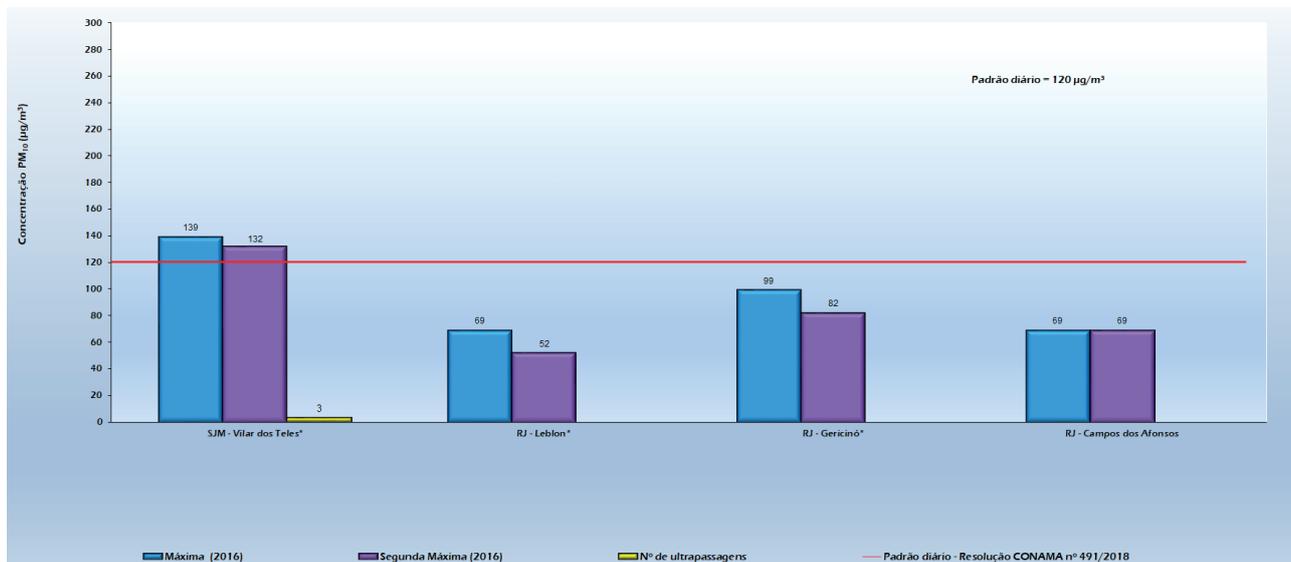
5.1 Material Particulado (PM₁₀)

5.1.1 Exposição de Curto Período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 90 (rede semiautomática).

Nos resultados obtidos pelo monitoramento realizado pelas estações olímpicas semiautomáticas, pode-se observar que na estação localizada no município de São João do Meriti (SJM - Vilar dos Teles) o

padrão de qualidade do ar de PM₁₀ (120µg/m³) foi ultrapassado três vezes no ano de 2016. A estação está instalada próxima à RJ-083, que recebe influência do tráfego veicular, que, por sua vez, provoca, além da emissão, a ressuspensão desse poluente. No entanto, essa estação não gerou um quantitativo de dados representativos estatisticamente.



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

Figura 90. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

Cabe aqui destacar que as estações olímpicas automáticas RJ - Lab. Inea e RJ - Engenhão não alcan-

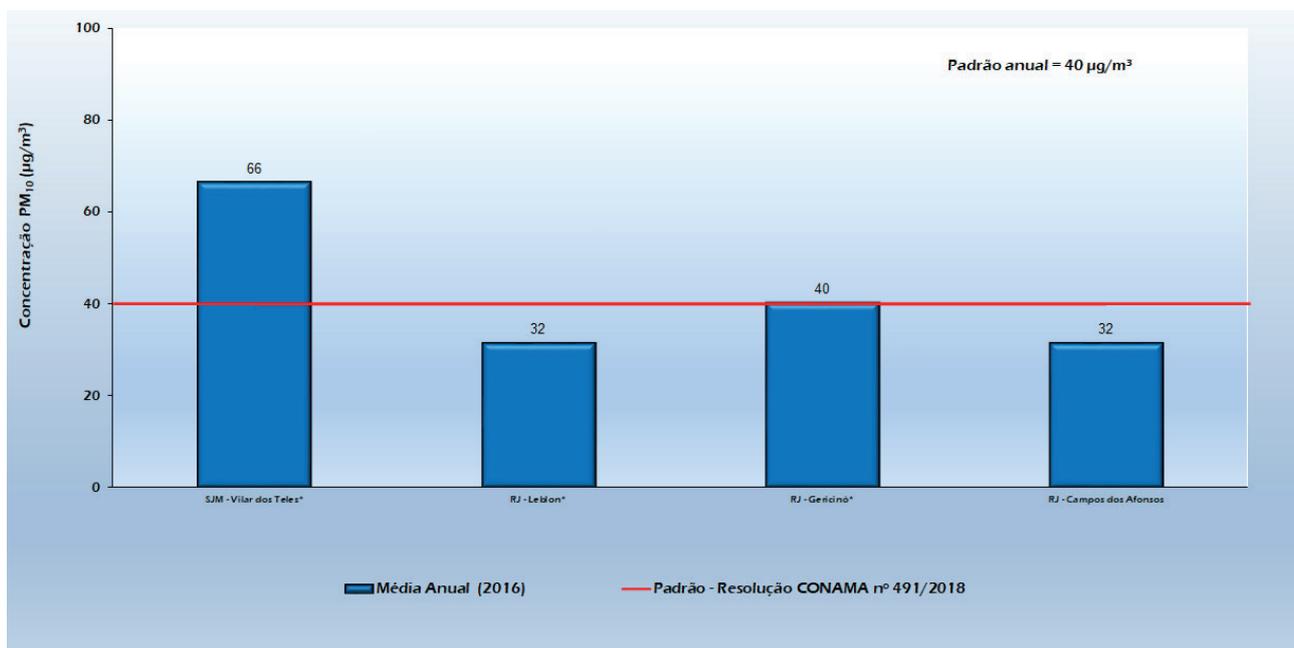
çaram a representatividade (Tabela 14) mínima estipulada para uso dos resultados neste relatório.

5.1.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de PM₁₀ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 91 (rede semiautomática).

É possível observar valores acima da concentração padrão de longo período de exposição (média

anual de 40 µg/m³) na estação localizada no município de São João do Meriti (SJM - Vilar dos Teles). O resultado da média anual SJM - Vilar do Teles era esperado, devido aos resultados relativos às concentrações médias diárias.



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

Figura 91. Concentrações médias anuais (longo período) de PM₁₀ nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

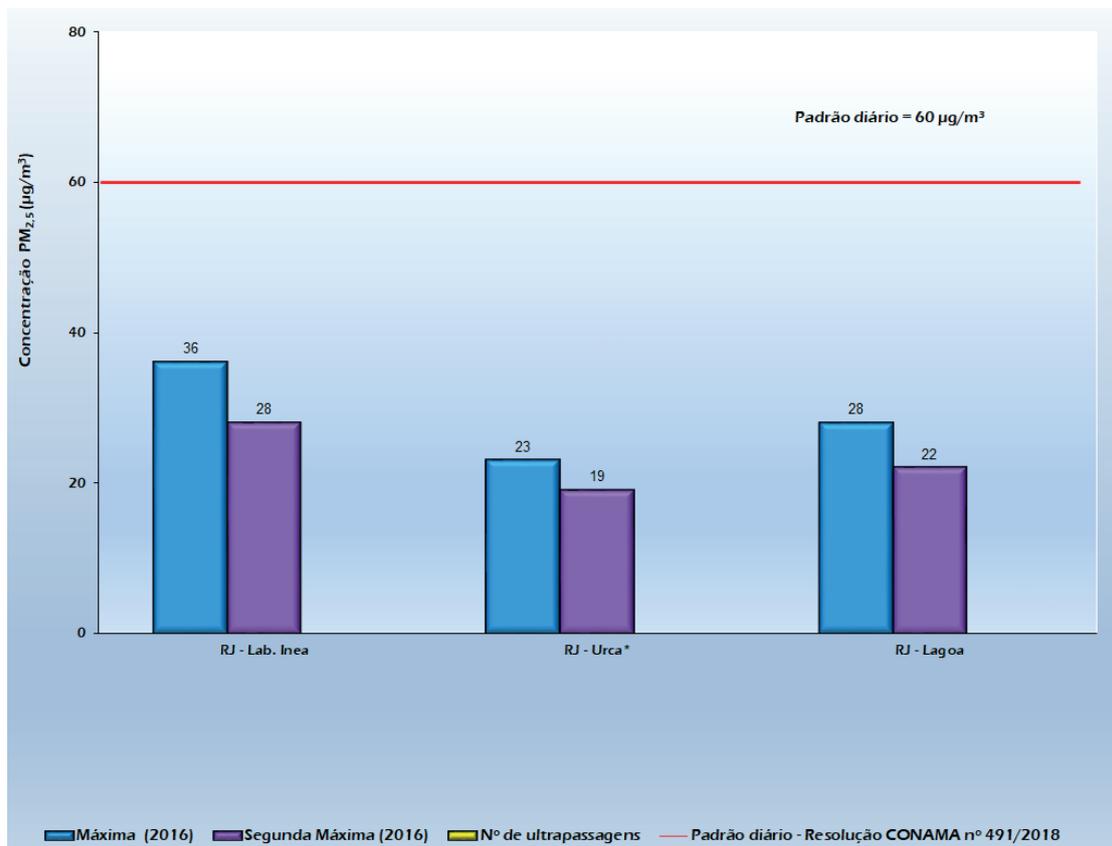
Fonte: GEAR/DISEQ

5.2 Material Particulado (PM_{2,5})

5.2.1 Exposição de Curto Período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PM_{2,5} com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 92 (rede semiautomática).

Nos resultados obtidos pelo monitoramento realizado pelas estações olímpicas semiautomáticas não foram registradas violações ao padrão de qualidade do ar de PM_{2,5} (60 µg/m³) no ano de 2016.



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

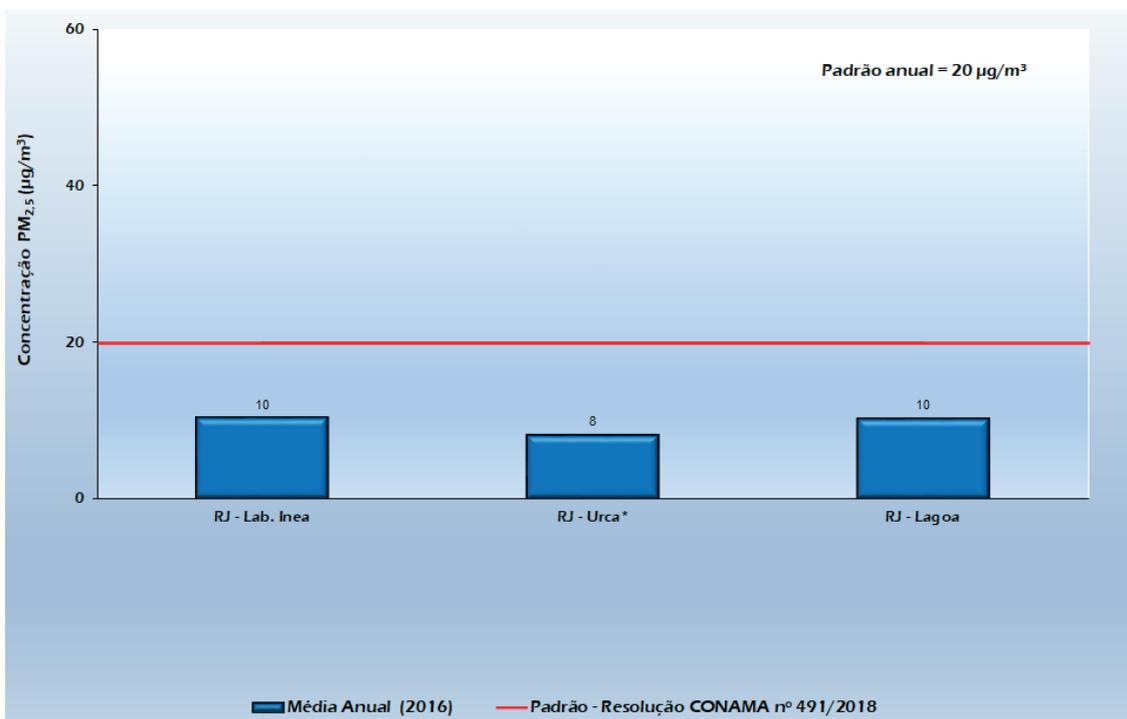
Figura 92. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM_{2,5} monitoradas nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

5.2.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de PM_{2,5} e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 93 (rede semiautomática).

Observa-se que nenhuma estação registrou ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar para PM_{2,5} (20 µg/m³).



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

Figura 93. Concentrações médias anuais (longo período) de PM_{2,5} nas estações olímpicas semiautomáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

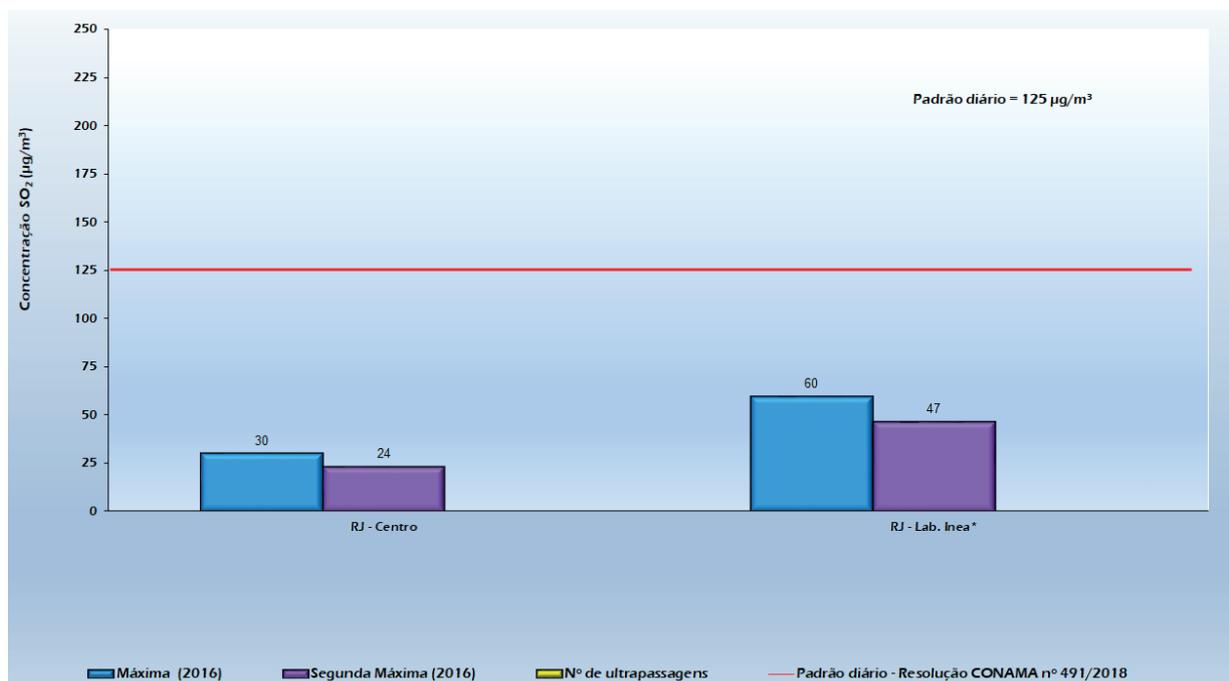
Fonte: GEAR/DISEQ

5.3 Dióxido de Enxofre (SO₂)

5.3.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 entre as máximas concentrações médias diárias de SO₂ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 94 (rede automática).

Não houve registro de violações ao padrão de qualidade do ar de SO₂ nas estações olímpicas automáticas.



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

Figura 94. Máxima concentração média diária (curto período) de SO₂ monitorada nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

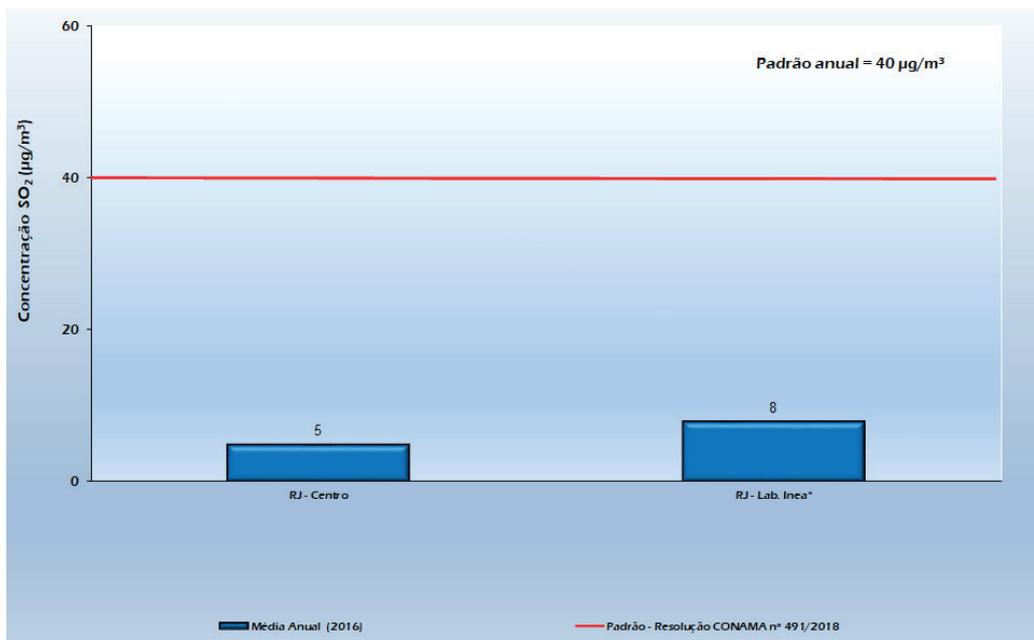
Fonte: GEAR/DISEQ

5.3.2 Exposição de Longo Período

As comparações das concentrações médias anuais de SO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 95 (rede automática).

De acordo com o esperado - em razão dos resultados obtidos na análise de curto período -, a concen-

tração média anual não ultrapassou o padrão de qualidade do ar de longo período no ano de 2016.



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

Figura 95. Concentração média anual (longo período) de SO₂ na estação olímpica automática distribuída na RMRJ, para o ano de 2016

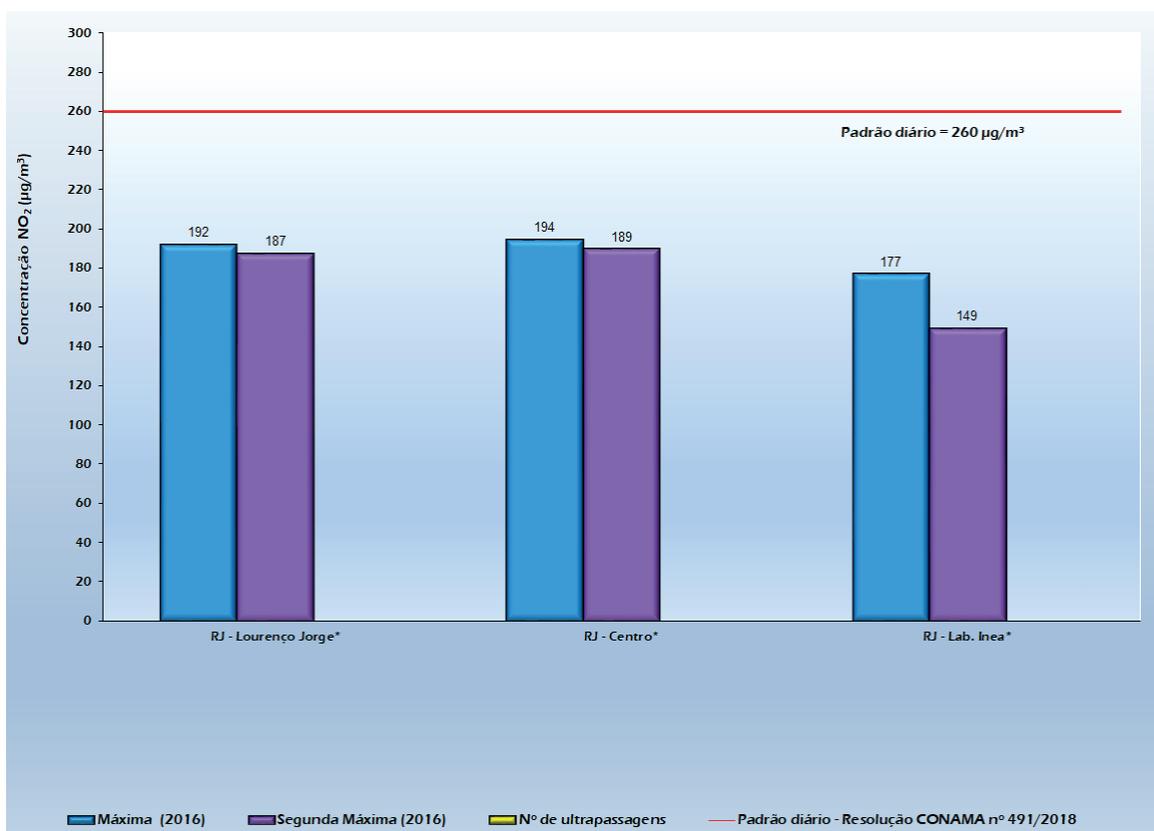
Fonte: GEAR/DISEQ

5.4 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

5.4.1 Exposição de Curto Período

As comparações das máximas concentrações horárias de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 96 (rede automática).

Observa-se que não houve ocorrência de violações ao padrão horário em nenhuma das estações analisadas em 2016.



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

Figura 96. Máximas concentrações horárias (curto período) de NO₂ monitoradas nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

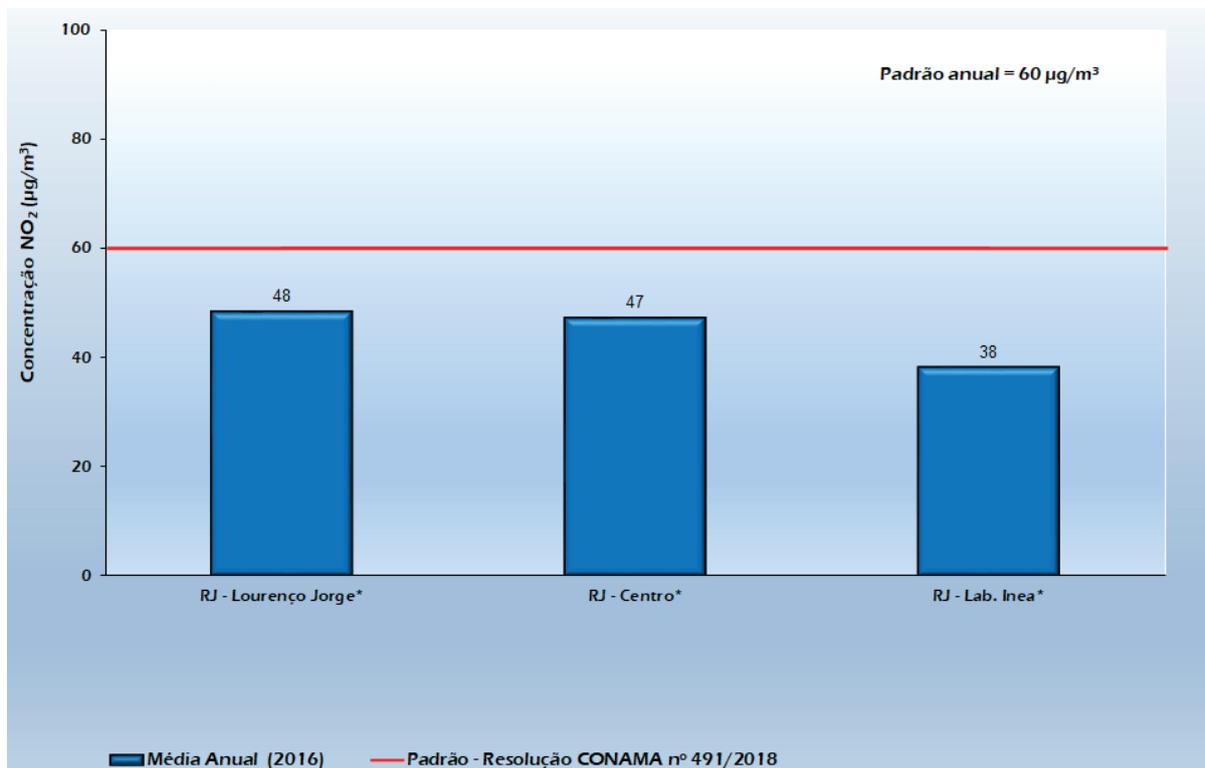
Fonte: GEAR/DISEQ

5.4.2 Exposição de Longo Período

As comparações entre as concentrações médias anuais de NO₂ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 97 (rede automática).

De acordo com os resultados de monitoramento obtidos, as regiões monitoradas encontraram-se

em conformidade com o valor padrão de qualidade do ar, não ocorrendo violações ao padrão durante o ano de 2016.



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

Figura 97. Concentrações médias anuais (longo período) de NO₂ nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

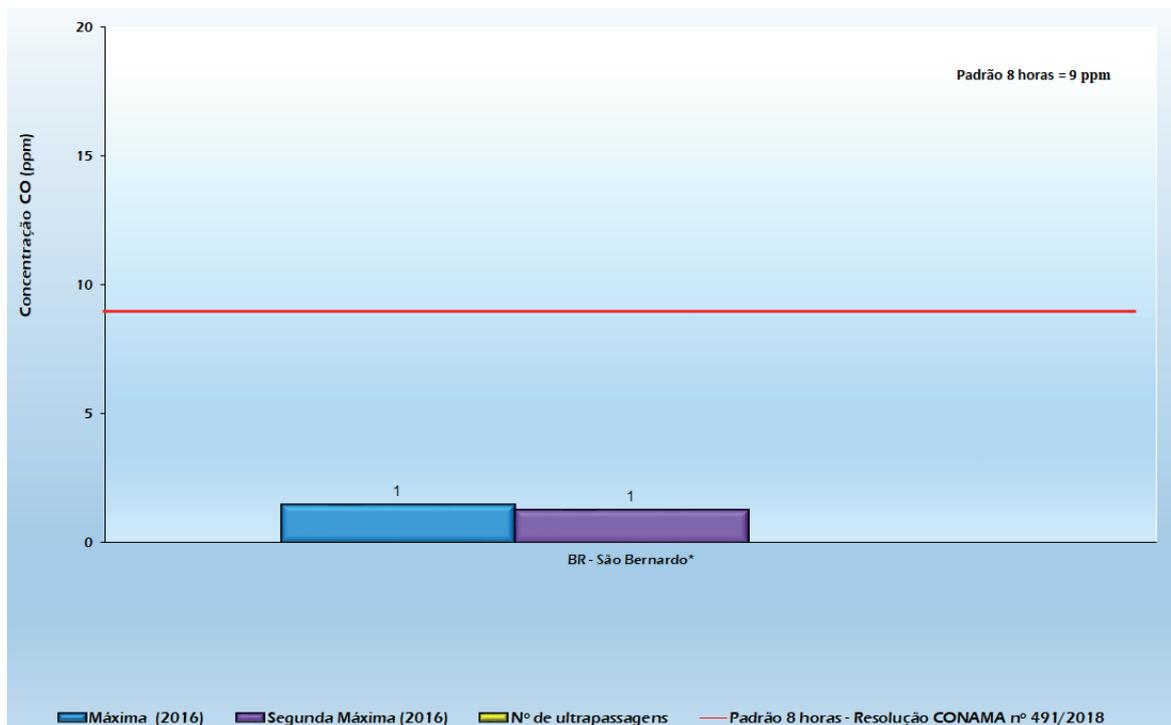
Fonte: GEAR/DISEQ

5.5 Monóxido de Carbono (CO)

5.5.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 das concentrações médias de oito horas de CO com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 98 (média de oito horas).

Nos resultados comparados dos dados de monitoramento de CO para concentração média de oito horas, verifica-se que o padrão estabelecido não foi ultrapassado no ano de 2016.



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

Figura 98. Máximas concentrações médias de oito horas monitoradas (curto período) nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

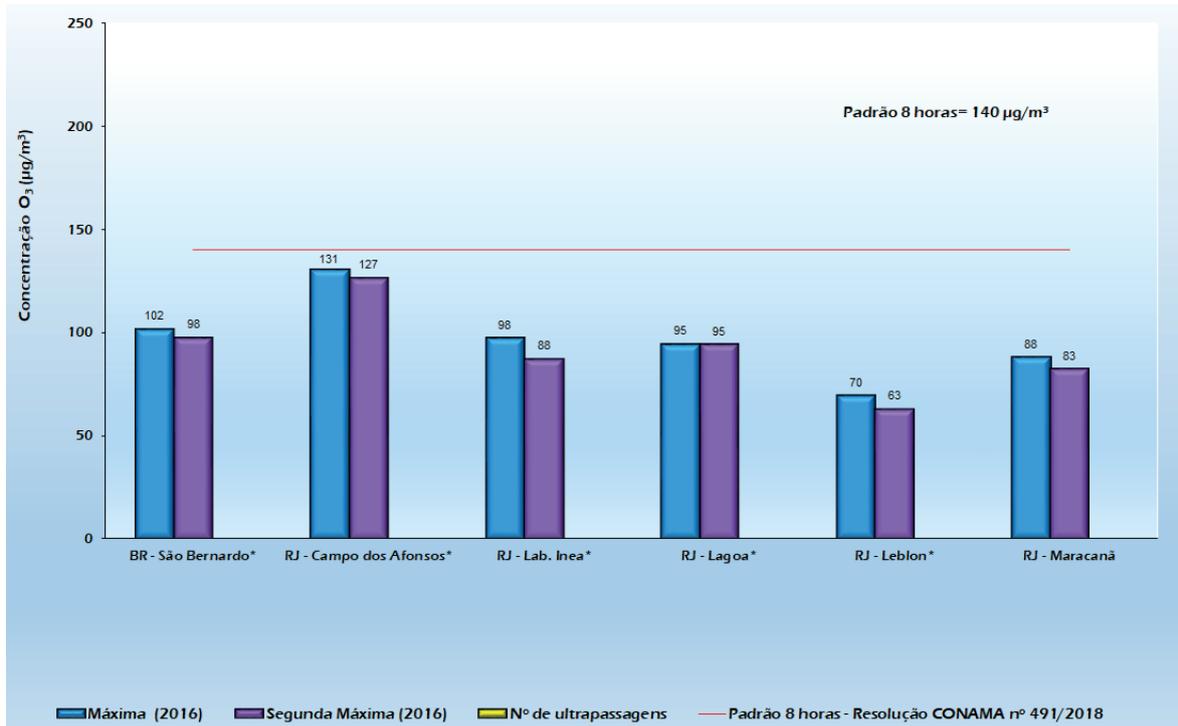
5.6 Ozônio (O₃)

5.6.1 Exposição de Curto Período

As comparações para o ano de 2016 entre as concentrações médias de 8 horas de O₃ e o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 99 (rede automática).

Nos resultados comparados dos dados de monitoramento de O₃ para concentração média de oito

horas, verifica-se que nenhuma das estações apresentou violações ao padrão estabelecido no ano de 2016. Todavia, nota-se que a maior concentração média ocorreu na estação RJ - Campo dos Afonsos, que, no entanto, não gerou um quantitativo de dados representativos estatisticamente.



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

Figura 99. Máximas concentrações médias de oito horas (curto período) de Ozônio monitoradas nas estações olímpicas automáticas distribuídas na RMRJ, para o ano de 2016

Fonte: GEAR/DISEQ

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 100 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 para as estações com as maiores concentrações apresentaram, em geral, uma queda no período de 2003 a 2006, enquanto nas demais estações houve uma maior regularidade, sem muitas variações nas concentrações. Entretanto, observa-se uma elevação das concentrações nos anos seguintes para as estações com os maiores valores de concentração, as quais voltam a apresentar uma tendência de queda nos anos de 2010 a 2013. Nas

demais estações, o que se percebeu foi um pequeno incremento nesses últimos anos. Nos anos de 2015 e 2016, observa-se que existe uma menor quantidade de estações e que as concentrações foram menores em comparação ao ano anterior. Nota-se, também, em 2016, que apenas a estação RJ-Benfica atingiu dados quantitativamente representativos.

Conforme observado, as estações semiautomáticas da RMRJ apresentaram valores de concentração que violaram o limite do padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para o parâmetro PTS. As concentrações de PTS que

mais violaram o padrão foram observadas nas estações BR-Secretaria de Transporte, SG - Prefeitura, RJ - Castelo, RJ - Benfica e SC - Conjunto Alvorada. Nesse período, a RMRJ apresentou um crescimento imobiliário expressivo, que impactou diretamente o número de obras civis e, conseqüentemente, contribuiu para 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 naquelas regiões, o que proporciona a ressuspensão de partículas, e à queima de lixo a céu aberto. Além disso, desde 2008, toda a RMRJ vinha sendo alvo de uma série de obras civis, devido ao crescimento da região como um todo; à intensificação das obras relacionadas ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do Governo Federal; ao avanço do setor imobiliário; e à preparação da cidade do Rio de Janeiro para a realização de grandes eventos esportivos internacionais. Atividades desenvolvidas por empreendimentos durante a etapa de obras civis são também fontes potenciais que contribuem

para o aumento dos poluentes atmosféricos, principalmente dos materiais particulados.

A Figura 101 ilustra o comportamento das concentrações de PTS medidas pela rede automática, implantada no ano de 2009. As estações de Santa Cruz mostraram um comportamento crescente de concentrações médias anuais de PTS de 2009 a 2012. No entanto, a partir de 2013, a estação SC - Adalgisa Nery registrou decréscimo nas concentrações médias. Já a estação SC - Largo do Bodegão apresentou concentração igual ao padrão estabelecido no ano de 2013. Em 2014, houve redução na concentração; em 2015, o padrão anual estabelecido de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para PTS foi violado; e, em 2016, o valor apresentou um novo decréscimo.

Por outro lado, a estação de Itaguaí (Itg - Monte Serrat), em 2013, demonstrou uma queda desse parâmetro, que tornou a aumentar em 2014 e, em 2015 e 2016, voltou a apresentar pequena queda. Em 2014, iniciou-se o monitoramento da estação Itg - Coroa Grande, que apresentou comportamento decrescente a estável desde a sua instalação.

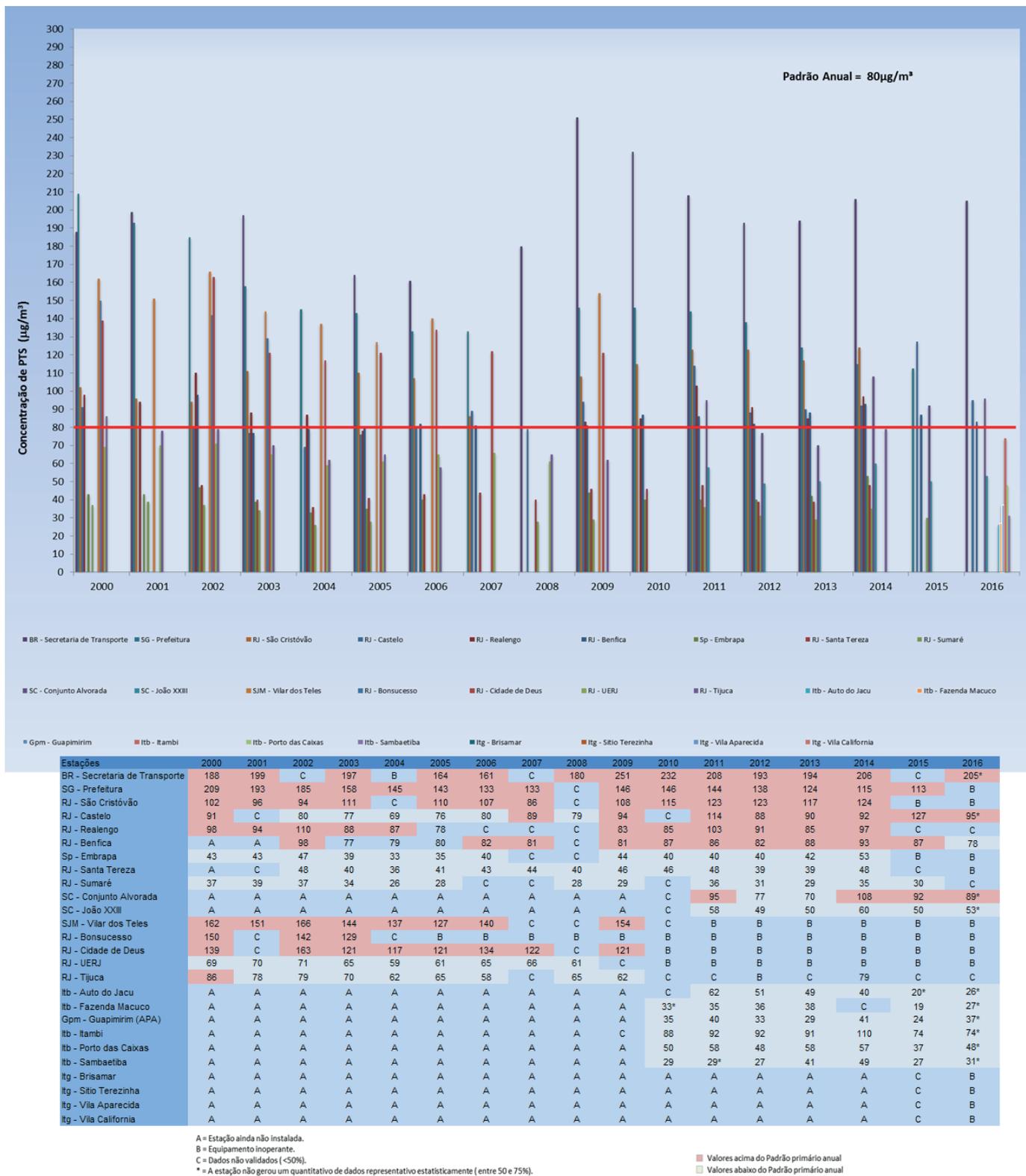


Figura 100. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMRJ

Fonte: GEAR/DISEQ



Figura 101. Evolução anual de PTS para a rede automática na RMRJ

Fonte: GEAR/DISEQ

6.1.2 Evolução das concentrações de Material Particulado (PM₁₀) nos últimos anos

A Figura 102 apresenta o comportamento das concentrações médias anuais de PM₁₀ da rede semiautomática ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de PM₁₀ registrados nos municípios da RMRJ apresentam, em geral, uma tendência de queda no período de 2003 a 2009, enquanto, nos anos de 2010 e 2011, observa-se um aumento das concentrações, seguido de um novo decréscimo de 2012 a 2016. Por outro lado, as estações consideradas pelo INEA como branco³ (Sp - Embrapa e RJ - Sumaré) apresentam um comportamento estável, com pequenas flutuações.

Nota-se que grande parte das estações da RMRJ apresentam valores de concentração que violam o limite do padrão primário anual de PM₁₀ estabelecido pela legislação ambiental vigente (40 µg/m³). As principais violações ao padrão de PM₁₀ foram observadas nas estações SJM - Vilar dos Teles, RJ - Cidade de Deus, NI - Monteiro Lobato e RJ - Bonsucesso.

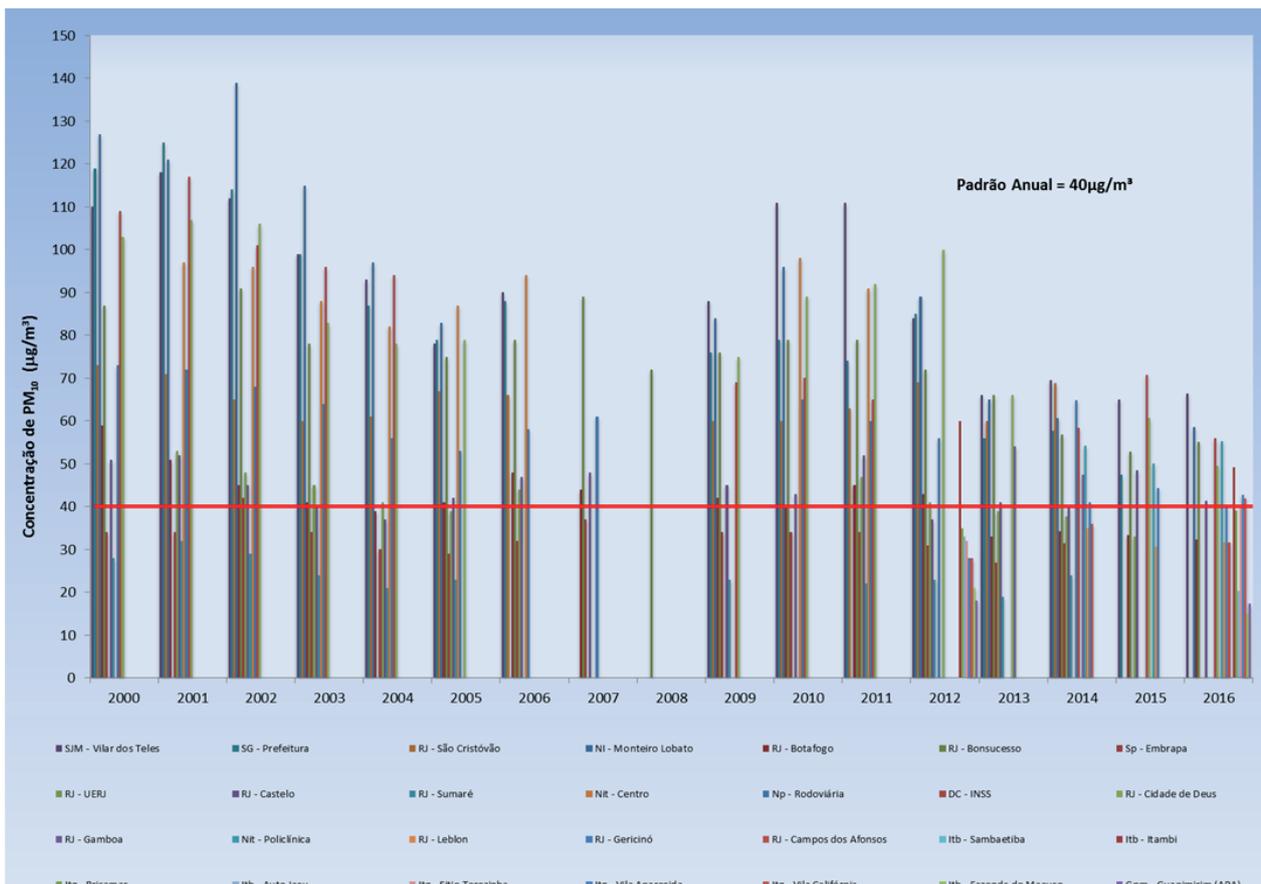
Historicamente, as altas concentrações de PM₁₀ têm sido atribuídas ao crescimento das regiões do Estado como um todo, ao grande volume de obras civis e ao intensivo crescimento da frota veicular. Além disso, as atividades desenvolvidas por empreendi-

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

mentos durante obras civis são fontes potenciais que contribuem para o aumento da emissão de partículas para a atmosfera, assim como o incremento da frota veicular, que no município do Rio de Janeiro aumentou cerca de 65% nos últimos dez anos, sendo esta cidade responsável por aproximadamente 50% da frota do ERJ (IBGE, 2020)

A Figura 103 ilustra o comportamento das concentrações médias anuais de PM_{10} da rede automática ao longo dos últimos anos. Conforme se pode observar, as estações da rede automática na RMRJ apresentam valores de concentração que violam o limite do padrão primário anual. Os maiores valores de concentrações de PM_{10} com violação de padrão foram observados nas estações localizadas no município de Duque de Caxias (DC - Campos Elíseos, DC - Jardim Primavera e DC - São Bento), que apresentaram valo-

res mais elevados nos anos de 2013 e 2014. No entanto, as mesmas demonstram, em geral, uma tendência de decréscimo, com pequenas flutuações nas concentrações de PM_{10} nos últimos anos. Esse perfil está associado tanto à presença de vias de grande circulação de veículos, especialmente os pesados, tais como a Rodovia Presidente Dutra e a Washington Luiz, quanto à influência do Polo Petroquímico de Campos Elíseos. As estações localizadas em Santa Cruz (SC - Adalgisa Nery e SC - Largo do Bodegão) também apresentaram uma leve tendência de aumento das concentrações, possivelmente associado à queima incompleta de combustíveis por parte das indústrias localizadas no Distrito Industrial de Santa Cruz e ao aumento do fluxo veicular associado à implantação da atividade siderúrgica e às ampliações dos diversos terminais portuários da região de Santa Cruz e Itaguaí.



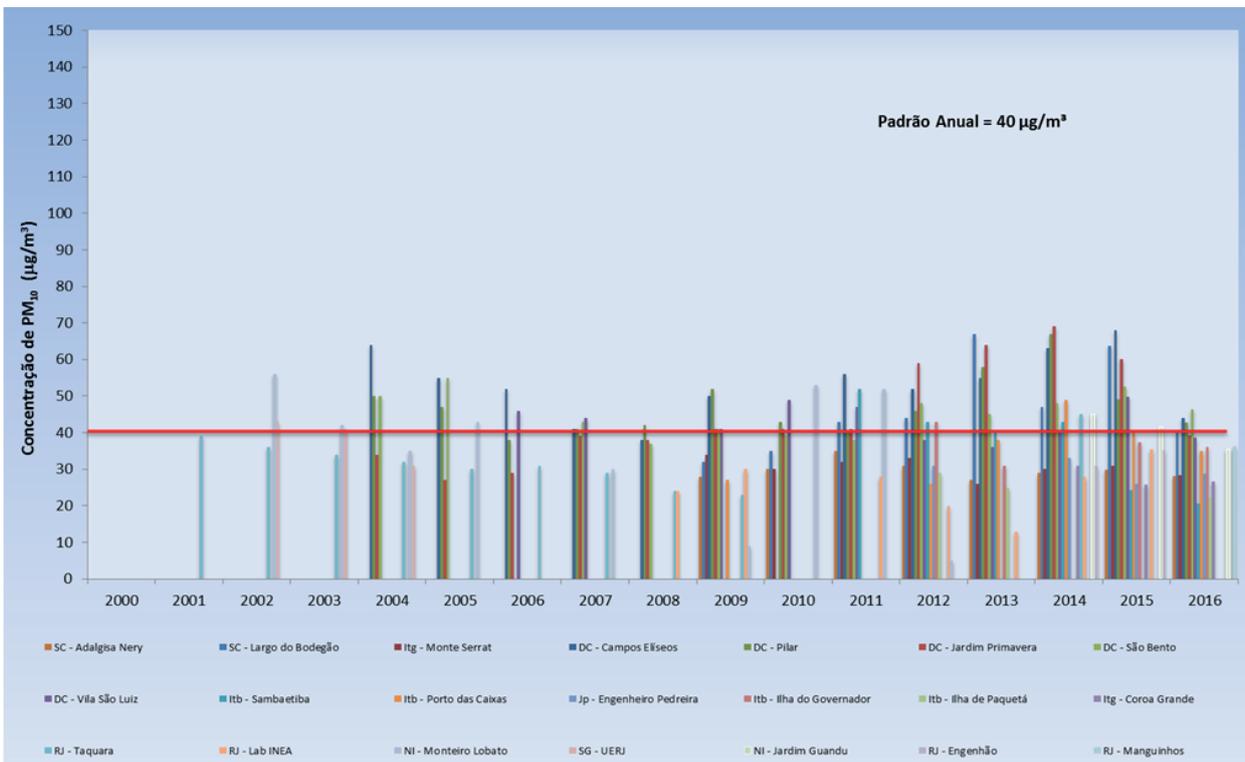
Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
SJM - Vilar dos Teles	110	118	112	99	93	78	90	C	C	C	88	111	111	84	66	70	65	66*
SG - Prefeitura	119	125	114	99	87	79	88	C	C	C	76	79	74	85	56	58	47	C
RJ - São Cristóvão	73	71	65	60	61	67	66	C	C	C	60	60	63	69	60	69	C	B
NI - Monteiro Lobato	127	121	139	115	97	83	C	C	C	C	84	96	C	89	65	61	C	59*
RJ - Botafogo	59	51	45	41	39	41	48	44	C	C	42	40	45	43	33	34	33	32
RJ - Bonsucesso	87	C	91	78	C	75	79	89	72	76	79	79	72	66	57	53	55	
Sp - Embrapa	34	34	42	34	30	29	32	37	C	C	34	34	34	31	27	31	B	B
RJ - UERJ	C	53	48	45	41	39	44	C	C	C	C	47	41	39	38	33	C	
RJ - Castelo	51	52	45	40	37	42	47	48	C	C	45	43	52	37	41	40	48	41*
RJ - Sumaré	28	32	29	24	21	23	C	C	C	C	23	C	22	23	19	24	C	C
Nit - Centro	C	97	96	88	82	87	94	C	C	C	C	98	91	C	B	B	B	B
Np - Rodoviária	73	72	68	64	56	53	58	61	C	C	C	65	60	56	C	B	B	B
DC - INSS	109	117	101	96	94	C	B	C	C	C	69	70	65	C	C	65	71	56*
RJ - Cidade de Deus	103	107	106	83	78	79	B	C	C	C	75	89	92	100	66	58	61	50*
RJ - Gamboa	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	54	47	C	B
Nit - Policlínica	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	54	50	55*
RJ - Leblon	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	35	31	32*
RJ - Gericinó	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	41	44	40*
RJ - Campos dos Afonsos	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	36	C	32
Itb - Sambaetiba	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	75	A	A	C	B	B	B
Itb - Itambi	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	46	56	60	69	54	35	49*
Itg - Brisamar	C	50	47	48	C	46*	53	55	32	38	44*	35*	35	28	33	25*	39*	
Itb - Auto Jacu	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	50	33	27	22	12	20*	
Itg - Sítio Terezinha	A	A	A	C	C	44*	51	49	31	31	44	31*	32	25	28	23*	40*	
Itg - Vila Aparecida	A	A	A	C	C	30*	28	36	29	36	34	32*	28	28	27	23*	43*	
Itg - Vila Califórnia	C	41	43	39	C	32*	34	33	27	29	33	33*	28	25	29	23*	42*	
Itb - Fazenda do Macuco	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	23*	25	18	17	19	9	15*
Gpm - Guapimirim (APA)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	23	22	16	17	20	11	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 102. Evolução anual de PM₁₀ para a rede semiautomática na RMRJ

Fonte: GEAR/DISEQ



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
SC - Adalgisa Nery	A	A	A	A	A	A	A	A	C	28	30	35	31	27	29	30	28*
SC - Largo do Bodegão	A	A	A	A	A	A	A	A	C	32	35	43	44	67	47	64	40
Itg - Monte Serrat	A	A	A	A	A	A	A	A	C	34	30	32	33	26	30	31	28
DC - Campos Eliseos	A	A	A	A	64	55	52	41	38	50	C	56*	52	55*	63	68	44
DC - Pilar	A	A	A	A	50	47	38	41	42	52	43	40	46*	58*	67	49	43
DC - Jardim Primavera	A	A	A	A	34	27	29	39	38	41*	41	41*	59	64	69	60	39
DC - São Bento	A	A	A	A	50	55	C	43	37	41	39	38*	48	45	48	53	46
DC - Vila São Luiz	A	A	A	A	A	A	46*	44	C	41	49*	47	38*	36*	40	50	39*
Itb - Sambaetiba	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	52*	43	40*	43	24	21
Itb - Porto das Caixas	A	A	A	A	A	A	A	A	A	27*	C	C	26*	38	49	40	35
Jp - Engenheiro Pedreira	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	31	C	33	26	29
Itb - Ilha do Governador	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	43	31	C	37	36
Itb - Ilha de Paquetá	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	29	25	C	C	22*
Itg - Coroa Grande	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	31	26	27
Sp - Piranema	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	B	C	C	C	B	3	C
RJ - Taquara	C	39	36	34	32	30	31*	29	24*	23*	C	C	C	C	45	C	B
RJ - Lab INEA	A	A	A	A	A	A	B	B	24*	30*	C	28*	20*	13	28	35	C
NI - Monteiro Lobato	C	C	56	42*	35	43	C	30*	C	9*	53	52*	5*	C	B	B	B
SG - UERJ	A	A	43	41	31	C	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B
NI - Jardim Guandu	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	45*	42	35
RJ - Engenheiro	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	31*	35	C
RJ - Manguinhos	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	36*

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 103. Evolução anual de PM₁₀ para a rede automática na RMRJ

Fonte: GEAR/DISEQ

6.1.3 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) nos últimos anos

A Figura 104 ilustra o comportamento das concentrações anuais de SO₂ ao longo dos anos. Verifica-se que, com a alteração do padrão de qualidade do ar anual de 80 µg/m³ para 40 µg/m³, os valores observados nos municípios da RMRJ violaram esse padrão duas vezes: uma em 2007 e outra em 2011. As atividades desenvolvidas por empreendimentos industriais são fontes potenciais que contribuem para o aumento da emissão de SO₂. Segundo o inventário de fontes de emissão do ERJ (FEEMA, 2004), as fontes fixas são responsáveis por aproximadamente 88% das emissões de SO₂, sendo os setores petroquímico, de geração de energia e de cerâmica os maiores emissores.

Na tendência apresentada, é possível observar, para a estação DC - Campos Elíseos, um perfil de valores mais altos de 2004 a 2007, ano este em que o novo

padrão é violado. Nos anos seguintes, há uma tendência de queda. 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 estação DC - Vila São Luiz no ano de 2011.

A redução das concentrações de dióxidos de enxofre ao longo dos anos se deve, principalmente, à instituição do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) pela Resolução CONAMA n° 18/1986, que, com base em melhorias na concepção tecnológica de motores no aprimoramento dos sistemas de controle de emissões veiculares, determinou uma redução gradativa do teor de enxofre nos combustíveis, diminuindo o teor de enxofre no diesel de 500 ppm (S-500) em 2006 para 10 ppm (S-10) em 2013.

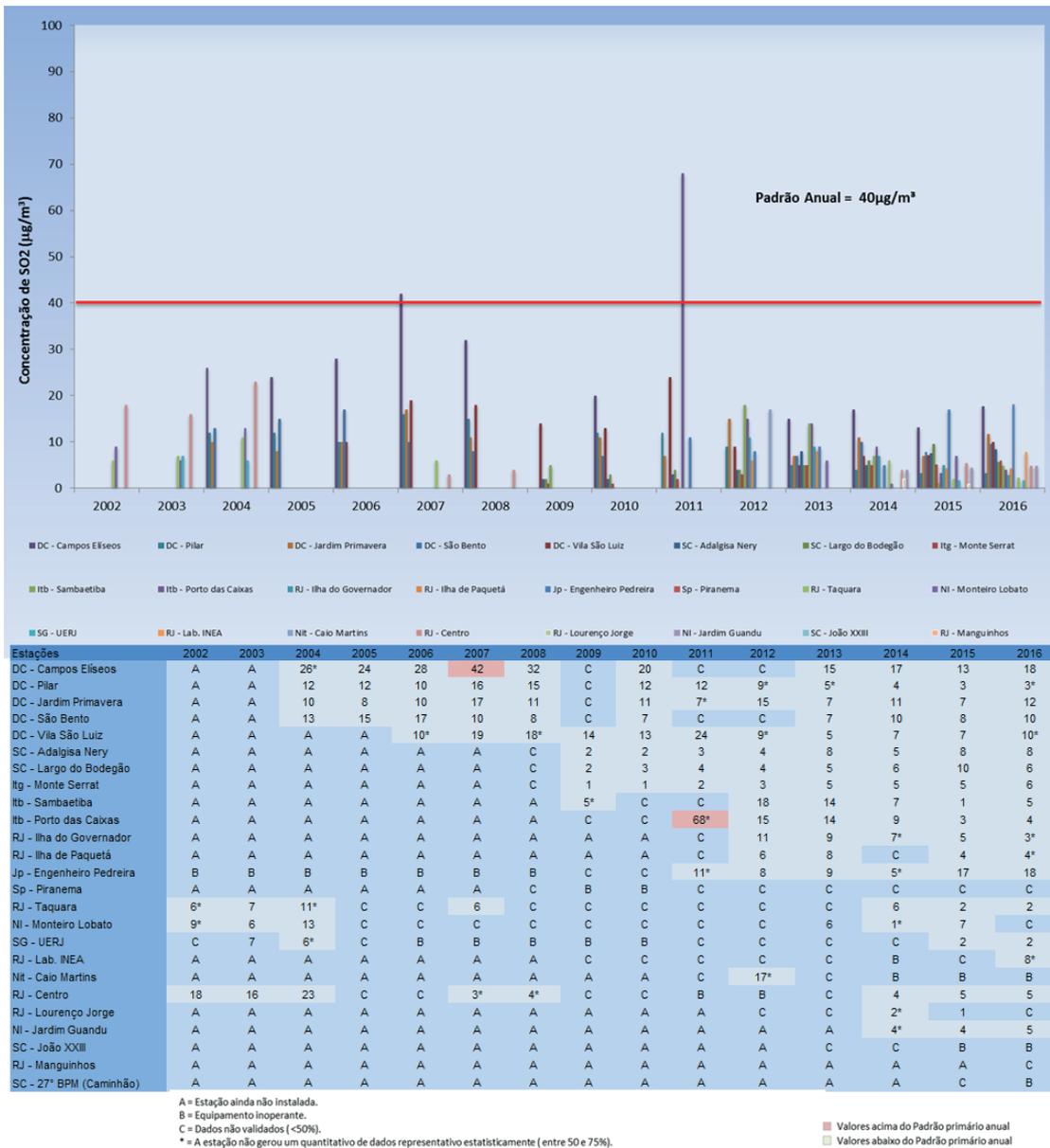


Figura 104. Evolução anual de SO₂ para a rede automática na RMRJ

Fonte: GEAR/DISEQ

6.1.4 Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio nos últimos anos

A Figura 105 ilustra o comportamento das concentrações de NO₂ ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de NO₂ registrados nos municípios da RMRJ não violaram o limite do padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (60 µg/m³), com exceção da estação RJ-Taquara no ano 2008. Para este poluente e, de uma forma geral, para os óxidos de nitrogênio (NO_x), fontes

fixas (atividades industriais) e fontes móveis (veículos automotores) apresentaram potencial contribuição para o aumento da emissão de NO₂. Segundo o inventário de fontes de emissão do ERJ (FEEMA, 2004), as fontes fixas são responsáveis por cerca de 23% das emissões desse poluente na atmosfera, enquanto fontes móveis são responsáveis por cerca de 75% das emissões de NO_x.

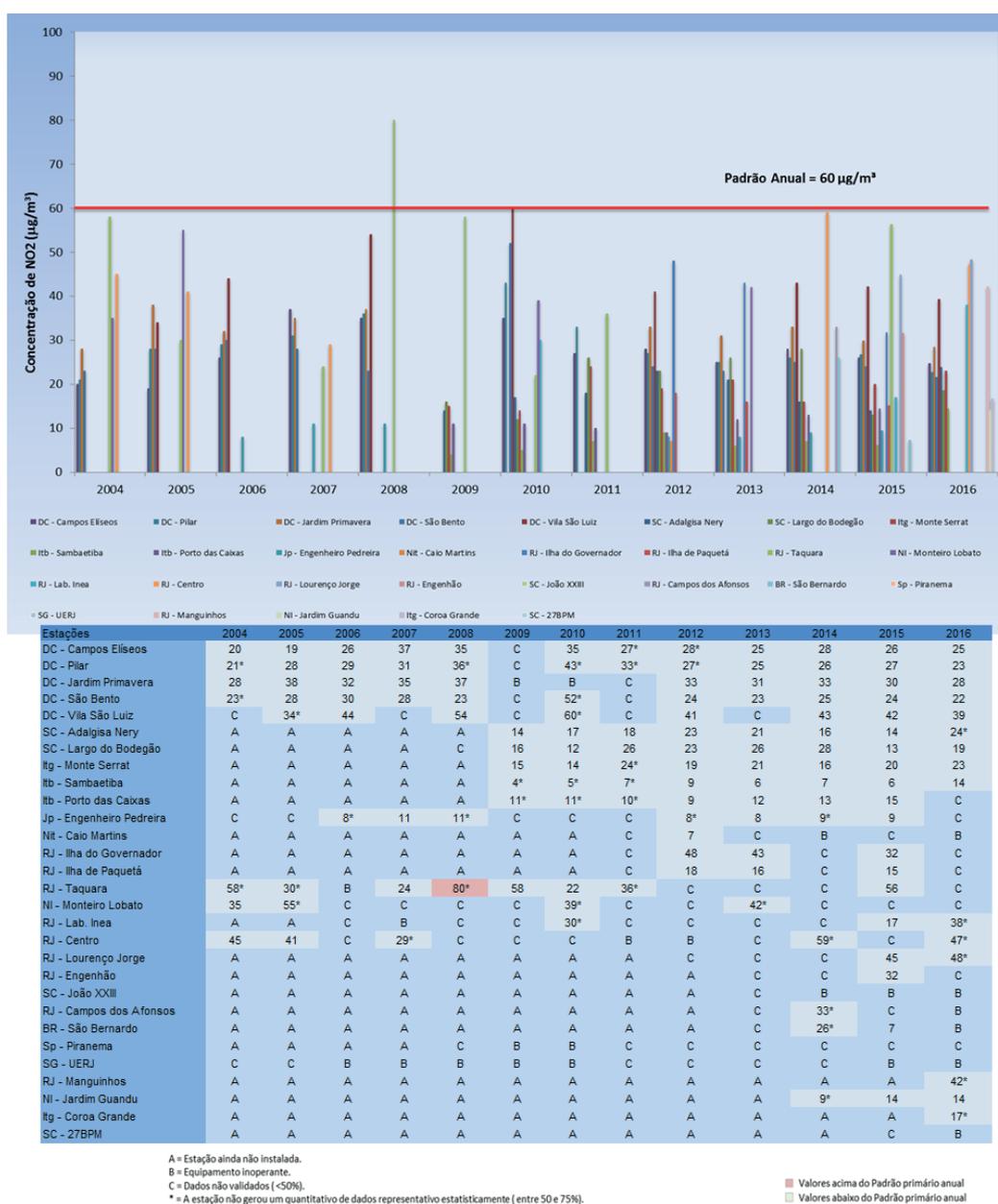


Figura 105. Evolução anual de NO₂ para a rede automática na RMRJ

Fonte: GEAR/DISEQ

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 106 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 decréscimo nos últimos anos em algumas estações.

Historicamente, a RMP não registra muitas violações ao padrão de qualidade do ar anual de PTS. No entanto, os valores persistentemente elevados de concentração calculados devem-se à influência do principal eixo de ligação entre Rio de Janeiro e 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 (construção civil, montadoras de veículos etc.) e um aumento na quantidade de vias não pavimentadas, podendo estas serem caracterizadas como potenciais fontes do aumento da concentração de poluentes particulados.

Como se pode observar, as estações da RMP, especialmente de 2007 a 2014, apresentam valores de concentração que violam o limite do padrão anual es-

tabelecido pela legislação ambiental vigente ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o parâmetro PTS. Os maiores valores de concentrações de PTS em 2016 foram observados nas estações localizadas em Volta Redonda, mas não houve violação ao padrão estabelecido.

A Figura 107 ilustra o comportamento das concentrações de PTS da rede automática. Verifica-se que os valores médios anuais de PTS registrados nos municípios da RMP apresentaram-se estáveis. Apenas duas estações apresentaram violação de padrão nos últimos 11 anos de monitoramento: BM - Sesi, de 2004 a 2008, e BM - Boa Sorte, nos anos de 2010, 2011, 2013 e 2014. Vale ressaltar que algumas dessas violações não apresentaram quantitativo estatístico representativo. Nota-se, também, que, nos anos de 2012 e 2014, houve um decréscimo na concentração desse poluente, com exceção da estação BM - Boa Sorte, nos anos de 2013 e 2014, quando houve um aumento chegando a violar o padrão de qualidade do ar para este poluente. Entretanto, em 2015 e 2016, não houve violação de PTS em nenhuma estação.

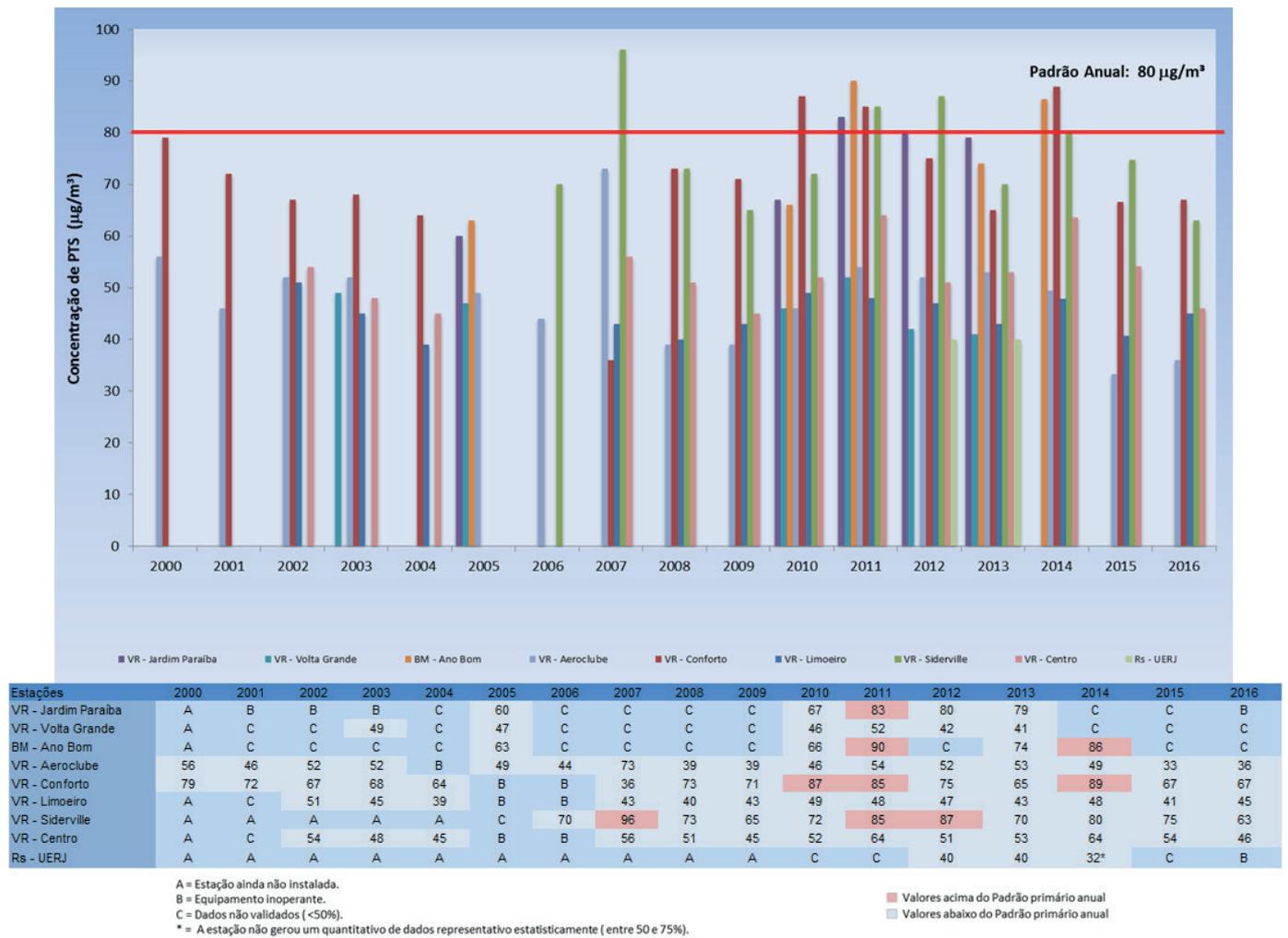
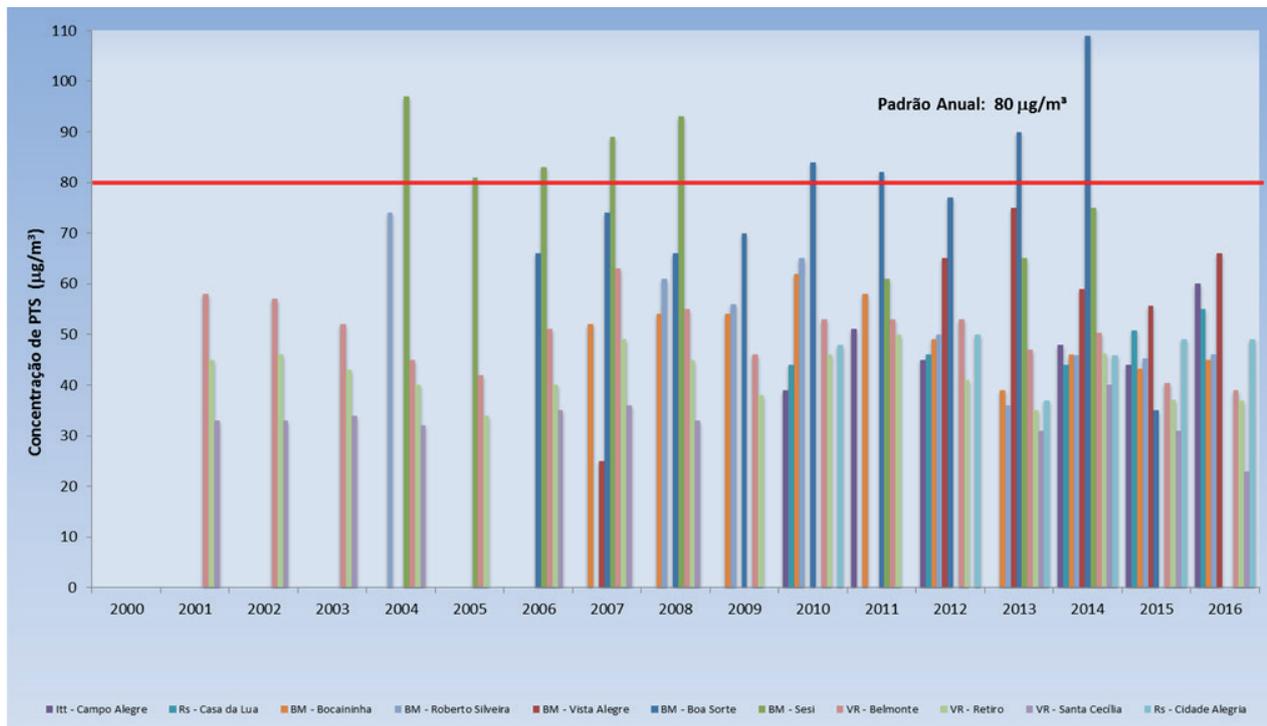


Figura 106. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RMP

Fonte: GEAR/DISEQ



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Itt - Campo Alegre	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	39	51	45*	C	48*	44	60
Rs - Casa da Lua	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	44	C	46	C	44*	51	55
BM - Bocaininha	A	A	A	A	C	C	C	52*	54	54	62	58	49*	39*	46	43	45
BM - Roberto Silveira	A	A	A	A	74*	C	C	C	61	56	65*	C	50	36*	46	45	46*
BM - Vista Alegre	A	A	A	A	C	C	C	25*	C	C	C	C	65	75	59*	56	66
BM - Boa Sorte	A	A	A	A	A	C	66	74	66	70	84	82*	77*	90	109*	35*	C
BM - Sesi	A	A	A	A	97*	81	83	89	93	C	B	61*	C	65*	75*	C	C
VR - Belmonte	C	58	57	52	45*	42	51	63	55	46	53	53*	53	47	50	40	39
VR - Retiro	C	45	46	43	40	34	40	49	45	38*	46*	50	41	35	46	37	37
VR - Santa Cecília	C	33	33	34	32	C	35*	36	33	C	B	B	B	31*	40*	31	23
Rs - Cidade Alegria	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	48*	C	50	37	46	49	49

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 PTS para a rede automática na RMP

Fonte: GEAR/DISEQ

6.2.2 Evolução das concentrações de Material Particulado (PM₁₀) nos últimos anos

A Figura 108 ilustra o comportamento das concentrações de PM₁₀ da rede semiautomática ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de PM₁₀ registrados nos municípios da RMP apresentaram-se, em geral, estáveis, com um aumento da concentração no ano de 2007, em Volta Redonda (VR - Conforto e VR - Sidervile), e no ano de 2011, registrado pela estação VR - Sidervile.

Historicamente, a RMP não apresenta grandes problemas quanto ao poluente PM₁₀. 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 para o aumento da concentração de PM₁₀. Além disso, a região está sujeita à influência do principal eixo de ligação entre Rio de Janeiro e São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra, bem como da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

Conforme pode-se observar, as estações semiautomáticas da RMP apresentaram poucos valores de concentração que violaram o limite do padrão pri-

mário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (40 µg/m³) para o parâmetro PM₁₀. Destaca-se que, nos anos de 2015 e 2016, não só não foram registradas violações ao padrão, como houve um decréscimo em todas estações.

A Figura 109 ilustra o comportamento das concentrações de PM₁₀ da rede automática. Verifica-se que os valores médios anuais de PM₁₀ registrados nos municípios da RMP apresentaram-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 15 anos de monitoramento: BM - Vista Alegre (2004, 2006 e 2007) e BM - Sesi (2004, 2005, 2007, 2011, 2014 e 2015). Destaca-se que algumas dessas violações não apresentaram quantitativo estatístico representativo.

Vale ressaltar que, no ano de 2016, não houve violação ao padrão vigente. Essa mesma tendência foi observada para o parâmetro PTS.

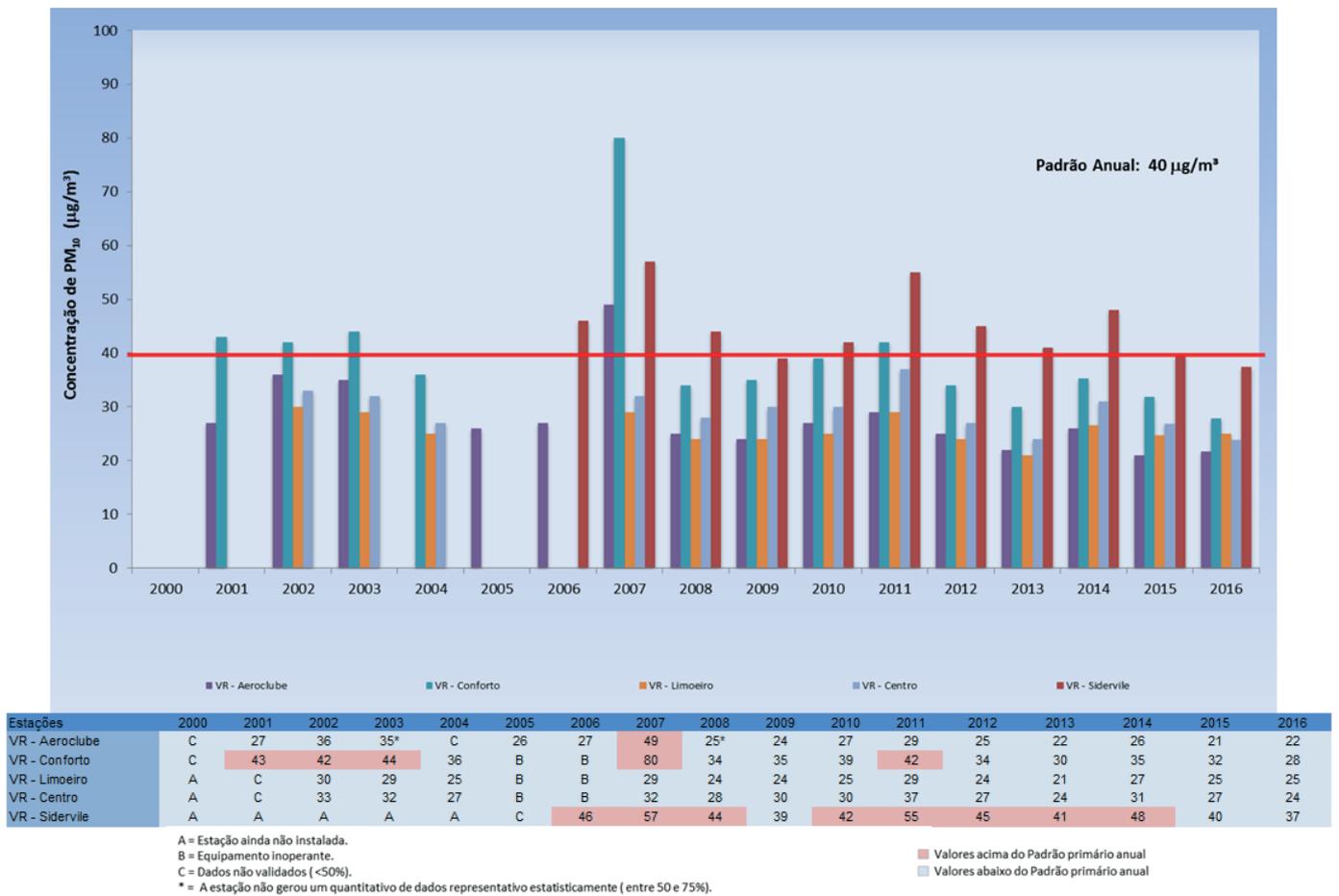


Figura 108. Evolução anual de PM₁₀ para a rede semiautomática na RMP

Fonte: GEAR/DISEQ



Estações	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Itt - Campo alegre	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	30	38	33	27	24*	27	28
Rs - Casa da Lua	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	33	36*	25	C	39*	25	34
Rs - Cidade Alegria	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	36*	43	29	23	29	25	35
BM - Bocaininha	A	A	A	A	39*	35*	C	38*	30	32	39	36	28*	26*	31	31	31
BM - Roberto Silveira	A	A	A	A	42*	C	C	41	40	36	42	C	25*	25*	24	32	40*
BM - Vista Alegre	A	A	A	A	54*	C	50*	51*	46	C	42	C	C	33*	35*	34	34
BM - Boa Sorte	A	A	A	A	A	C	42	42	36	34	36	37*	24*	26*	36	C	C
BM - Sesi	A	A	A	A	56*	51	49	55	48	C	B	67*	C	C	62*	55*	C
VR - Belmonte	C	41	43	40	34*	33	37	45	38	35	40	44*	41	36	38	34	31
VR - Retiro	C	32*	33	31	28	27	27	35	31	25*	32*	34	29	25	33	29	27
VR - Santa Cecília*	C	27	27	27	25	24	27	31	27	24	27	25	24	22	26	25	C
PR - Porto Real	37	40	C	37*	B	B	B	B	25*	24	30	33	26*	23*	17	12*	10
Qt - Bom Retiro	32	34*	28*	31	B	B	B	C	C	20	22	25	26	24	27	24*	15

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 109. Evolução anual de PM₁₀ para a rede automática na RMP

Fonte: GEAR/DISEQ

6.2.3 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) nos últimos anos

A Figura 110 ilustra o comportamento das concentrações de SO₂ ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de SO₂ registrados nos municípios da RMP após a restrição do padrão anual (40 µg/m³) violaram uma vez o limite anual. Foi em 2014, na estação Rs - Cidade Alegria. Atividades industriais na região são apontadas como fontes potenciais que contribuem para o aumento da concentração de SO₂ no ar, tendo destaque os setores de geração de energia e de cerâmica.

Conforme demonstrado pelas concentrações de SO₂ dos últimos anos, é possível verificar uma tendência de queda no valor médio anual na estação localizada em Porto Real (PR - Porto Real). A concentração mais alta em todos esses anos ocorreu em Resende (Rs - Cidade Alegria), em 2014, que também registrou as maiores concentrações em 2012, 2015 e 2016. Além disso, a estação VR-Belmonte apresentou concentração média alta em 2009.

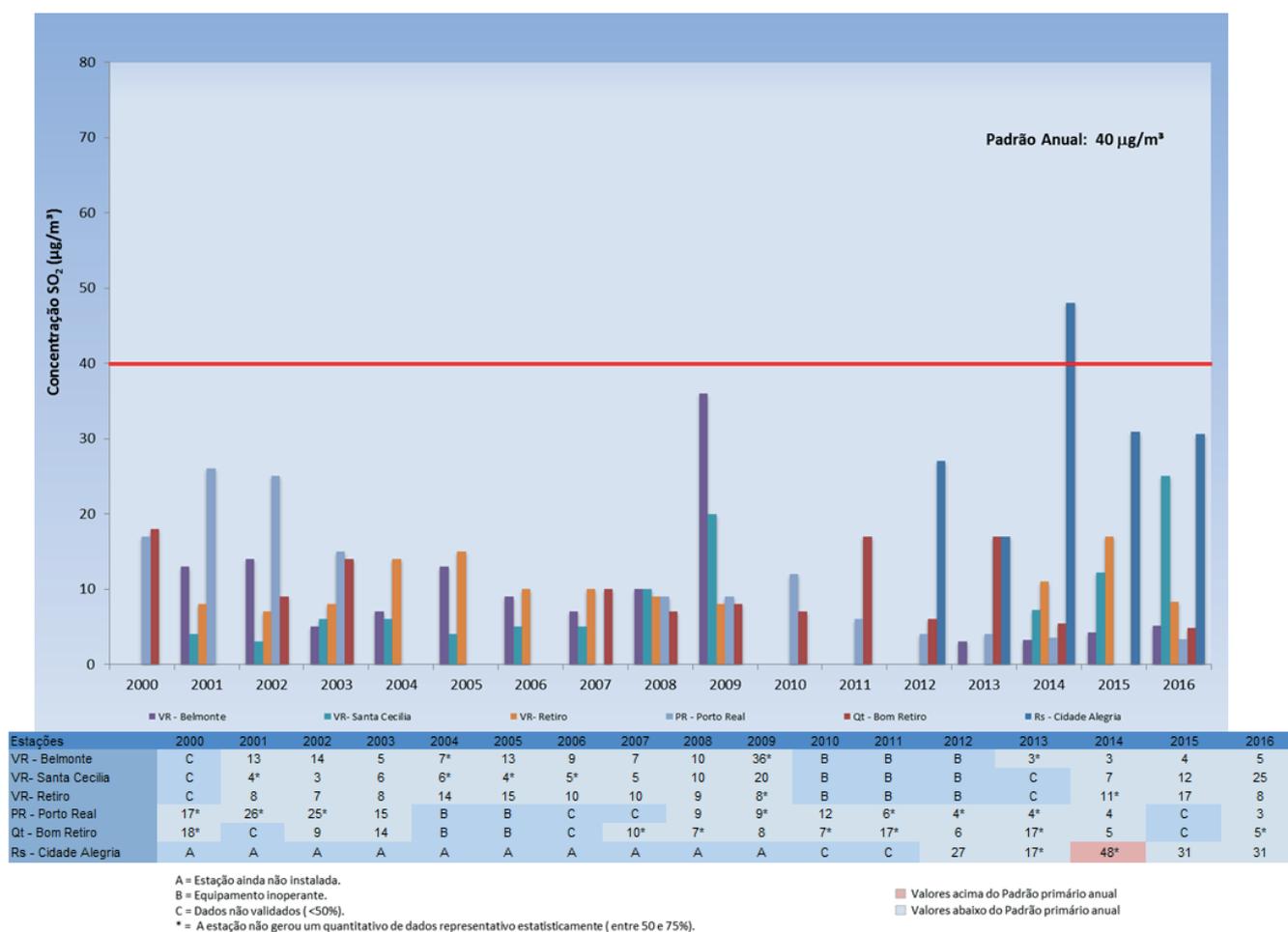


Figura 110. Evolução anual de SO₂ para a rede automática na RMP

Fonte: GEAR/DISEQ

6.2.4 Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) nos últimos anos

A Figura 111 ilustra o comportamento das concentrações anuais de NO₂ ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de NO₂ registrados nos municípios da RMP não violaram o limite do padrão anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (60 µg/m³). Para esse poluente e, de uma forma geral, para os óxidos de nitrogênio (NO_x), atividades associadas a fontes fixas (atividades industriais) e a fontes mó-

veis (veículos automotores) são potenciais contribuintes para o aumento das concentrações de NO₂ no ar.

Conforme demonstrado pelas concentrações de NO₂ 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 NO₂ não estão apresentados devido à quantidade insuficiente de dados gerados.

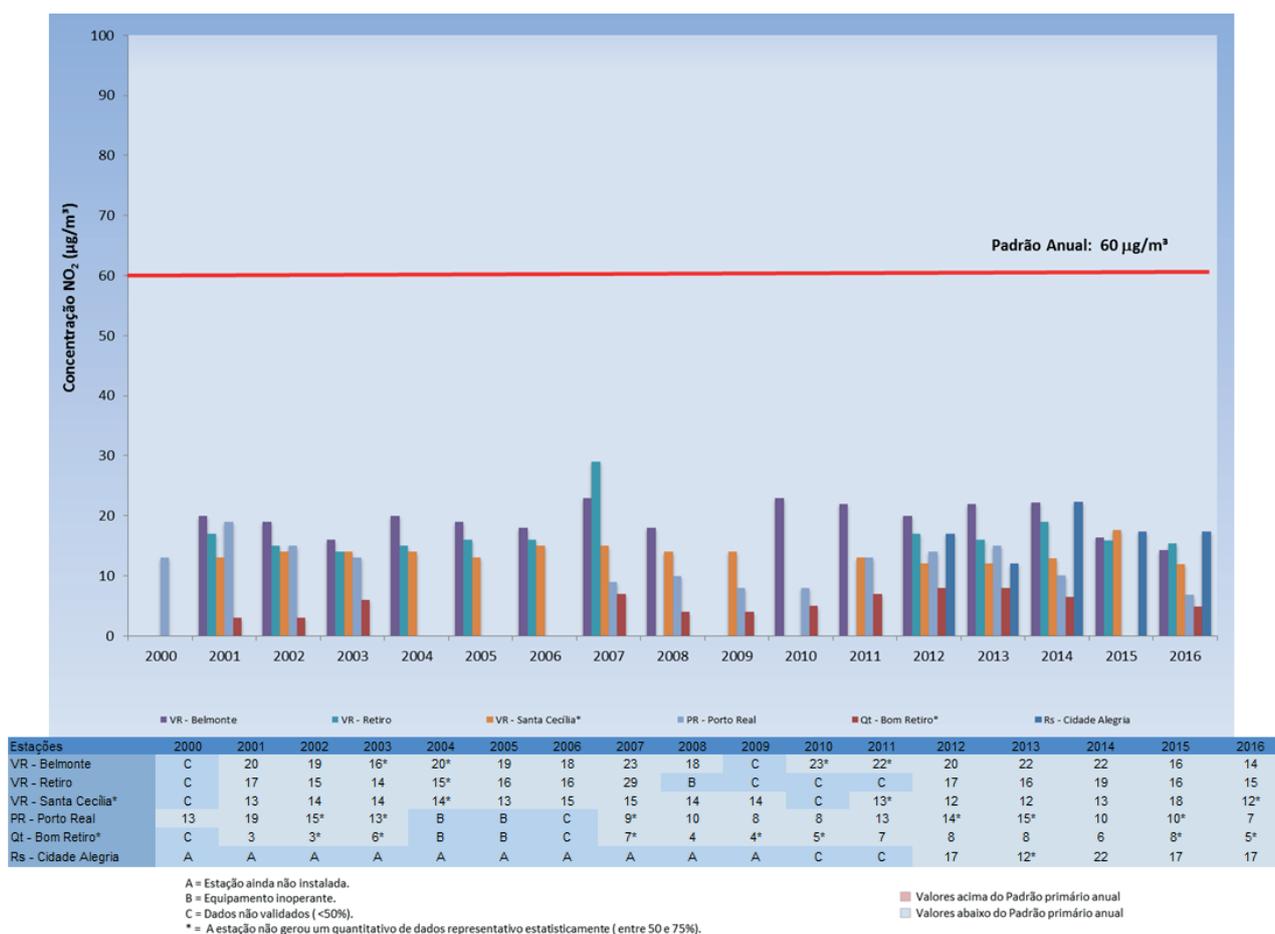


Figura 111. Evolução anual de NO₂ para a rede automática na RMP

Fonte: GEAR/DISEQ

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 112 ilustra o comportamento das concentrações de PTS da rede semiautomática nos anos de 2010 a 2016. Na RNF, desde 2012, três estações localizadas no município de Campos dos Goytacazes (Cp - Águas do Paraíba, Cp - Goytacazes e Cp - Centro) monitoram o poluente, mas não foi possível a realização da análise de tendência devido à restrição na série de dados. Nos dados obtidos pela estação Cp - Goytacazes, observou-se uma violação ao padrão anual nos anos de 2011 a 2014. Entretanto, no ano de 2015, nenhuma estação violou o padrão estabelecido.

A Figura 113 ilustra o comportamento das concentrações de PTS da rede automática. A região apre-

senta duas estações (SJB-Água Preta, em São João da Barra, e Mc - Cabiúnas, em Macaé) que realizaram monitoramento nos anos de 2010 a 2015, sendo que a localizada no município de São João da Barra foi desativada em 2014. Em 2016, o município de São João da Barra volta a ter uma estação instalada, SJB - Fazenda Saco Dantas, que apresenta valor bem abaixo do padrão. De maneira geral, 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.

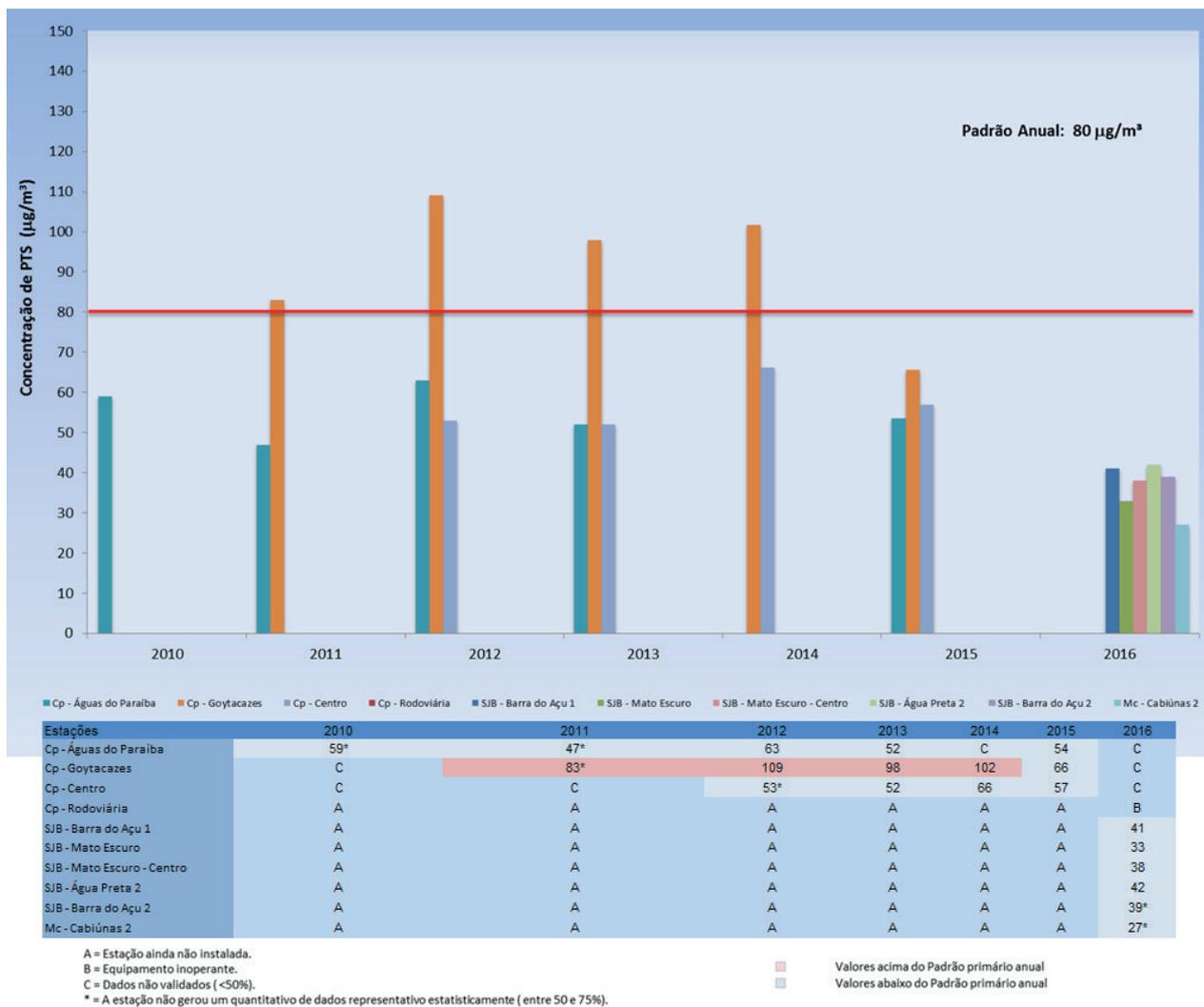


Figura 112. Evolução anual de PTS para a rede semiautomática na RNF

Fonte: GEAR/DISEQ

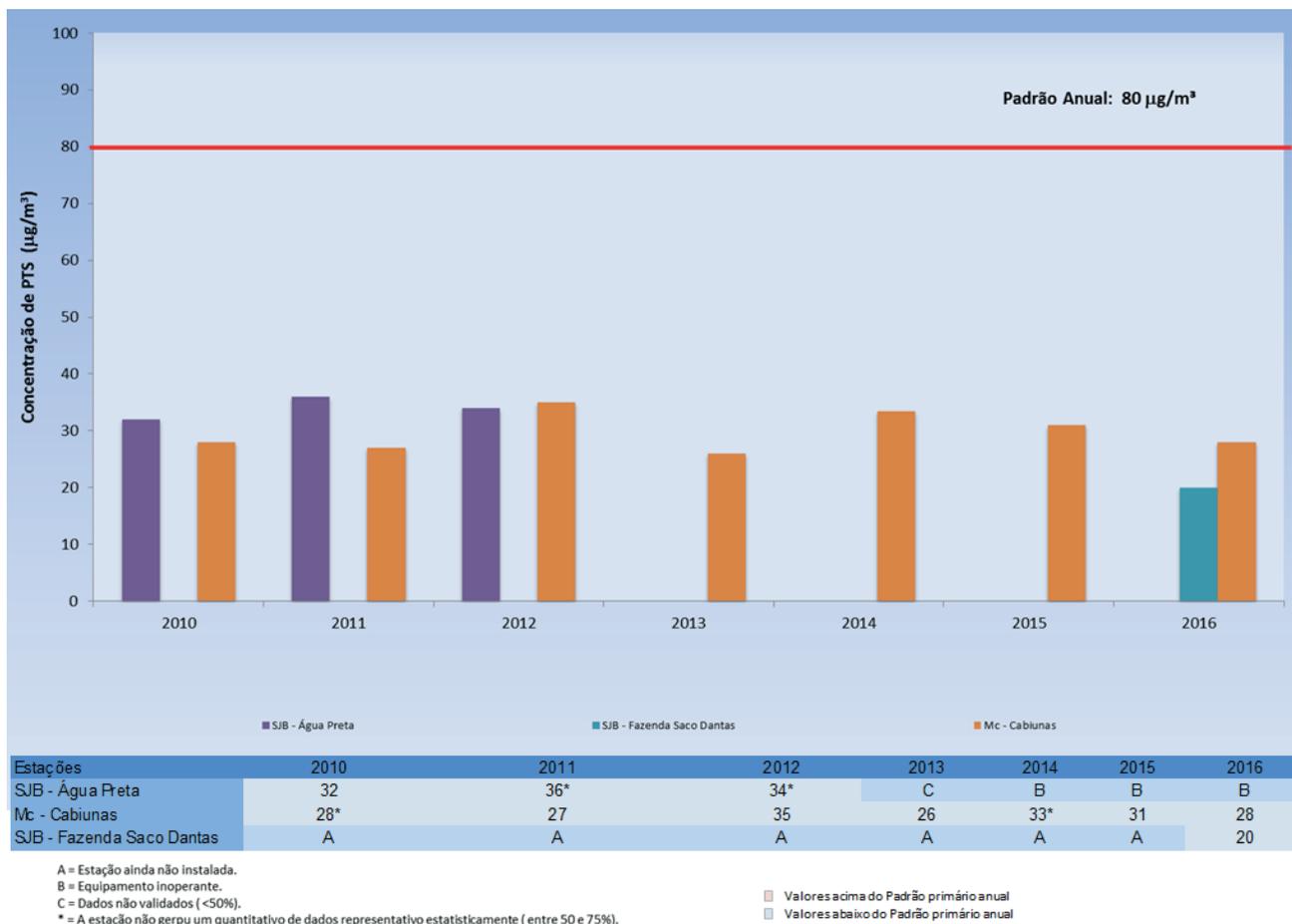


Figura 113. Evolução anual de PTS para a rede automática na RNF

Fonte: GEAR/DISEQ

6.3.2 Evolução das concentrações de Material Particulado (PM₁₀) nos últimos anos

A Figura 114 ilustra o comportamento das concentrações de PM₁₀ monitoradas pela 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 2015, sendo que a SJB - Água Preta foi desativada em 2014. Verifica-se que os valores médios anuais de PM₁₀ registrados nos municípios da RNF apresentaram-se bastante estáveis durante os anos de monitoramento da região, sendo que nenhuma estação apresentou violação ao padrão.

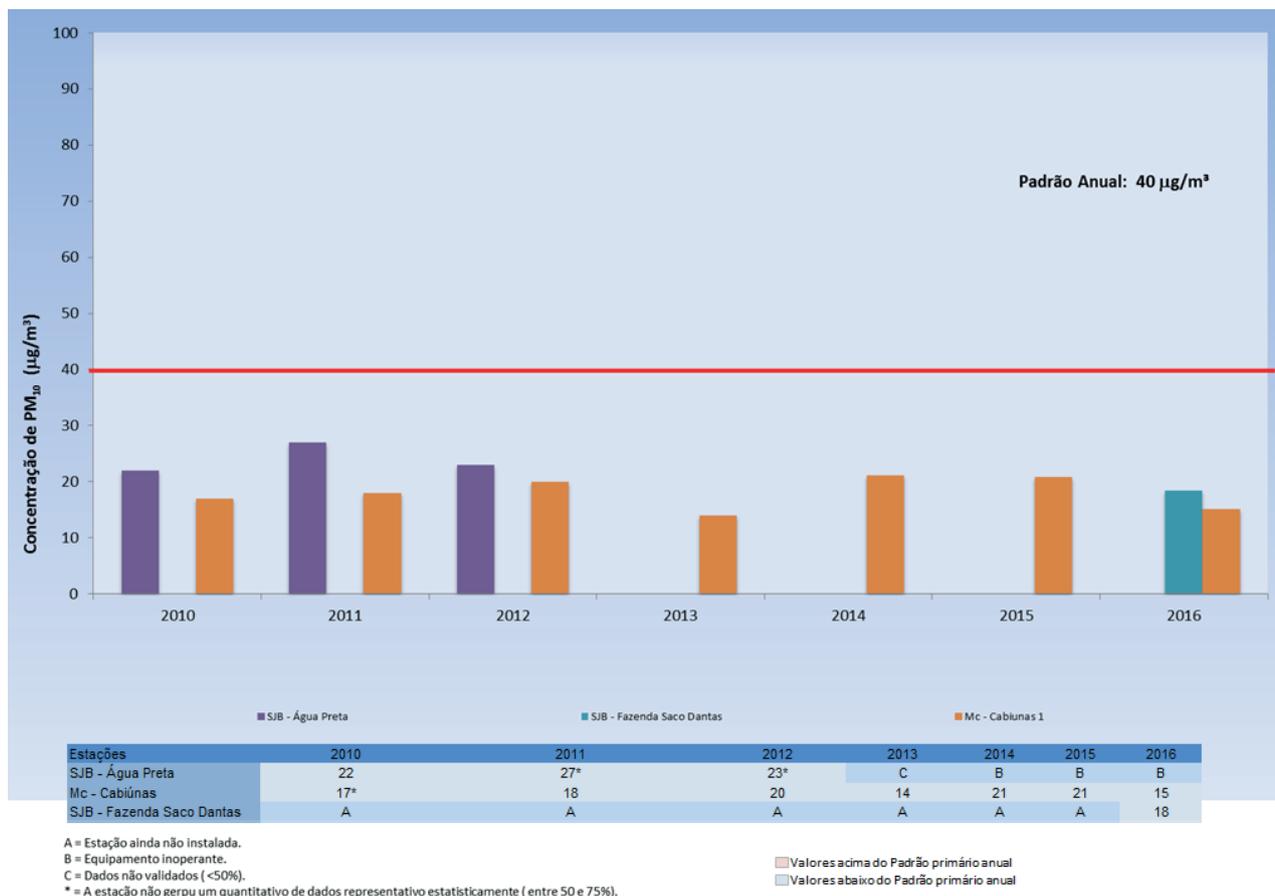


Figura 114. Evolução anual de PM₁₀ para a rede automática na RNF

Fonte: GEAR/DISEQ

6.3.3 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) nos últimos anos

A Figura 115 ilustra o comportamento das concentrações de SO₂ ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de SO₂ registrados nos municípios da RNF não violaram o limite do padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (40 µg/m³). Para este poluente, atividades industriais são apontadas como fontes potenciais que contribuem para o aumento da concentração de SO₂ 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, sendo que a SJB foi desativada em 2014. Observa-se que os valores médios anuais de SO₂ registrados nos municípios da RNF apresentaram-se bastante estáveis durante o monitoramento da região, sem nenhuma ocorrência de violação ao padrão.

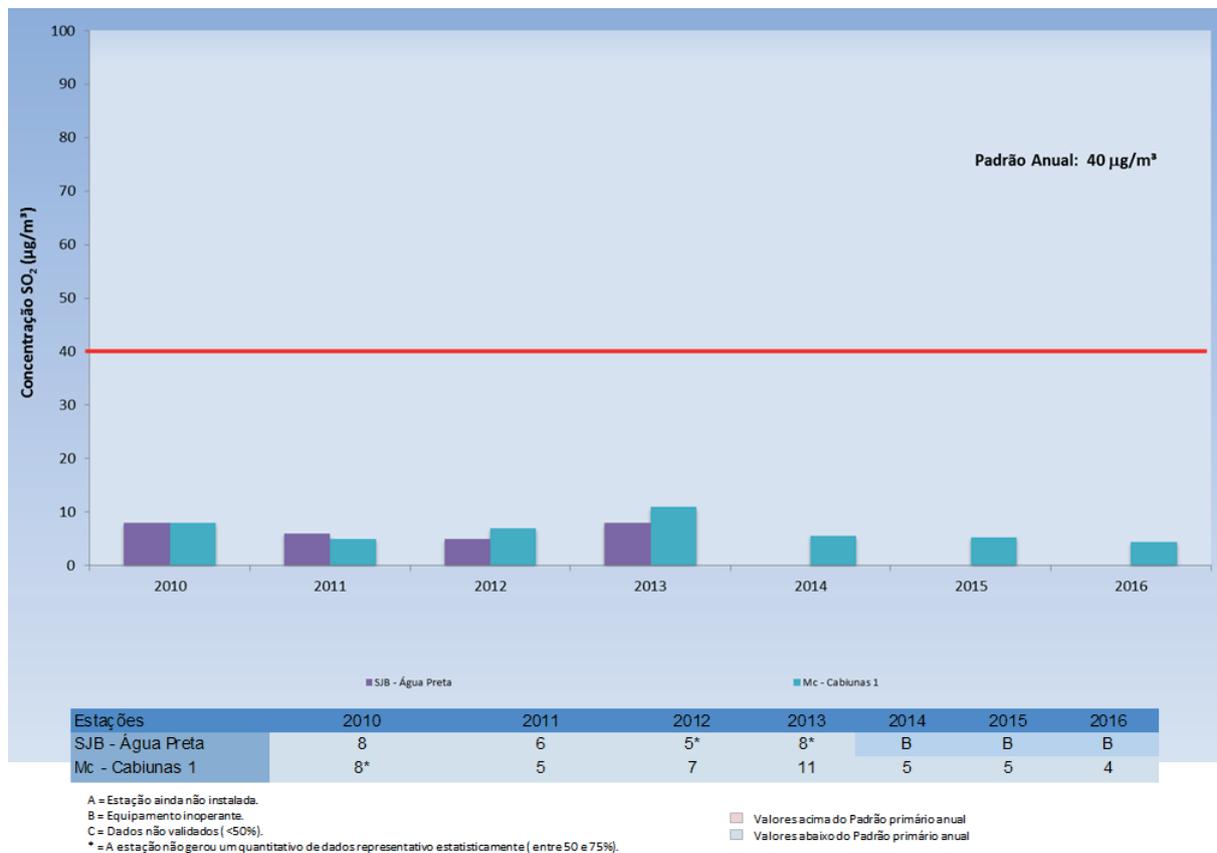


Figura 115. Evolução anual de SO₂ para a rede automática na RNF

Fonte: GEAR/DISEQ

6.3.4 Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) nos últimos anos

A Figura 116 ilustra o comportamento das concentrações de NO₂ ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de NO₂ registrados nos municípios da RNF não violaram o limite do padrão primário anual estabelecido pela legislação ambiental vigente (100 µg/m³). Para este poluente e, de uma forma geral, para os óxidos de nitrogênio (NO_x), atividades associadas a fontes fixas (atividades industriais) e a fontes móveis (veículos automotores) apresentam potencial contribuição para o aumento da concentração de NO₂ no ar.

Essa região abriga quatro estações em operação, localizadas nos municípios de Macaé (Mc - Fazenda Airis, Mc - Pesagro, Mc - Fazenda Severina e Mc - Cabiunas), e uma estação desativada em 2014, a SJB - Água Preta, em São João da Barra. Conforme demonstrado pelas concentrações de NO₂, os valores médios anuais registrados nessas estações da RNF apresentaram-se bastante estáveis durante os anos de monitoramento

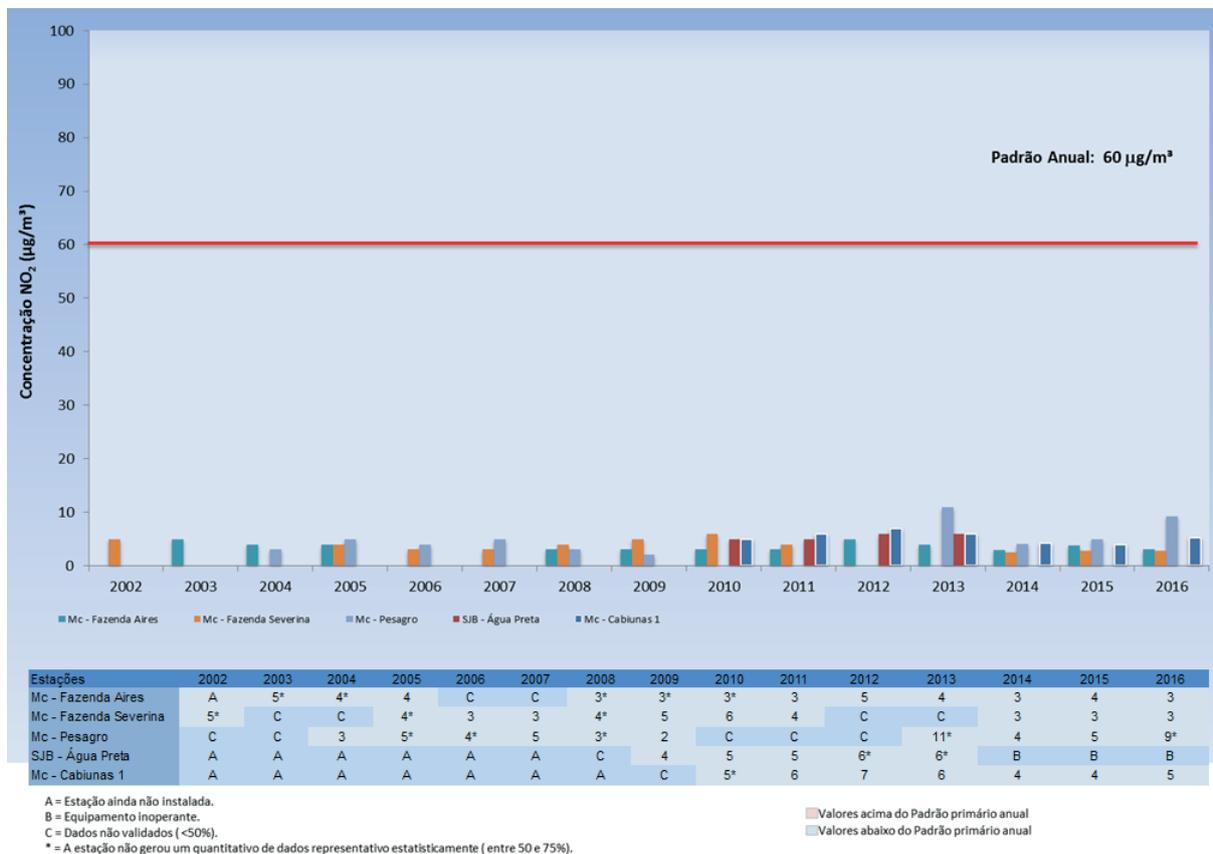


Figura 116. Evolução anual de NO₂ para a rede automática na RNF

Fonte: GEAR/DISEQ

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). O monitoramento da qualidade do ar na região foi iniciado no terceiro trimestre do ano de 2010, na estação Cg - Val Palmas. As demais estações começaram a operar no terceiro trimestre de 2011. A Figura 117 ilustra o comporta-

mento das concentrações de PM₁₀ ao longo dos anos. Verifica-se que os valores médios anuais de PM₁₀ registrados nos municípios da RS apresentaram-se bastante instáveis durante os anos de monitoramento, sendo que, de 2014 a 2016, a estação Val Palmas, em Cantagalo, apresentou violação ao padrão anual para PM₁₀ igual (40 µg/m³).

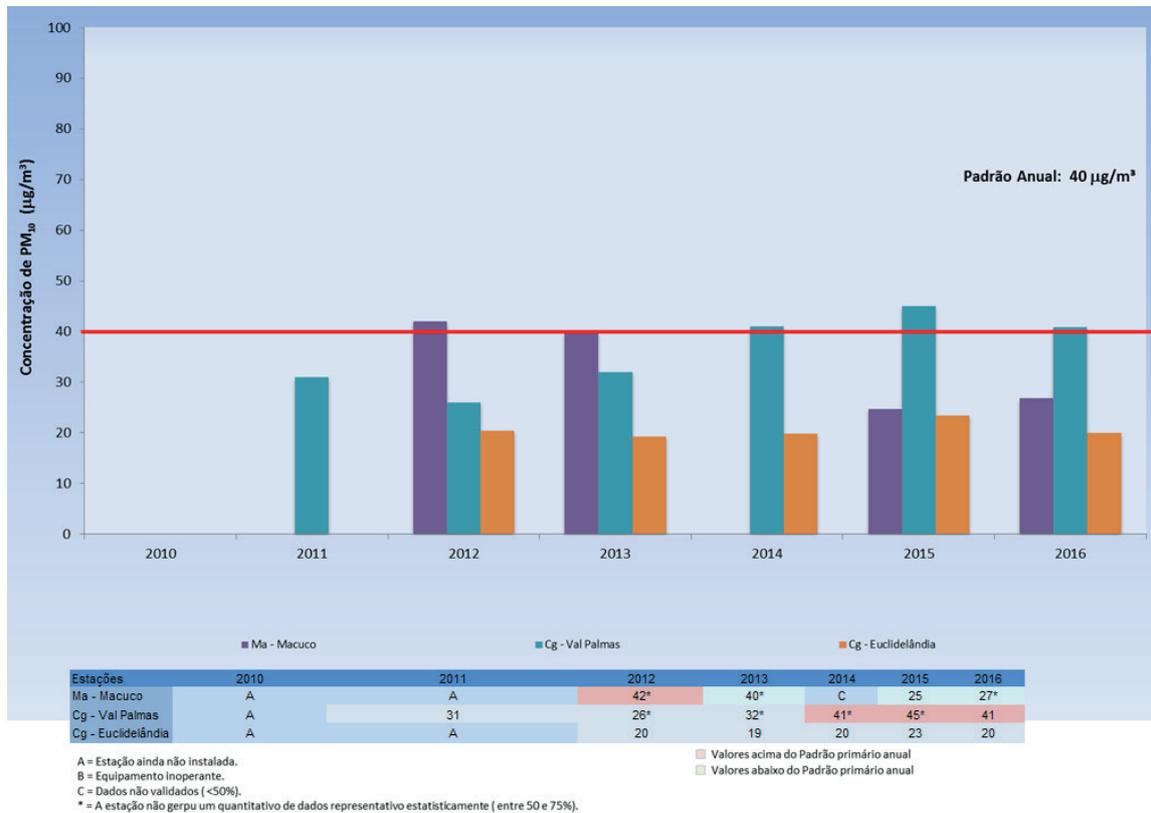


Figura 117. Evolução anual de PM₁₀ para a rede automática na RS

Fonte: GEAR/DISEQ

6.5 Região Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro

6.5.1 Evolução das concentrações de Material Particulado (PTS) nos últimos anos

A RCV apresentava, até 2016, apenas uma estação, no município de Mangaratiba (Mt - Itacuruça). Em 2016, foram instaladas mais três estações em Mangaratiba (Mt - Ibicuí, Mt - Praia do Saco e Mt - Sahy) e uma

estação em Itaguaí (Itg - Ilha da Madeira), totalizando o acréscimo de quatro estações na região. A partir dos dados obtidos, não foram observadas violações ao padrão anual para PTS (80 µg/m³).

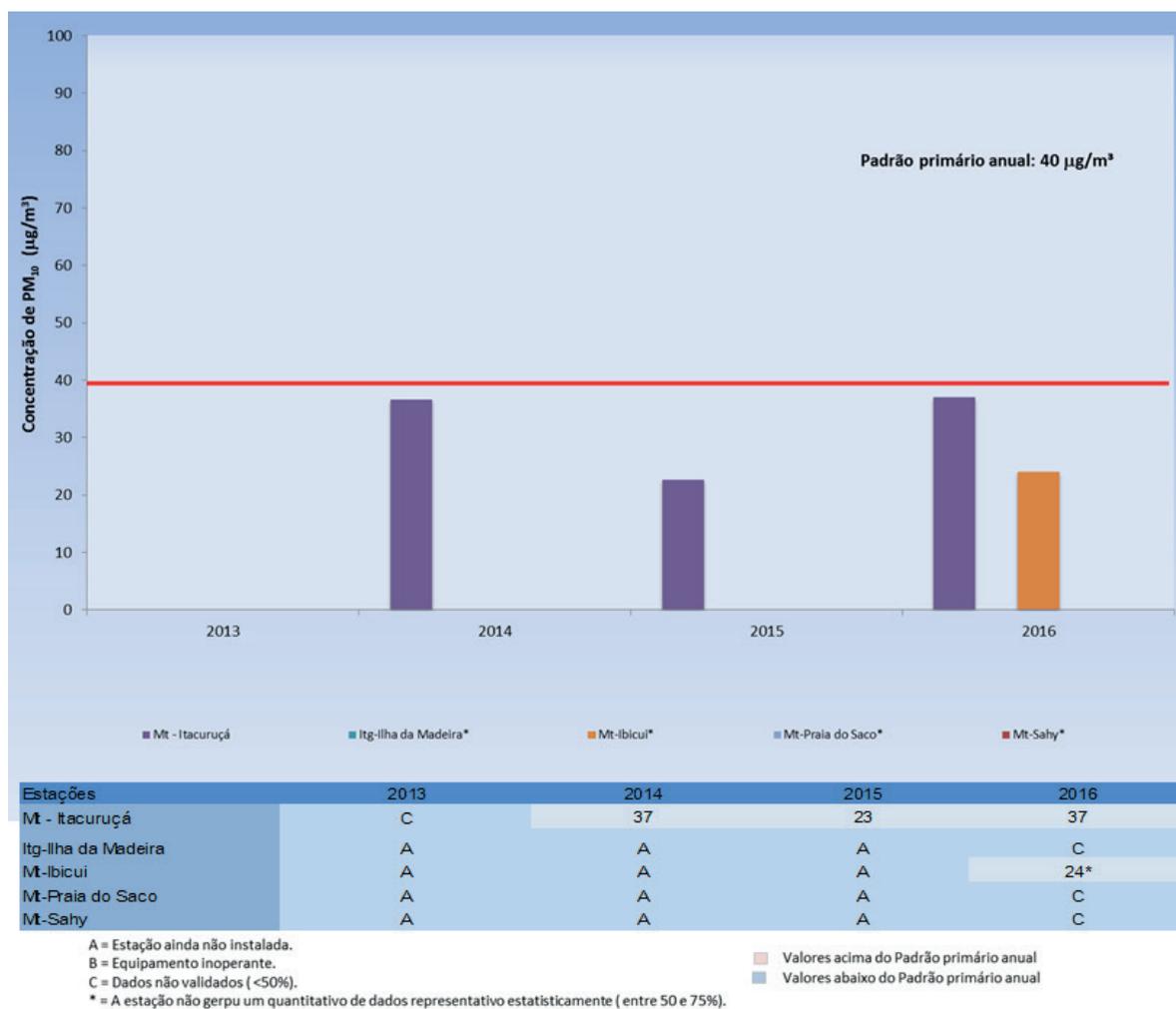


Figura 118. Evolução anual de PM₁₀ para a rede automática na RCV

Fonte: GEAR/DISEQ

6.5.2 Evolução das concentrações de Material Particulado (PM₁₀) nos últimos anos

Conforme já informado, foram instaladas três estações na região no ano de 2016. Entretanto, apenas as estações Mt - Itacuruçá e Mt - Ibicuí apre-

sentaram volume de dados representativos em 2016. Observa-se que os valores médios anuais de PM₁₀ registrados não violaram o padrão anual (40µg/m³).

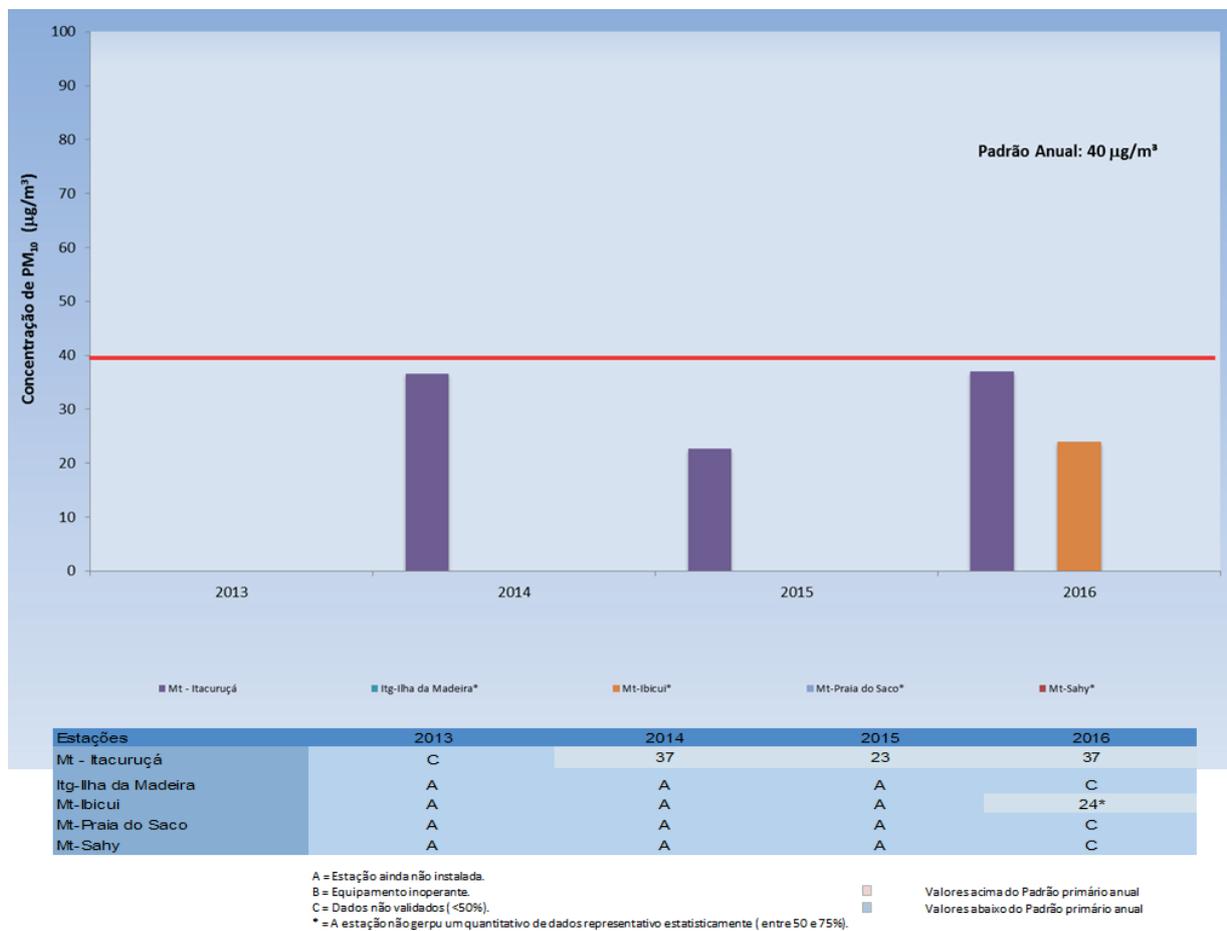


Figura 119. Evolução anual de PM₁₀ para a rede automática na RCV

Fonte: GEAR/DISEQ

7. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

De uma forma geral, a avaliação dos resultados obtidos pelas redes de monitoramento da qualidade do ar no ano de 2016 demonstra que não há registro de episódios críticos de poluição atmosférica (conforme definido na Resolução CONAMA nº 491/2018). Os poluentes que apresentaram violações aos padrões de qualidade do ar estabelecidos na Resolução CONAMA nº 491/2018 foram PTS, PM₁₀, NO₂, CO e O₃. Tais violações demonstram a necessidade de aplicação de ações específicas para o controle das principais fontes emissoras (diretas ou indiretas) desses poluentes em cada sub-região avaliada. As violações aos padrões relativas a particulados foram identificadas pela rede semiautomática, com escassos registros de violação obtidos pela rede automática. A rede semiautomática é destinada ao acompanhamento e ao controle de obras civis e atividades de extração mineral, além do acompanhamento da influência do impacto das fontes móveis na qualidade do ar. 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 OMS, em uma publicação de 2005, reconheceu o efeito deletério desse poluente para a saúde, fruto da exposição persistida a altas concentrações, e não a picos agudos de concentrações horárias. Com isso, a Resolução CONAMA nº 491/2018 adotou e definiu para o ozônio a métrica de médias móveis de 8 horas, que foi utilizada na avaliação deste relatório.

Por outro lado, em 2016, o Estado não apresentou problemas de poluição relacionados à SO₂, mesmo em áreas com alta densidade urbana e industrial.

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro foi onde houve maior comprometimento da qualidade do ar no Estado. Nessa região, foram violados os padrões de PM₁₀, PTS, NO₂, CO e O₃, especialmente na Baixada Fluminense e na região do Polo Petroquímico de Campos Elíseos. Entre os principais fatores que acarretaram tais violações, destacam-se as atividades industriais, 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 Rio de Janeiro e São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra, bem como as atividades associadas à siderurgia e às indústrias automotiva e metalomecânica. Apesar das emissões oriundas dessas atividades, não foram observadas violações aos padrões de PTS, CO, SO₂ e NO₂ em nenhum dos pontos monitorados. As violações foram registradas apenas para os parâmetros PM₁₀ e O₃.

Na Região Norte Fluminense, as atividades associadas à cadeia produtiva de petróleo, gás e energia, bem como as atividades sucroalcooleiras, são as maiores poluidoras da atmosfera. Nessa região não foi registrada violação aos padrões de qualidade do ar. 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 e portuário, entre outros.

Na Região Serrana, as atividades associadas à cadeia produtiva do cimento e à produção de alimentos são as maiores poluidoras da atmosfera. Há também de se considerar o fluxo de veículos próximo às estações. Nessa região, foi registrada uma violação aos padrões de qualidade do ar para o poluente PM₁₀.

Por fim, na Região da Costa Verde, as atividades associadas à indústria da construção naval, bem como a atuação de usinas nucleares, do setor imobiliário e do turismo, cuja atividade dinamiza o comércio de bens e serviços, não provocaram nenhuma violação aos padrões de qualidade do ar para os poluentes PTS e PM₁₀.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICA, PESQUISA E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO. **Regiões do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/conteudo.asp?ident=81>. Acesso em: 25 ago. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 03, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, p. 15937-15939, 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, p. 155, 21 nov. 2018.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (UNITED STATES). **National Ambient Air Quality Standards**. Disponível em: <http://www.epa.gov/air/criteria.html>. Acesso em: 18 jan. 2013.

EUROPEAN COMMISSION. **Air quality standards**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>. Acesso em: 18 jan. 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2004.

INCÊNDIO destrói vegetação em área do Parque Estadual da Serra da Tiririca, no entorno da Lagoa de Itaipu de 28 de setembro de 2014. **Blog do Axel Grael**, c2014. Disponível em: <http://axelgrael.blogspot.com.br/2014/12/incendio-destroi-vegetacao-em-area-do.html>. Acesso em: 17 set. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Frota de veículos**. [2018]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/pesquisa/22/28120?tipo=grafico>. Acesso em: 23 jan. 2020.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **O Estado do ambiente**: indicadores ambientais do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010. 156 p.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Relatório anual de qualidade do ar do Estado do Rio de Janeiro 2009**. Rio de Janeiro, 2009. 108 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Normais climatológicas**. Brasília, 1992.

RIO DE JANEIRO (Estado). 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. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro**, 22 abr. 1996.

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. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 04 maio 1995.

RIO DE JANEIRO (Estado). 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. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 26 jun. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Air guidelines global update Reported in a Working Group meeting**. Bonn, Germany, 2005.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to meteorological instruments and methods of observation**. Geneva, 2018. (WHO, n. 8).

ANEXO I

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 (2016)

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 Merck	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/n°	-22,762150°	-43,441406°
SG - UERJ	São Gonçalo	São Gonçalo	Paraíso	UERJ Faculdade de Educação	R. Francisco Portela, nº 794	-22,832162°	-43,073370°
Nit - Caio Martins	Caio Martins	Niterói	Icaraí**	Estádio Caio Martins	R. Lopes Trovão, s/n°	-22,901679°	-43,106496°
RJ - VAN	Van	Rio de Janeiro	Sumaré	Próximos a antenas do SBT	Estrada do Sumaré, s/n°,	-22,949725°	-43,229665°
RJ - Centro	-	Rio de Janeiro	Centro	Escola Municipal Tia Ciata	Av. Presidente Vargas, s/n°	-22,907390°	-43,195327°
RJ - 27°BPM	-	Rio de Janeiro	Santa Cruz	27°BPM	Rua Guarantã s/n	22°53'21.95"S	43°44'26.54"O
RJ - Lab. INEA°	Recreio dos Bandeirantes	Rio de Janeiro	Recreio*	Laboratório do INEA	Av. Salvador Allende, nº 5500	-22,989281°	-43,414962°
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 Costa Lima, 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 - Engenho°	-	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 - 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 - Maracanã°	-	Rio de Janeiro	Maracanã	Estádio Maracanã	Praça Presidente Emílio Garratazu Médice, s/n	22°54'41.35"S	43°13'58.95"O
RJ - Urca°	-	Rio de Janeiro	Urca	UFRJ	Av. Pasteur, nº 250	-22,955324°	-43,175882°
RJ - Jacarepaguá	-	Rio de Janeiro	Jacarepaguá	Vila Aeronáutica	Av. Embaixador Abelardo Bueno, nº 971	22°58'24.95"S	43°23'00.47"O
RJ - São Conrado	-	Rio de Janeiro	São Conrado	Gávea Golf and Country Club	AV. Prefeito Mendes de Moraes, após o nº 900	22°59'57.48"S	43°15'51.20"O
SJM - Coelho da Rocha	-	São João do Meriti	Coelho da Rocha	CIEP 400 Oswald de Andrade	Rua Vereador Celso Moreira Guerra s/n	22°46'26.60"S	43°23'25.09"O

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela B. Início de Operação das Estações Olímpicas operadas em 2016

Estações Olímpicas	Início de Operação
BR - São Bernardo	Julho/2013
RJ - Campos dos Afonsos	Julho/2013
RJ - Lagoa	Dezembro/2012
RJ - Lourenço Jorge	Outubro/2012
RJ - Lab. INEA	Julho/2010
RJ - Engenho	Abril/2013
RJ - Gamboa	Abril/2013
RJ - Gericinó	Mai/2013
RJ - Leblon	Abril/2013
RJ - Maracanã	Dezembro/2013
RJ - Urca	Março/2013

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela C. Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região Metropolitana do Rio de Janeiro (2016)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome ANTIGO						
Itb - Porto das Caixas	-	Itaboraí	Porto das Caixas	Escola Estadual Professora Maria Inocência Ferreira	Rua da Conceição, n.118		-42,874543°
Itb - Sambaetiba	-	Itaboraí	Sambaetiba	Casa Família Resgate	Estrada do Morro (Estrada de Sambaetiba), Quadra da Prefeitura, S/N, Chácaras		-42,787940°
Itb - Fazenda Macacu	-	Itaboraí	Porto das Caixas	-	Estrada de Macacu, s/n°		-42,848758°
APA - Guapimirim	-	Guapimirim	Fazenda Santa Inês	-	Rodovia Raphael de Almeida Magalhães, 1896		-42,975640°
Itb - Conceição	-	Itaboraí	Nossa Senhora da Conceição	-	Rua H		-42,868961°
Sp - Piranema	Seropédica	Seropédica	-	Posto da Polícia Rod. Federal	RJ 099, Km 8 (Reta de Piranema)		-43,712376°
RJ - Ilha do Governador	-	Rio de Janeiro	Ilha do Governador/ Cocotá	Centro Cultural Euclides da Cunha	Praça Danaides, s/n°		-43,181558°
RJ - Ilha de Paquetá	-	Rio de Janeiro	Ilha de Paquetá	Paquetá	Parque Darke de Mattos		-43,113653°
Itg - Coroa Grande	-	Itaguaí	Coroa Grande	Posto de Saúde	Av. Governador Amaral Peixoto, n° 504		-43,869917°
DC - Campos Elíseos	Campos Elíseos	Duque de Caxias	Campos Elíseos	Escola Mun. Adelina de Castro	Av. Tupinambá de Castro, s/n°		-43,270335°
DC - Pilar	Pilar	Duque de Caxias	Pilar	Esc. Municipal Cora Coralina	Av. Presidente Kennedy, km 12, s/n°		-43,311861°
DC - Jardim Primavera	Jardim Primavera	Duque de Caxias	Jardim Primavera	Polícia Rodoviária Federal	Rodovia Washington Luiz (Km 109), s/n°		-43,285100°
DC - São Bento	São Bento	Duque de Caxias	São Bento	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Av. Presidente Kennedy, n° 7778		-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/n°		-43,286388°
DC - Meteorológica	-	Duque de Caxias	Jardim Piratininga	-	Est. Da Petrobrás		-43,251244°
SC - Adalgisa Nery	Santa Cruz	Rio de Janeiro	Santa Cruz	Escola Mun. Adalgisa Nery	Est. São Fernando, s/n°		-43,715970°
Jp - Engenheiro Pedreira	Engenheiro Pedreira	Japeri	Engenheiro Pedreira	Residência de morador local	Est. da Saudade, s/n°		-43,594216°
Sp - Meteorológica	-	Seropédica	Jardim Maracanã	-	BR - 116		-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/n° - Largo do Bodegão		-43,694727°
Itg - Monte Serrat	Itaguaí	Itaguaí	Monte Serrat	CIEP-496 Maestro Franc. Manhães	R. Kaiser Abraão, s/n°		-43,770067°
SC - Meteorológica	-	Rio de Janeiro	Distrito Industrial Santa Cruz	-	-	-	-
NI - Jardim Guandu	-	Rio de Janeiro	Nova Iguaçu	CIEP - 167 Jardim Paraíso	R.Ubaldino Graciane, n° 651	22,827745°	43,606891°
RJ - Manguinhos	-	Rio de Janeiro	Manguinhos	-	Av. Brasil, n°3141		-43,242592°

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela D. Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região do Médio Paraíba (2016)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome 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°
Itt-Meteorológica Itatiaia	-	Itatiaia	-	-	-	-22,481401°	-44,540445°

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela E. Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região do Norte Fluminense (2016)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome ANTIGO						
Mc - Fazenda Aires	Fazenda Aires	Macaé	-	Fazenda Aires	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°
Mc - Cabiúnas	Cabiúnas	Macaé	Cabiúnas	Cabiúnas	-	-22,308658°	-41,752967°
SJB - Fazenda Saco Dantas	-	São João da Barra	-	Fazenda Saco Dantas	-	-21,797446°	-41,021132°

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela F. Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região Serrana (2016)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome 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	-	Praça da Matriz	-21,906426°	-42,261313°
Cg - Euclidelândia 1	-	Cantagalo	Euclidelândiia	-	Praça da Matriz	-21,911689°	-42,261592°

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela G. Localização das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas. Região Costa Verde (2016)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome ANTIGO						
Mt - Itacuruçá	-	Mangaratiba	Itacuruçá	Posto de Saúde de Itacuruçá	R. da Igualdade, nº 58	-22,928917°	-43,910083°
Itg - Ilha da Madeira	-	Itaguaí	Ilha da Madeira	CEAM (Vale)	Estrada Ilha da Madeira, s/n°	-22,905874°	-43,82624°
Mt - Clube da Vale	-	Mangaratiba	Sahy	-	-	-22,946022°	-44,013380°
Mt - Ibicuí	-	Mangaratiba	Ibicuí	Posto de Saúde Programa Saúde da Família	Rua Ângelo Ferro, s/n°	-22,961015°	-44,026324°
Mt - Praia do Saco	-	Mangaratiba	Praia do Saco	Escola Estadual Cândido Jorge Capixaba	Av. José Antônio da Costa, s/n°	-22,945886°	-44,042175°
Itg - Meteo Ilha da Madeira	-	Itaguaí	Ilha da Madeira	CEAM (Vale)	Rua Félix Lopes Coelho, nº 222	-22,916306°	-43,83075°

Fonte: GEAR/DISEQ

ANEXO II

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

Tabela H. Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações próprias. Região Metropolitana do Rio de Janeiro (2016) (continua)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome 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°
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 Eloi 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 - 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 - UERJ	Maracanã	Rio de Janeiro	Maracanã	UERJ	Av. Presidente Castelo Branco, s/nº	-22,910389°	43,235731°
Nit - Policlínica	Centro Niterói	Niterói	Centro	Policlínica Militar de Niterói	Praça do Expedicionário, 25	-22,883483°	43,115149°
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°
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 Portírio	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°
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°
RJ - Tijuca	-	Rio de Janeiro	Tijuca	CIEP Samuel Wainer	Av. Heitor Beltrão, s/n	-22,921267°	43,227969°
RJ - Lab. INEA°	Recreio dos Bandeirantes	Rio de Janeiro	Recreio	Laboratório INEA	Av. Salvador Allende, nº 5500	-22,988847°	43,414546°

Tabela H. Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar.
Estações próprias. Região Metropolitana do Rio de Janeiro (2016)

RJ - Maracanã°	-	Rio de Janeiro	Maracanã	-	Praça Presidente Emílio Garrastazu Médici s/n	-	-
RJ - Urca°	-	Rio de Janeiro	Urca	UFRJ	Av. Pasteur, nº250	-22,955325°	43,175882°
RJ - Leblon°	-	Rio de Janeiro	Leblon	CIEP Nação Rubro-negra	Praça General Alcino Souto, s/n°	-22,978423	-43,222986
RJ - Lagoa°	-	Rio de Janeiro	Lagoa	Heliponto	Av. Borges de Medeiros, nº1444	-22,974492	-43,217642
RJ - Gamboa°	-	Rio de Janeiro	Gamboa	Vila Olímpica da Gamboa	Rua da Gamboa, s/n°	-22,897631	-43,198888
RJ - Gericinó°	-	Rio de Janeiro	Magalhães Bastos	Estande de Tiro do Exército	Av. Pedro Alcântara, nº2856	-22,859331	-43,408049
RJ - Engenheiro°	-	Rio de Janeiro	Engenheiro	Estádio Engenheiro	Rua José dos Reis, s/n°	-22,891817	-43,29442
RJ - Campos dos Afonsos°	-	Rio de Janeiro	Deodoro - Campo dos Afonsos	-	Av. Marechal Fontenele, 755	-22,878608°	43,379278°

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela I. Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar.
Estações próprias. Região do Médio Paraíba (2016)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome 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/n°	-22,534063°	44,144150°

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela J. Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar.
Estações próprias. Região Norte Fluminense (2016)

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome 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/n°	-21,761672°	41,327662°

Fonte: GEAR/DISEQ

Tabela K. Localização das Estações Semiautomáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar. Estações privadas

Nome da Estação		Município	Bairro	Localidade	Endereço	Latitude	Longitude
Nome ATUAL	Nome ANTIGO						
RJ - João Cribin	-	Rio de Janeiro	Magalhães Bastos	Estação BRT João Cribin	-	S 22°52'38.54"	W 43°24'15.13"
RJ - Bosque da Boiúna	-	Rio de Janeiro	Boiúna	Condomínio Bosque da Boiúna	Rua Jaime Marcelo	-22,914245°	-45,395821°
RJ - Rio Grande	-	Rio de Janeiro	Rio Grande	-	Estrada Rio Grande	-22,919127°	-43,393552°
RJ - Curicica	-	Rio de Janeiro	Curicica	Estação BRT Ventura	-	S 22°57'09.09"	W 43°23'25.22"
Itg - Brisimar	-	Itaguaí	Brisimar	-	-	-22,878769°	-43,816734°
Itg - Sítio Terezinha	-	Itaguaí	Sítio Terezinha	-	-	22,8677	43,796819
Itg - Vila Aparecida	-	Itaguaí	Vila Aparecida	-	-	22,874215	43,774733
Itb - Vila Califórnia	-	Itaguaí	Vila Califórnia	-	-	22,863397	43,771448
Itb - Auto Jacu	-	Itaboraí	Alto do Jacú	Antiga Portaria Principal do CTC	Rodovia RJ 116, km 03	-22,680567°	-42,819253°
Itb - Fazenda Macacu	-	Itaboraí		Fazenda Macacú (Antiga Fazenda São Pedro do Riacho)	Estrada da Vargem Grande, s/n°	-22,643713°	-42,866411°
Itb - APA Guapimirim	-	Itaboraí	Vale das Pedrinhas	Sede da APA de Guapimirim	BR 493, Km 12,8	-22,675813°	-42,975642°
Itb - Itambi	-	Itaboraí	João Caetano	CIEP Eliza Antônia Rainho Dias, CIEP - 451	Rua Augusta De Jesus, s/n°	-22,727558°	-42,946195°
Itb - Porto das Caixas	-	Itaboraí	Porto das Caixas	Escola Estadual Professora Maria Inocência Ferreira	Av. Nossa Sra. da Conceição, n°118	-22,701721°	-42,875459°
Itb - Sambaetiba	-	Itaboraí	Sambaetiba	Casa Família Resgate	Estrada do Morro (Estrada de Sambaetiba), Quadra da Prefeitura, s/n°	-22,669883°	-42,789397°
Itb - Badureco	-	Itaboraí	Badureco	-	Estrada de Itapocorá, n° 10	-22,753664	-42,890174
VR - Aeroclube	VR - Aeroclube	Volta Redonda	Aeroclube	Aeroclube	Rua Ministro Salgado Filho, n° 285	-22,500267°	44,080845°
VR - Conforto	VR - Conforto	Volta Redonda	Conforto	Conforto	Rua 11, n° 18	-22,530194°	44,122437°
VR - Limoeiro	VR - Praça do Limoeiro	Volta Redonda	Praça do Limoeiro	Vila Mury	Rua Dr. Moacir Lobo, n° 300	-22,500082°	44,099315°
VR - Centro	VR - Subestação da Light	Volta Redonda	Casa de Pedra	Subestação da Light	Rodovia Presidente Tancredo Neves, n° 50	-22,513372°	44,088535°
VR - Siderville	-	Volta Redonda	Siderville	Siderville	-	-22,527139°	44,134305°
SJB - Água Preta	-	São João da Barra	Água Preta	-	-	-21,854071°	-41,095268°
SJB - Barra do Açu	-	São João da Barra	Barra do Açu	-	-	-21,894225°	-40,995975°
SJB - Mato Escuro - Centro	-	São João da Barra	Mato Escuro	Centro	-	-21,89286°	-40,05562°
SJB - Mato Escuro	-	São João da Barra	Mato Escuro	-	-	-21,886604°	-41,064016°
SJB - Água Preta	-	São João da Barra	Água Preta	-	-	21,88091944°	41,06739167°
SJB - Barra do Açu	-	São João da Barra	Barra do Açu	-	-	21,89402222°	40,99596667°
Mc - Cabiúnas 2	-	Macaé	Cabiúnas	-	-	-	-