



2019

ISSN 0103-4103

SÉRIE RELATÓRIOS

OPERAÇÃO INVERNO QUALIDADE DO AR



| Secretaria de
Infraestrutura e Meio Ambiente

2019

**OPERAÇÃO
INVERNO
QUALIDADE DO AR**

**CETESB
São Paulo, 2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418o CETESB (São Paulo)
Operação inverno 2019 [recurso eletrônico] : qualidade do ar / CETESB ;
Coordenação técnica Clarice Aico Muramoto ; Equipe técnica Dirce Maria
Pellegatti Franco ... [et al.]. - - São Paulo : CETESB, 2020.
1 arquivo de texto (85 p.) : il. color., PDF ; 1 MB. - - (Série Relatórios /
CETESB, ISSN 0103-4103).

Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-000-1

1. Ar – qualidade – controle 2. Ar – poluição – inverno 3. Inverno – ar -
qualidade 4. São Paulo (Est.) I. Título.

CDD (21.ed. Esp.) 363.739 263 816 1
CDU (2.ed. Port.) 502.175:614.71/.72 (815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada - CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2020.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros – São Paulo – Brasil – CEP 05459900



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Governador João Doria

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
Secretário Marcos Penido

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretora-Presidente

Patrícia Faga Iglecias Lemos

Diretoria de Gestão Corporativa

Clayton Paganotto

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Carlos Roberto dos Santos

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental

Zuleica Maria de Lisboa Perez

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental

Domenico Tremaroli

São Paulo
2020

Ficha Técnica

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Carlos Roberto dos Santos

Departamento de Qualidade Ambiental

Maria Helena R. B. Martins

Divisão de Qualidade do Ar

Maria Lúcia Gonçalves Guardani

Setor de Meteorologia

Clarice Aico Muramoto

Equipe Técnica

Clarice Aico Muramoto (**Coordenação Técnica**)

Dirce Maria Pellegatti Franco

Rosana Curilov

Thiago De Russi Colella

Yoshio Yanagi

Cristiane Ferreira F. Lopes

Maria Cristina N. de Oliveira

Jesuino Romano

Almir Oliveira da Silva

Daniel Silveira Lopes

Equipe de Trabalho de Aquisição e Coleta de Dados

Setor de Amostragem e Análise do Ar - EQQA

Setor de Meteorologia - EQQM

Setor de Telemetria - EQQT

Setor de Avaliação de Emissões Veiculares - ETHA

Setor de Controle de Emissões de Veículos em Uso - ETHF

Mapas

Thiago De Russi Colella

Capa

Vera Severo

Produção Editorial e Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros

São Paulo - SP - Brasil - 05459-900

Telefone: +55 11 3133.3000

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

Resumo

A CETESB publica anualmente, desde 1976, este relatório com a análise dos dados e informações relativas à qualidade do ar durante a Operação Inverno, que compreende o período de maio a setembro, que é meteorologicamente o mais desfavorável à dispersão dos poluentes primários, no Estado de São Paulo. Neste relatório, são apresentados dados do inverno de 2019 das redes manual e automática de monitoramento da qualidade do ar compreendendo os seguintes poluentes: partículas inaláveis (MP_{10}), partículas inaláveis finas ($MP_{2,5}$), partículas totais em suspensão (PTS), fumaça (FMC), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3) e dióxido de nitrogênio (NO_2), além de dados meteorológicos relativos à passagem de sistemas frontais, precipitação pluviométrica, inversões térmicas, vento e calmaria. São também apresentadas a distribuição da qualidade do ar em 2019 e as tendências das concentrações de cada poluente e dos parâmetros meteorológicos nos últimos dez anos. A avaliação da qualidade do ar foi efetuada considerando os padrões estaduais de qualidade do ar estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013. No inverno de 2019, considerando a análise das variáveis meteorológicas, observou-se que embora o número de dias meteorologicamente desfavoráveis à dispersão dos poluentes tenha sido maior do que os últimos quatro anos, houve uma maior alternância entre dias favoráveis e alguns dias desfavoráveis, ou seja, não houve períodos prolongados de dias desfavoráveis no período. Em 2019 não foram observados dias consecutivos muito secos (umidade relativa abaixo de 20%), o que reduz a ressuspensão da poeira do solo, bem como a ocorrência dos focos de queimadas, além de não ter ocorrido períodos prolongados de estiagem, como os observados em setembro de 2017 e julho de 2018. Esta situação contribuiu para os menores níveis observados de poluentes primários. Entretanto, em algumas regiões do Estado, foram verificadas concentrações elevadas de alguns poluentes, evidenciando a necessidade de se avançar nas políticas de controle de emissão de poluentes

Palavras chaves: Operação Inverno. Qualidade do Ar.

Lista de Ilustrações e Tabelas

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes	26
Gráfico 2 – Número de sistemas frontais	27
Gráfico 3 – Precipitação total de 2009 a 2018 e Normal Climatológica de 1961 a 1990	28
Gráfico 4 – Número de ocorrências de inversões térmicas	28
Gráfico 5 – Porcentagem média de calmaria na RMSP	29
Gráfico 6 – Velocidade média do vento na RMSP	30
Gráfico 7 – Umidade Relativa às 15h e Precipitação Diária	31
Gráfico 8 – MP ₁₀ - Classificação das concentrações diárias máximas - RMSP	36
Gráfico 9 – MP ₁₀ – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP	37
Gráfico 10 – MP ₁₀ – Evolução das concentrações médias por região– RMSP	38
Gráfico 11 – MP ₁₀ – Evolução das concentrações médias – RMSP	39
Gráfico 12 – MP ₁₀ - Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHI 7	40
Gráfico 13 – MP ₁₀ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHI 7	40
Gráfico 14 – MP ₁₀ – Evolução das concentrações médias – UGRHI 7	41
Gráfico 15 – MP ₁₀ - Classificação das concentrações diárias máximas – Interior	42
Gráfico 16 – MP ₁₀ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHIs 2 e 10	43
Gráfico 17 – MP ₁₀ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHI 5	43
Gráfico 18 – MP ₁₀ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHIs 4, 13, 15, 21 e 22	44
Gráfico 19 – MP ₁₀ – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 2 e 10	44
Gráfico 20 – MP ₁₀ – Evolução das concentrações médias – UGRHI 5	45
Gráfico 21 – MP ₁₀ – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 4, 13, 15, 21 e 22	46
Gráfico 22 – MP _{2,5} – Classificação das concentrações diárias máximas RMSP, Litoral e Interior	47
Gráfico 23 – MP _{2,5} – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP, Litoral e Interior	48
Gráfico 24 – MP _{2,5} – Evolução das concentrações médias – RMSP	49
Gráfico 25 – MP _{2,5} – Evolução das concentrações médias – Interior e Litoral	50
Gráfico 26 – Fumaça – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP	54
Gráfico 27 – PTS – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP	55
Gráfico 28 – CO – Evolução das concentrações médias das máximas de 8h – RMSP	56
Gráfico 29 – SO ₂ – Distribuição percentual da qualidade do ar	57
Gráfico 30 – SO ₂ – Evolução das concentrações médias – RMSP	58
Gráfico 31 – SO ₂ – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 2, 5 e 7	59
Gráfico 32 – NO ₂ – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP	60
Gráfico 33 – NO ₂ – Evolução das concentrações médias – RMSP	61
Gráfico 34 – O ₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP	62
Gráfico 35 – O ₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHI 7	62
Gráfico 36 – O ₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHIs 2, 5 e 10	63
Gráfico 37 – O ₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHIs 4, 13, 15, 19, 21 e 22	63
Gráfico 38 – O ₃ – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão – RMSP	64
Gráfico 39 – O ₃ – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão – Interior e Litoral	65
Gráfico 40 – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP - 2019	66

MAPAS

Mapa 1 – Localização das estações no Estado de São Paulo	22
Mapa 2 – Localização dos focos de queimadas observados por satélites no Estado de São Paulo – período de maio a setembro – 2019	24

TABELAS

Tabela 1 – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera	15
Tabela 2 – Padrões Estaduais de Qualidade do Ar	16
Tabela 3 – Critério para Episódios Críticos de Poluição do Ar	17
Tabela 4 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar	18
Tabela 5 – Qualidade do ar e efeitos à saúde	19
Tabela 6 – Configuração da rede de monitoramento automático da qualidade do ar – 2019.....	20
Tabela 7 – Configuração da rede de monitoramento manual da qualidade do ar – 2019.....	21
Tabela 8 – MP ₁₀ – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar – RMSP .	51
Tabela 9 – MP ₁₀ – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar - Interior e Litoral.....	51
Tabela 10 – MP _{2,5} – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar -RMSP, Interior e Litoral	52
Tabela 11 – MP ₁₀ – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar – RMSP	52
Tabela 12 – MP ₁₀ – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar - Interior e Litoral.....	52
Tabela 13 – MP _{2,5} – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar -RMSP, Interior e Litoral	52
Tabela 14 – MP ₁₀ – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar – RMSP	53
Tabela 15 – MP ₁₀ – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar - Interior e Litoral.....	53
Tabela 16 – MP _{2,5} – Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e classificação da qualidade do ar -RMSP, Interior e Litoral	53
Tabela 17 – Evolução do teor de enxofre no diesel.....	58
Tabela 18 – Número de eventos por qualidade do ar e poluente – RMSP – 2019 (maio a setembro)66	

Lista de Siglas

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIAGRO	Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
GrEC	Grupo de Estudos Climáticos – IAG/USP
EM	Estação móvel
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
IAG	Instituto Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IQAr	Índice de Qualidade do Ar
OMJ	Oscilação Madden-Julian
PQAr	Padrão de Qualidade do Ar
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROMOT	Programa de Controle de Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares
QUALAR	Sistema de Informações de Qualidade do Ar
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SIGAM	Sistema Integrado de Gestão Ambiental
SMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

Lista de Símbolos

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Micrograma por metro cúbico
ppm	Parte por milhão
CO	Monóxido de Carbono
DV	Direção do Vento
ERT	Enxofre Reduzido Total
FMC	Fumaça
MP ₁₀	Partículas Inaláveis
MP _{2,5}	Partículas Inaláveis Finas
NO	Monóxido de Nitrogênio
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
O ₃	Ozônio
P	Pressão
PTS	Partículas Totais em Suspensão
RAD	Radiação Total e Ultravioleta A
SO ₂	Dióxido de Enxofre
TEMP	Temperatura do Ar
UR	Umidade Relativa do Ar
VV	Velocidade do Vento

Sumário

1	Introdução	13
2	Monitoramento da Qualidade do Ar	15
2.1	Principais Poluentes	15
2.2	Padrões e Índice de Qualidade do Ar	16
2.3	Redes de Monitoramento	19
2.3.1	<i>Localização das Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI</i>	22
2.3.2	<i>Observações sobre o monitoramento</i>	23
3	Caracterização Meteorológica	25
3.1	Condições Meteorológicas de Dispersão	26
3.2	Condições de Formação de Ozônio	32
4	Qualidade do Ar no Inverno de 2019	35
4.1	Material Particulado	35
4.1.2	<i>Partículas Inaláveis Finas – MP_{2,5}</i>	46
4.1.3	<i>Episódios de Material Particulado</i>	51
4.1.4	<i>Fumaça - FMC</i>	54
4.1.5	<i>Partículas Totais em Suspensão - PTS</i>	55
4.2	Monóxido de Carbono – CO	55
4.3	Dióxido de Enxofre – SO ₂	57
4.4	Dióxido de Nitrogênio – NO ₂	60
4.5	Ozônio – O ₃	61
4.6	Resumo da UGRHI 6	66
5	Conclusões	69
	Referências	71
	Apêndice A – Dados Meteorológicos	73
	Apêndice B – Dados de Qualidade do Ar	77

1 Introdução

A “Operação Inverno” foi instituída pela CETESB, em 1976, como um conjunto de ações preventivas e corretivas a ser desenvolvido durante os meses de inverno, período mais crítico à dispersão dos poluentes primários, visando proteger a saúde da população contra os agravos causados por episódios agudos de poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e Cubatão. Na RMSP, a avaliação diária da poluição atmosférica realizada pela CETESB mostrava que no inverno poluentes como o monóxido de carbono e o material particulado frequentemente atingiam altas concentrações.

Até meados da década de 1980, a Operação Inverno enfatizou ações de controle da poluição industrial, uma vez que essas fontes eram consideradas as principais responsáveis pelo problema da poluição atmosférica. Essas ações produziram reduções bastante significativas das emissões industriais ainda naquela década.

Entretanto, devido ao aumento contínuo da frota de veículos, estes passaram a ser as principais fontes de poluição do ar, sobretudo na RMSP. Assim, novos programas foram sendo implantados para minimizar o impacto da poluição de origem veicular, como a Operação Rodízio e a intensificação da fiscalização de fumaça preta em veículos pesados.

A partir do final dos anos 1990, em virtude principalmente dos limites de emissão impostos pelo Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), para os veículos novos, observou-se uma queda significativa nos níveis de monóxido de carbono e material particulado. Entretanto, ainda são observadas em algumas localidades concentrações de material particulado que ultrapassam os padrões de qualidade do ar vigentes.

Atualmente, as ações desenvolvidas na Operação Inverno, na RMSP, são focadas, principalmente, na fiscalização da emissão de fumaça preta em veículos pesados e na orientação das pessoas para que reduzam as emissões de poluentes atmosféricos com medidas como a manutenção do veículo, dar preferência ao transporte coletivo, não queimar lixo, etc. Já em Cubatão, ações efetivas de controle das fontes estacionárias continuam a ser tomadas, além das ações preventivas de controle. Em 2019, as constatações efetuadas durante a execução das atividades da Operação Inverno resultaram em 2.588 veículos autuados por emissão excessiva de fumaça preta, na RMSP e nas demais regiões do Estado de São Paulo.

O objetivo deste relatório é analisar e divulgar os resultados do monitoramento da qualidade do ar no Estado de São Paulo no período de maio a setembro de 2019, bem como a evolução da qualidade do ar ao longo dos últimos dez anos.

A avaliação da qualidade do ar foi efetuada considerando os padrões estaduais de qualidade do ar estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013 (SÃO PAULO, 2013).

2 Monitoramento da Qualidade do Ar

Neste item são apresentados os principais poluentes, os padrões e índices de qualidade do ar e as redes de monitoramento da CETESB.

2.1 Principais Poluentes

Dentre os poluentes regulamentados, que têm suas concentrações ambientais incrementadas no período de inverno, destacam-se o material particulado, o monóxido de carbono e o dióxido de nitrogênio. Por outro lado, apesar deste período ser menos propício à formação do ozônio, é comum a ocorrência de ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar por este poluente. Na **Tabela 1**, são apresentados os poluentes regulamentados e monitorados pela CETESB, bem como suas características, principais fontes de emissão e efeitos ao meio ambiente.

Tabela 1 – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis Finas (MP _{2,5})	Partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc., que podem permanecer no ar e percorrer longas distâncias. Faixa de tamanho $\leq 2,5$ micra.	Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera) como sulfato e nitrato, entre outros.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Partículas Inaláveis (MP ₁₀) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 50 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser oxidado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinarias de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa de celulose e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

Fonte: CETESB (2020)

2.2 Padrões e Índice de Qualidade do Ar

O Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013 (SÃO PAULO, 2013), estabelece que a administração da qualidade do ar no território do Estado de São Paulo será efetuada através de Padrões de Qualidade do Ar, observados os seguintes critérios:

I. Metas Intermediárias - (MI) estabelecidas como valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar no Estado de São Paulo, baseada na busca pela redução das emissões de fontes fixas e móveis, em linha com os princípios do desenvolvimento sustentável;

II. Padrões Finais (PF) - Padrões determinados pelo melhor conhecimento científico para que a saúde da população seja preservada ao máximo em relação aos danos causados pela poluição atmosférica.

A **Tabela 2** apresenta os padrões de qualidade do ar estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), sendo que os padrões vigentes estão assinalados em vermelho.

**Tabela 2 – Padrões Estaduais de Qualidade do Ar
(Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013)**

Poluente	Tempo de Amostragem	MI 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MI 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MI 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PF ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
partículas inaláveis (MP ₁₀)	24 horas	120	100	75	50
	MAA ¹	40	35	30	20
partículas inaláveis finas (MP _{2,5})	24 horas	60	50	37	25
	MAA ¹	20	17	15	10
dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas	60	40	30	20
	MAA ¹	40	30	20	-
dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	260	240	220	200
	MAA ¹	60	50	45	40
ozônio (O ₃)	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas	120	100	75	50
	MAA ¹	40	35	30	20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas	-	-	-	240
	MGA ²	-	-	-	80
chumbo** (Pb)	MAA ¹	-	-	-	0,5

Fonte: CETESB (2020) adaptado do Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013)

Nota 1:

1 - Média aritmética anual.

2 - Média geométrica anual.

* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão - parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

** Chumbo - a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.

Nota 2: Padrões estaduais vigentes em vermelho.

Nota 3:

Padrões Nacionais (BRASIL, 2018) = Padrões Estaduais (SÃO PAULO, 2013), exceto para o padrão de curto prazo para SO₂
Padrão nacional de curto prazo para SO₂ (BRASIL, 2018): PI1=125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PI2=50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PI3=30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e PF=20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Conforme estabelecido no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), as Metas Intermediárias devem ser obedecidas em 3 (três) etapas, assim determinadas:

I. Meta Intermediária Etapa 1 - (MI1) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados a partir de 24/04/2013;

II. Meta Intermediária Etapa 2 - (MI2) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente à MI1, que entrará em vigor após avaliações realizadas na Etapa 1, reveladas por estudos técnicos apresentados pelo órgão ambiental estadual, convalidados pelo CONSEMA;

III. Meta Intermediária Etapa 3 - (MI3) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, sendo que o seu prazo de duração será definido pelo CONSEMA, a partir do início da sua vigência, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2.

Os padrões finais (PF) são aplicados sem etapas intermediárias quando não forem estabelecidas metas intermediárias, como no caso do monóxido de carbono, partículas totais em suspensão e chumbo. Para os demais poluentes, os padrões finais passam a valer a partir do final do prazo de duração do MI3.

A Legislação Estadual (SÃO PAULO, 2013) estabelece também critérios para episódios críticos de poluição do ar, que estão apresentados na **Tabela 3**. A declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência, além dos níveis de concentração excedidos, requer a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

**Tabela 3 – Critério para Episódios Críticos de Poluição do Ar
(Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013)**

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
partículas inaláveis finas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24h	125	210	250
partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24h	250	420	500
dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24h	800	1.600	2.100
dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1h	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono (ppm) - 8h	15	30	40
ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 8h	200	400	600

Fonte: CETESB (2020) adaptado do Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013)

A Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018), revogou a Resolução CONAMA nº 3/1990 (BRASIL, 1990) e estabeleceu novos padrões nacionais de qualidade do ar e critérios para episódios críticos, cujos valores são iguais aos valores estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013, com exceção para os padrões de curto prazo para dióxido de enxofre (SO₂), conforme explicitado na **Nota 3** da **Tabela 2**.

Para simplificar o processo de comunicação dos dados de poluição do ar de curto prazo para a população, a CETESB utiliza o Índice de Qualidade do Ar (IQA), o qual é obtido através de funções lineares segmentadas que relacionam as concentrações dos poluentes com valores dos índices. Na **Tabela 4**, pode-se visualizar a escala utilizada para classificar a qualidade do ar, que foi elaborada em função dos padrões estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013).

Tabela 4 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2,5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h
N1 - Boa	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
N2 – Moderada	41-80	>50 - 100	>25 -50	>100 - 130	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40
N3 – Ruim	81-120	>100 - 150	>50 - 75	>130 - 160	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365
N4 – Muito Ruim	121-200	>150 - 250	> 75 - 125	>160 -200	>13-15	> 320 - 1130	> 365 - 800
N5 – Péssima	>200	> 250	>125	> 200	> 15	> 1130	>800

Fonte: CETESB (2020)

Quando a qualidade do ar é classificada como BOA, os valores-guia para exposição de curto prazo definidos pela Organização Mundial de Saúde, que são os respectivos Padrões Finais (PF) estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), estão sendo atendidos.

Observa-se também que a classificação de qualidade RUIM não indica, obrigatoriamente, a ultrapassagem dos padrões de curto prazo vigentes. A única exceção é o CO, para o qual a qualidade MODERADA indica que o respectivo PQA é ultrapassado.

Para cada poluente medido é calculado um índice, sendo que, para efeito de divulgação, utiliza-se o índice mais elevado, isto é, embora a qualidade do ar de uma estação seja avaliada para todos os poluentes monitorados, a sua classificação é determinada pelo maior índice (pior caso). Esta qualificação do ar está associada a efeitos à saúde, portanto independe do padrão de qualidade/meta intermediária em vigor, e será sempre realizada conforme a **Tabela 5** a seguir:

Tabela 5 – Qualidade do ar e efeitos à saúde

Qualidade	Índice	Efeitos
N1 - Boa	0 - 40	
N2 – Moderada	41-80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 – Ruim	81-120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 – Muito Ruim	121-200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 – Péssima	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB (2020)

Os níveis de qualidade do ar, bem como a previsão das condições meteorológicas de dispersão de poluentes, são divulgados no endereço eletrônico da CETESB (CETESB, 2019a).

2.3 Redes de Monitoramento

Nas **Tabelas 6 e 7** são apresentadas as configurações das Redes de Monitoramento Automático e Manual de Qualidade do Ar da CETESB, mostrando os respectivos parâmetros monitorados em cada estação, em 2019.

Tabela 6 – Configuração da rede de monitoramento automático da qualidade do ar – 2019

VOCACIONAL	UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS																
			MP _{2,5}	MP ₁₀	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	O ₃	BEN	TOL	ERT	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD
			ESTAÇÕES								FIXAS								
Industrial	2	Guaratinguetá	X	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	2	Jacareí		X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	2	São José dos Campos		X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	
Industrial	2	São José dos Campos - Jd. Satélite	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	2	São José dos Campo - Vista Verde										X	X		X	X	X	X	
Industrial	2	Taubaté	X	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 2			3	5	1	5	5	5	1	5	2	2	6	6	6	6	5	5	
Em industrialização	4	Ribeirão Preto	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 4			1	1		1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Industrial	5	Americana		X						X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	Campinas - Centro		X						X			X	X					
Industrial	5	Campinas - Taquaral		X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	Campinas - V. União		X						X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	Jundiaí	X	X		X	X	X		X			X	X	X	X			
Industrial	5	Limeira	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	Paulínia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	Paulínia - Sta. Terezinha	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	Piracicaba	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X			
Industrial	5	Rio Claro - Jd. Guanabara ¹	X	X						X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	Santa Gertrudes	X	X		X	X	X		X			X	X	X	X			
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 5			7	10	2	7	7	7	1	9	1	1	1	10	10	10	7	5	
Industrial	6	Capão Redondo		X						X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Carapicuíba		X						X	X		X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Cerqueira César		X	X	X	X	X	X	X									
Industrial	6	Cid. Universitária - USP - Ipen	X							X									
Industrial	6	Congonhas	X	X	X	X	X	X	X	X									
Industrial	6	Diadema		X						X									
Industrial	6	Grajaú-Parelheiros	X	X						X	X		X	X					
Industrial	6	Guarulhos - Paço Municipal	X	X						X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Guarulhos - Pimentas	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Ibirapuera		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X			
Industrial	6	Interlagos		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Itaim Paulista	X	X		X	X	X	X	X					X	X			
Industrial	6	Itaquera								X									
Industrial	6	Marg. Tietê - Pte dos Remédios	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Mauá		X						X									
Industrial	6	Moóca	X							X	X				X	X			
Industrial	6	Nossa Senhora do Ó		X						X			X	X					
Industrial	6	Osasco	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X			
Industrial	6	Parque D. Pedro II	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Pico do Jaraguá	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X			
Industrial	6	Pinheiros	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Santana	X							X					X	X			
Industrial	6	Santo Amaro		X						X	X				X	X			
Industrial	6	S. André - Capuava		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			
Industrial	6	S. André - Paço Municipal ²		X						X					X	X			
Industrial	6	S. Bernardo - Centro	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	S. Bernardo - Paulicéia		X															
Industrial	6	S. Caetano	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	6	Taboão da Serra		X						X					X	X			
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 6			17	22	8	14	14	14	14	16	2	2	1	15	15	18	18	10	8
Industrial	7	Cubatão - Centro		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Industrial	7	Cubatão - Vale do Mogi		X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	
Industrial	7	Cubatão - V. Parisi		X	X	X	X	X							X	X			
Industrial	7	Santos		X						X			X	X	X	X	X	X	
Industrial	7	Santos-Ponta da Praia	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 7			1	5	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	5	5	3	3	
Industrial	10	Sorocaba		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X			
Industrial	10	Tatui		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 10			2	2	2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	1	1	
Em industrialização	13	Araraquara	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X			
Em industrialização	13	Bauru		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Em industrialização	13	Jaú		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X			
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 13			3	3	3	3	3	3	3	3			3	3	3	3	1	1	
Agropecuária	15	Catanduva		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
Agropecuária	15	São José do Rio Preto	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 15			1	2	2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	
Agropecuária	19	Araçatuba		X						X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 19			1	1						1			1	1	1	1	1	1	
Agropecuária	21	Marília		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 21			1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Agropecuária	22	Presidente Prudente		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 22			1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
TOTAL MONITORES FIXOS			30	53	15	40	40	40	19	51	6	6	2	46	46	50	50	33	29
			ESTAÇÕES								MÓVEIS								
Industrial	6	Perus - EM ³	X	X						X									
TOTAL MONITORES MÓVEIS			1	1						1									
TOTAL GERAL			31	54	15	40	40	40	19	52	6	6	2	46	46	50	50	33	29

Fonte: CETESB (2020)

Nota:

- 1 - Início de operação em 23/02/2019
- 2 - Monitoramento temporariamente interrompido desde ago/2018
- 3 - Início de operação em 10/03/2019

Legenda:

MP _{2,5}	Partículas inaláveis finas	CO	Monóxido de carbono	UR	Umidade relativa do ar
MP ₁₀	Partículas inaláveis	O ₃	Ozônio	TEMP	Temperatura
SO ₂	Dióxido de enxofre	BEN	Benzeno	VV	Velocidade do vento
NO	Monóxido de nitrogênio	TOL	Tolueno	DV	Direção do vento
NO ₂	Dióxido de nitrogênio	ERT	Enxofre reduzido total	P	Pressão atmosférica
NO _x	Óxidos de nitrogênio			RAD	Radiação Total e UVA

Tabela 7 – Configuração da rede de monitoramento manual da qualidade do ar – 2019

VOCACIONAL	UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS										
			MP _{2,5}	MP ₁₀	FMC	SO ₂	PTS	ACETAL	FORMAL	BEN	TOL		
Industrial	5	Cordeirópolis - Módolo		X									
Industrial	5	Jundiaí - Centro			X								
Industrial	5	Paulínia - Bairro Cascata					X						
Industrial	5	Paulínia - João Aranha					X						
Industrial	5	Piracicaba - Algodão		X									
Industrial	5	Salto - Centro			X		X						
Industrial	5	Santa Gertrudes - Jd. Luciana		X									
TOTAL UGRHI 5				3	2		3						
Industrial	6	Campos Elíseos			X		X						
Industrial	6	Cerqueira César	X		X		X	X	X	X	X	X	X
Industrial	6	Ibirapuera			X								
Industrial	6	Osasco						X					
Industrial	6	Pinheiros			X		X	X					
Industrial	6	Santo Amaro						X					
Industrial	6	Santo André - Capuava						X					
Industrial	6	São Bernardo do Campo						X					
Industrial	6	Tatuapé			X		X						
TOTAL UGRHI 6			1		5		4	6	1	1	1	1	1
Industrial	7	Cubatão - Vila Parisi						X					
Industrial	7	Guarujá - Vicente de Carvalho		X									
TOTAL UGRHI 7				1				1					
Em industrialização	8	Franca - Cidade Nova		X									
TOTAL UGRHI 8				1									
Em industrialização	9	Jaboticabal - Jd. Kennedy		X									
TOTAL UGRHI 9				1									
Industrial	10	Itu - Centro			X								
Industrial	10	Sorocaba - Centro			X								
TOTAL UGRHI 10					2								
Em industrialização	13	São Carlos - Centro			X								
TOTAL UGRHI 13					1								
TOTAL MONITORES			1	6	10		7	7	1	1	1	1	1

Fonte: CETESB (2020)

Legenda:

MP_{2,5} - Partículas inaláveis finas

ACETAL - Acetaldeído

MP₁₀ - Partículas Inaláveis

FORMAL - Formaldeído

FMC - Fumaça

BEN - Benzeno

SO₂ - Dióxido de enxofre

TOL - Tolueno

PTS - Partículas totais em suspensão

2.3.1 Localização das Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI

O Estado de São Paulo está dividido, de acordo com a Lei Estadual nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016 (SÃO PAULO, 2016), em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs. A UGRHI está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal.

Neste relatório, as UGRHIs estão agrupadas em quatro unidades vocacionais, que são: INDUSTRIAL, EM INDUSTRIALIZAÇÃO, AGROPECUÁRIA E CONSERVAÇÃO. O **Mapa 1** apresenta, esquematicamente, o Estado de São Paulo contendo as 22 UGRHIs, em relação às atividades prioritárias (Unidades Vocacionais) e apresenta também a localização das estações de monitoramento da qualidade do ar no Estado de São Paulo.

Mapa 1 – Localização das estações no Estado de São Paulo



Fonte: CETESB (2020)

2.3.2 Observações sobre o monitoramento

O registro das principais ocorrências e observações ao longo do período de monitoramento pode auxiliar a interpretação de tendência de longo prazo. Tais eventos, normalmente, estão associados a estações que tiveram seu monitoramento parcialmente comprometido no ano, quer pela impossibilidade de monitorar durante certos períodos, quer pelo aparecimento de interferências temporárias no entorno da estação, que faz com que as medidas não reflitam, de forma abrangente, a qualidade do ar da região.

Foram observadas as seguintes ocorrências:

- Grajaú-Parelheiros (UGRHI 6): desde 2013, há movimentação de veículos pesados, na via próxima à estação, com transporte de resíduos sólidos para aterro;
- Santo André-Paço Municipal (UGRHI 6): desde 2018, estação desativada temporariamente, devido a obras da Prefeitura Municipal de Santo André no entorno da estação.

Foi iniciado monitoramento em:

- Rio Claro-Jd. Guanabara (UGRHI 5): em 23/02/19, estação automática situada na Rua 10 – JG, nº 104, Bairro Jd. Guanabara, no município de Rio Claro.
- Perus (UGRHI 6): em 10/03/19, estação automática móvel situada na Estrada São Paulo-Jundiaí, nº 1666, Bairro Perus, no município de São Paulo.

Em 2007, foi firmado o Protocolo Ambiental entre o setor sucroenergético, a Secretaria do Meio Ambiente e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, que antecipou as metas de redução da Lei Estadual nº 11.241/2002 (SÃO PAULO, 2002) para a eliminação da queima de palha de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Esse protocolo foi reafirmado em 2017, por meio do Protocolo Etanol Mais Verde (SÃO PAULO, 2017), pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Secretaria de Agricultura, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Organização de Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil e União da Agroindústria Canavieira no Estado de São Paulo, prevendo a consolidação do desenvolvimento sustentável da atividade e a superação dos desafios trazidos pela mecanização da colheita da cana no Estado, através de 10 Diretivas Técnicas a serem desenvolvidas pelas usinas e fornecedores de cana signatários do Protocolo.

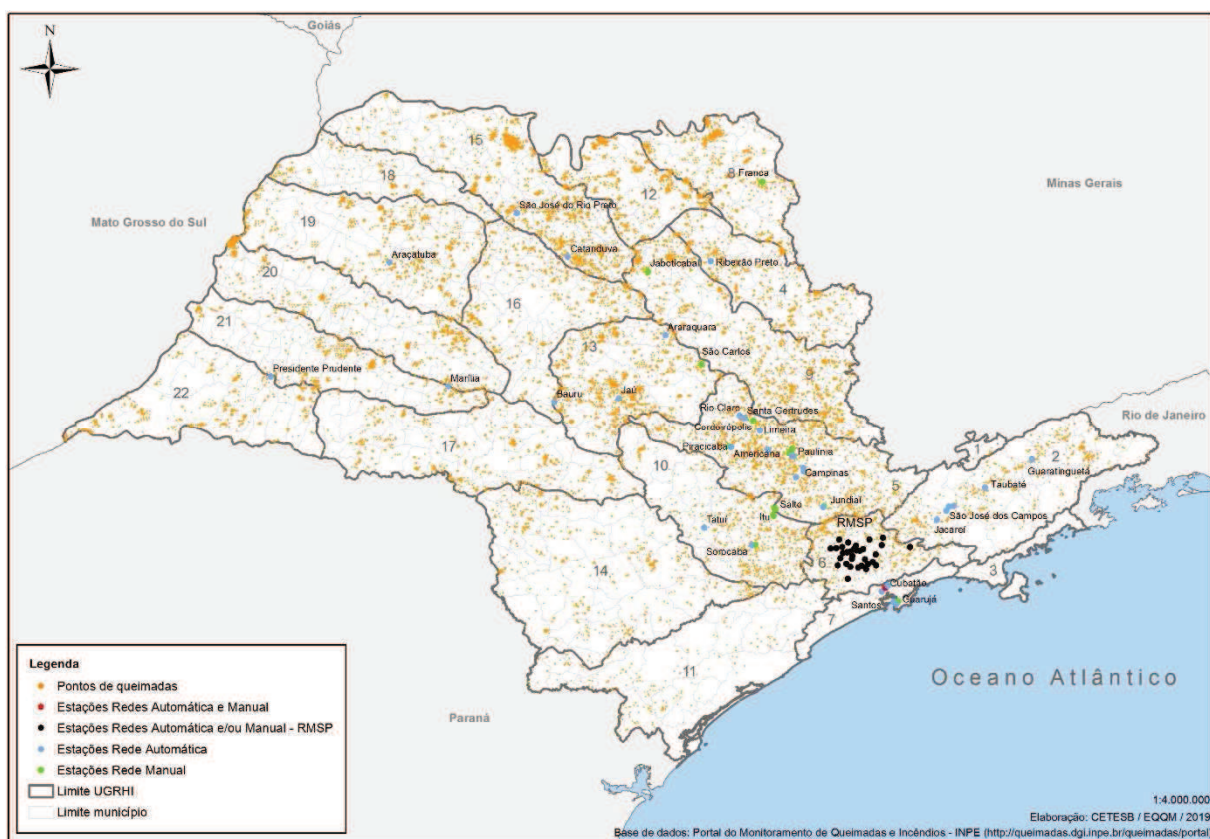
Na diretiva técnica “Eliminação da Queima”, o Protocolo antecipou as metas de redução estabelecidas na Lei Estadual nº 11.241/2002 (SÃO PAULO, 2002) para a eliminação da queima de palha de cana-de-açúcar; enquanto as usinas signatárias já tiveram a eliminação da queima durante a vigência do Protocolo anterior (2007 a 2017), uma fração de pequenos fornecedores, que possuem até 150 ha de cana-de-açúcar, estão finalizando o processo de eliminação de queima através de um plano de adequação de metas, acompanhado por suas respectivas associações. Atualmente, os signatários do Protocolo Etanol Mais Verde representam aproximadamente 95% da produção de etanol paulista (SÃO PAULO, 2019a).

As autorizações para queima de palha de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo se baseiam na legislação vigente, no Protocolo Etanol Mais Verde, nos limites estabelecidos pela CETESB, na

existência de restrições legais em determinadas regiões, controle fitossanitário, entre outros. Informações sobre as autorizações, bem como as regiões onde estão suspensas as emissões de autorizações, podem ser obtidas no portal “Eliminação Gradativa da Queima de Cana-de-açúcar” (SÃO PAULO, 2019b). Na Safra 2018/2019, ainda houve 0,4% de área colhida (21.692 ha) com autorização de queima da palha de cana-de-açúcar, num total de 5,42 milhões de hectares de área de colheita no Estado de São Paulo.

No período de maio a setembro de 2019, vários focos de queimadas foram registrados por satélites ambientais no Estado de São Paulo (INPE, 2019a), conforme apresentado no **Mapa 2**, apesar das suspensões das autorizações de queima de palha de cana-de-açúcar em algumas localidades e das reduções decorrentes do Protocolo citado. As maiores ocorrências se deram nos meses de agosto e setembro, correspondendo a 68% do total dos focos observados entre maio e setembro de 2019. Quando comparado com o mesmo período de 2018, foi observada uma redução de 9% dos focos de queimada, em todo o Estado de São Paulo (INPE, 2019a).

Mapa 2 – Localização dos focos de queimadas observados por satélites no Estado de São Paulo – período de maio a setembro – 2019



Fonte: CETESB (2020) adaptado da base de dados do INPE (2019a)

3 Caracterização Meteorológica

São inúmeros os fatores meteorológicos que determinam o comportamento dos poluentes primários na atmosfera sendo que, dentre eles, o comportamento da precipitação pluviométrica permite verificar qualitativamente se a atmosfera esteve mais ou menos estável, favorecendo ou não a dispersão desses poluentes. Para a caracterização das condições de dispersão dos poluentes primários e de formação de poluentes secundários no Estado de São Paulo, foram utilizadas as informações sobre precipitação pluviométrica e outras variáveis meteorológicas, disponíveis nas páginas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019a) e da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo (CEDEC, 2019), para as estações meteorológicas de Santos (Baixada Santista), São José dos Campos (Vale do Paraíba), Mirante de Santana e Guarulhos (RMSP), Bauru, Araraquara e Campinas (Central), Barretos, Franca e Ribeirão Preto (Norte), Sorocaba, Registro e Itapeva (Sul), Marília e Presidente Prudente (Sudoeste), Araçatuba e São José do Rio Preto (Oeste-Noroeste). Também foram utilizadas as informações de variáveis meteorológicas medidas pela rede de estações automáticas da qualidade do ar da CETESB (CETESB, 2019b), do Portal Agrometeorológico e Hidrológico no Estado de São Paulo (CIIAGRO, 2019) e do Banco de dados hidrológicos do Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2019). Além dessas informações foram utilizadas as análises ProgMet elaboradas em conjunto pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e o INMET (INMET, 2019b); e análises de Relatório Climático Mensal do Grupo de Estudos Climáticos (GrEC) do IAG/USP (IAG, 2019). É necessário esclarecer que a análise das condições meteorológicas ocorridas durante o ano de 2019 foi efetuada de maneira qualitativa.

No inverno de 2019, durante os meses de maio e junho ainda houve atuação do fenômeno de escala global El Niño-Oscilação Sul (ENOS), com fraca intensidade, e ocorrências de anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), que influenciaram nas condições oceânicas e atmosféricas no Pacífico Equatorial, de acordo com as publicações Progmet (INMET, 2019b) e GrEC (IAG, 2019). O aquecimento das águas superficiais na costa do Pacífico Equatorial Oeste ocasionou um aumento da atividade convectiva nessa região e, conseqüentemente, influenciaram no regime de chuva nas regiões do Brasil, ocasionando anomalias positivas de precipitação na região Sul do Brasil e inibição da passagem de sistemas frontais pela região Sudeste. No decorrer dos meses de julho, agosto e setembro, houve o predomínio da neutralidade das condições oceânicas e atmosféricas em relação ao fenômeno ENOS no Pacífico Equatorial, indicando o término do mesmo. Entretanto, apesar de as passagens de sistemas frontais pelo litoral paulista terem sido mais frequentes, estas tiveram fraca atuação sobre a parte continental, sendo observadas anomalias negativas de precipitação em vários locais, como na RMSP e, principalmente, no interior do Estado.

O período de maio a setembro é o mais desfavorável para a dispersão de poluentes primários no Estado de São Paulo. Em 2019, houve 36 dias com condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes, correspondendo a 24% do período, sendo um pouco superior ao ocorrido em 2018. Esta situação está relacionada com a ocorrência de chuvas inferiores às médias climatológicas esperadas nos meses de maio, junho e agosto. Embora, em dois dias no início do mês de julho, o acumulado de chuva tenha sido cerca de 3 vezes o valor da média climatológica mensal, no restante dos dias não

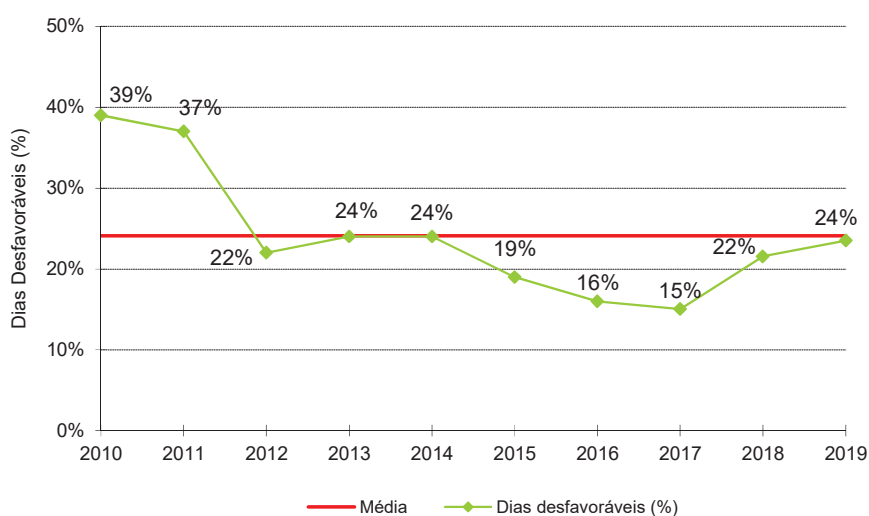
houve precipitação significativa. A ocorrência de precipitação, por si só, indica que a atmosfera está instável e, assim sendo, essa instabilidade influencia as outras variáveis meteorológicas, como por exemplo, a velocidade dos ventos.

A seguir, é apresentada uma análise dos principais parâmetros meteorológicos medidos na RMSP, pela CETESB e outras instituições, no período de maio a setembro. De maneira geral, esta análise das condições meteorológicas pode ser extrapolada para as demais regiões do Estado,

3.1 Condições Meteorológicas de Dispersão

No **Gráfico 1**, é apresentada a porcentagem de dias em que as condições meteorológicas foram desfavoráveis à dispersão dos poluentes na atmosfera, nos meses de maio a setembro, entre os anos de 2010 e 2019. A porcentagem de dias desfavoráveis no inverno de 2019 foi igual à média dos últimos dez anos, com 24% dos dias. A maior parte dos dias desfavoráveis ocorreu em dias com altas porcentagens de calmaria, inversões térmicas próximas à superfície (vide **Tabelas B** do **Apêndice A**) e ausência de chuvas, entretanto, esses dias não se deram em períodos prolongados consecutivos.

Gráfico 1 – Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes (maio a setembro)



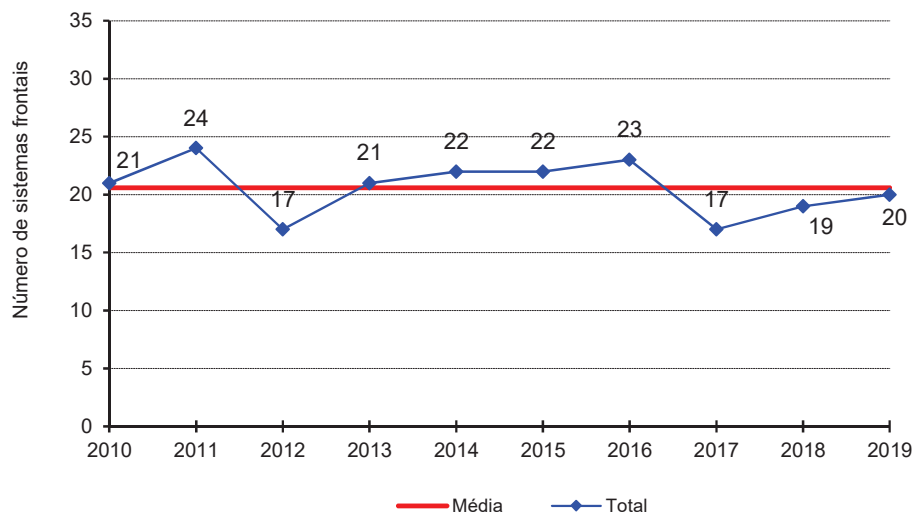
Fonte: CETESB (2020)

A seguir, são analisados parâmetros meteorológicos que atuam nas condições de dispersão atmosférica de poluentes na RMSP.

A mudança de uma situação desfavorável para favorável à dispersão de poluentes ocorre normalmente quando um sistema frontal atinge a RMSP, uma vez que torna instável a atmosfera provocando, de maneira geral, a ocorrência de chuvas e o aumento da ventilação. O **Gráfico 2** mostra o número de passagens de sistemas frontais e a respectiva média no período de maio a setembro, de 2010 a 2019, onde se observa que a quantidade de frentes que atuaram sobre a RMSP em 2019 foi próxima à média do período, sendo um dos menores valores nesses dez anos. Entretanto, com exceção do mês de junho, houve uma regularidade na passagem de sistemas frontais sobre a região (vide **Tabela D** do

Apêndice A), porém com menor atividade convectiva e atuação principalmente na faixa leste do Estado.

Gráfico 2 – Número de sistemas frontais (maio a setembro)



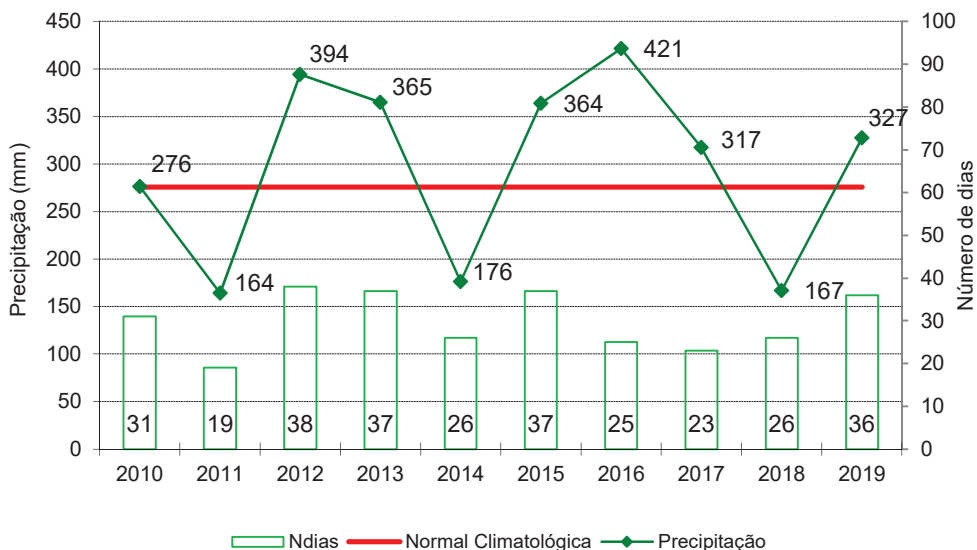
Fonte: CETESB (2020)

A ocorrência de precipitação pluviométrica, além de ser um indicador de que a atmosfera está instável, ou seja, com movimentos de ar que favorecem a dispersão de poluentes, promove a remoção dos mesmos. O **Gráfico 3** mostra as precipitações totais ocorridas de 2010 a 2019 e a normal climatológica de 1961-1990 para o período de maio a setembro.

Em 2019, o total de chuva entre maio e setembro ficou acima da normal climatológica do mesmo período, entretanto, em dois dias de julho choveu cerca de 3 vezes o valor da média do mês, destacando-se o dia 05/07/19 com 124 mm de precipitação. Desse modo, desconsiderando esse dia atípico, os meses de maio, junho, julho e agosto tiveram os menores índices de precipitação, ficando significativamente abaixo das respectivas médias climatológicas.

Destaca-se também que, em junho, julho, agosto e setembro, as chuvas se concentraram principalmente na primeira semana de cada mês. No decorrer de cada mês, em alguns dias, além da ausência de precipitação, houve alguns dias com baixos percentuais de umidade relativa do ar (vide **Gráfico 7**), que propiciaram condições para ocorrência de focos de queimada, principalmente no mês de setembro, sendo também observadas condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão atmosférica de poluentes. (vide **Tabela C** do **Apêndice A**).

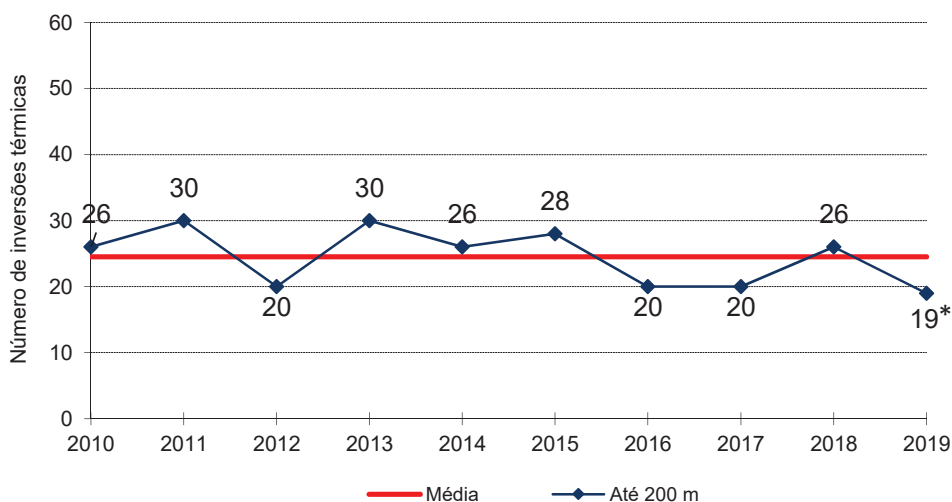
Gráfico 3 – Precipitação total de 2010 a 2019 e Normal Climatológica de 1961 a 1990 São Paulo – (maio a setembro)



Fonte: Dados de precipitação da estação Mirante de Santana do INMET (INMET, 2019a)
 Nota: Média da Normal Climatológica adaptada de (INMET, 2009).

A ocorrência de inversão térmica próxima à superfície dificulta a dispersão de poluentes para níveis mais altos da atmosfera, provocando um aumento das concentrações dos poluentes próximo à superfície. O **Gráfico 4** mostra o número de ocorrências de inversões térmicas com altura da base igual ou inferior a 200 metros e a média dessas inversões, nesse nível de altitude, ocorridas entre 2010 e 2019. Ressalta-se que, entre os dias 23 de maio e 25 de junho, não houve dados de radiossondagem.

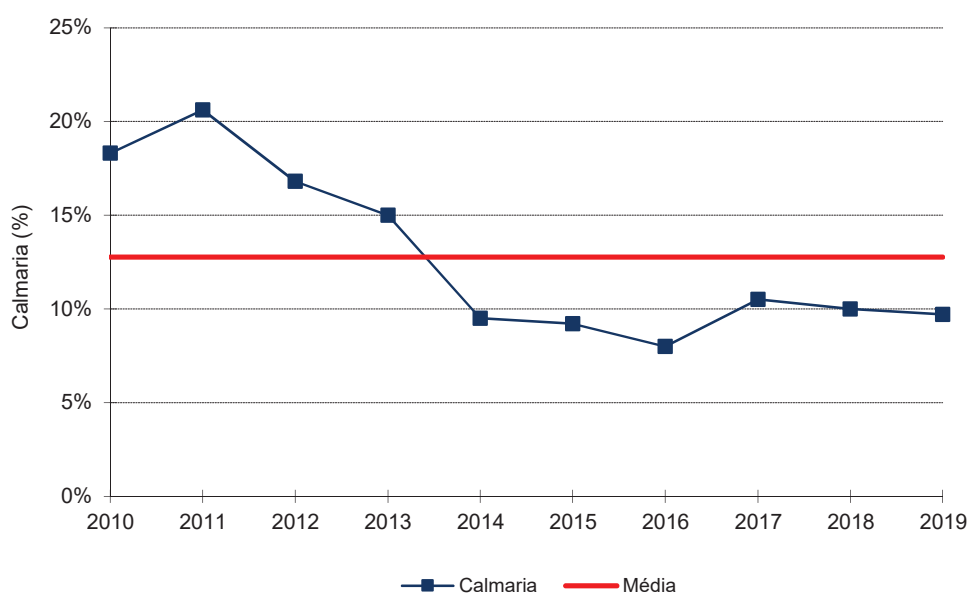
Gráfico 4 – Número de ocorrências de inversões térmicas Aeroporto de Marte (maio a setembro)



Fonte: adaptado de radiossondagens do Aeroporto de Campo de Marte (CETESB, 2019b) e WYOMING (2019)
 Nota: * de 23 de maio a 25 de junho/2019, ausência de dados de radiossondagem

O aumento das concentrações de poluentes próximos à superfície está relacionado à ocorrência de períodos do dia com alta porcentagem de calmaria (ventos inferiores a 0,5 m/s) e ventos fracos. Os **Gráficos 5 e 6** mostram, respectivamente, a porcentagem de calmaria e a velocidade média do vento para os meses de maio a setembro dos anos 2010 a 2019. Em 2019, a porcentagem média de calmaria no período foi semelhante ao ano anterior, ficando abaixo da média dos últimos dez anos. Apesar disso, foram observados alguns dias com ocorrência de porcentagens de calmaria superiores a 20%, que contribuíram para tornar desfavoráveis as condições de dispersão de poluentes nesses dias.

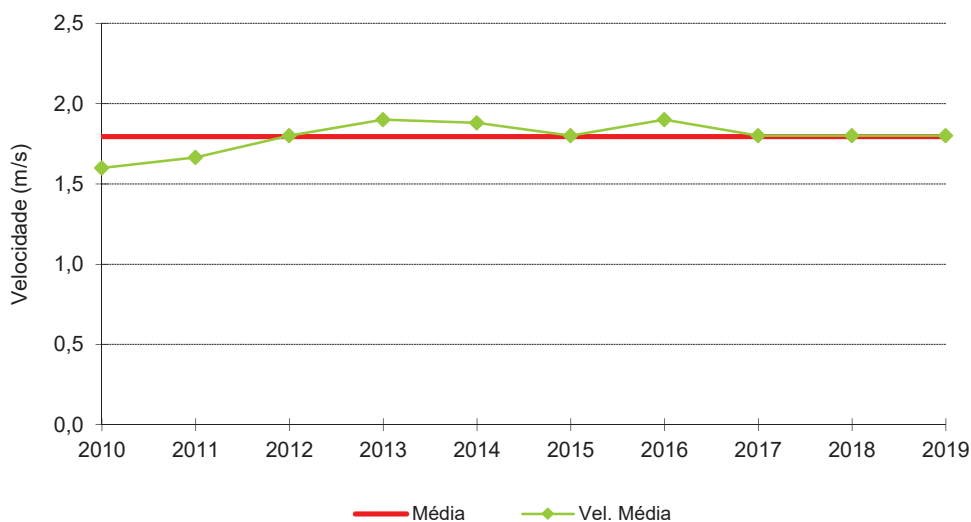
**Gráfico 5 – Porcentagem média de calmaria na RMSP
CETESB – (maio a setembro)**



Fonte: CETESB (2020)

As velocidades dos ventos de maior intensidade também favorecem a dispersão dos poluentes. No inverno de 2019, a média da velocidade do vento, conforme se verifica no **Gráfico 6**, foi igual à média dos últimos dez anos. (vide **Tabela E** do **Apêndice A**).

**Gráfico 6 – Velocidade média do vento na RMSP
CETESB – (maio a setembro)**



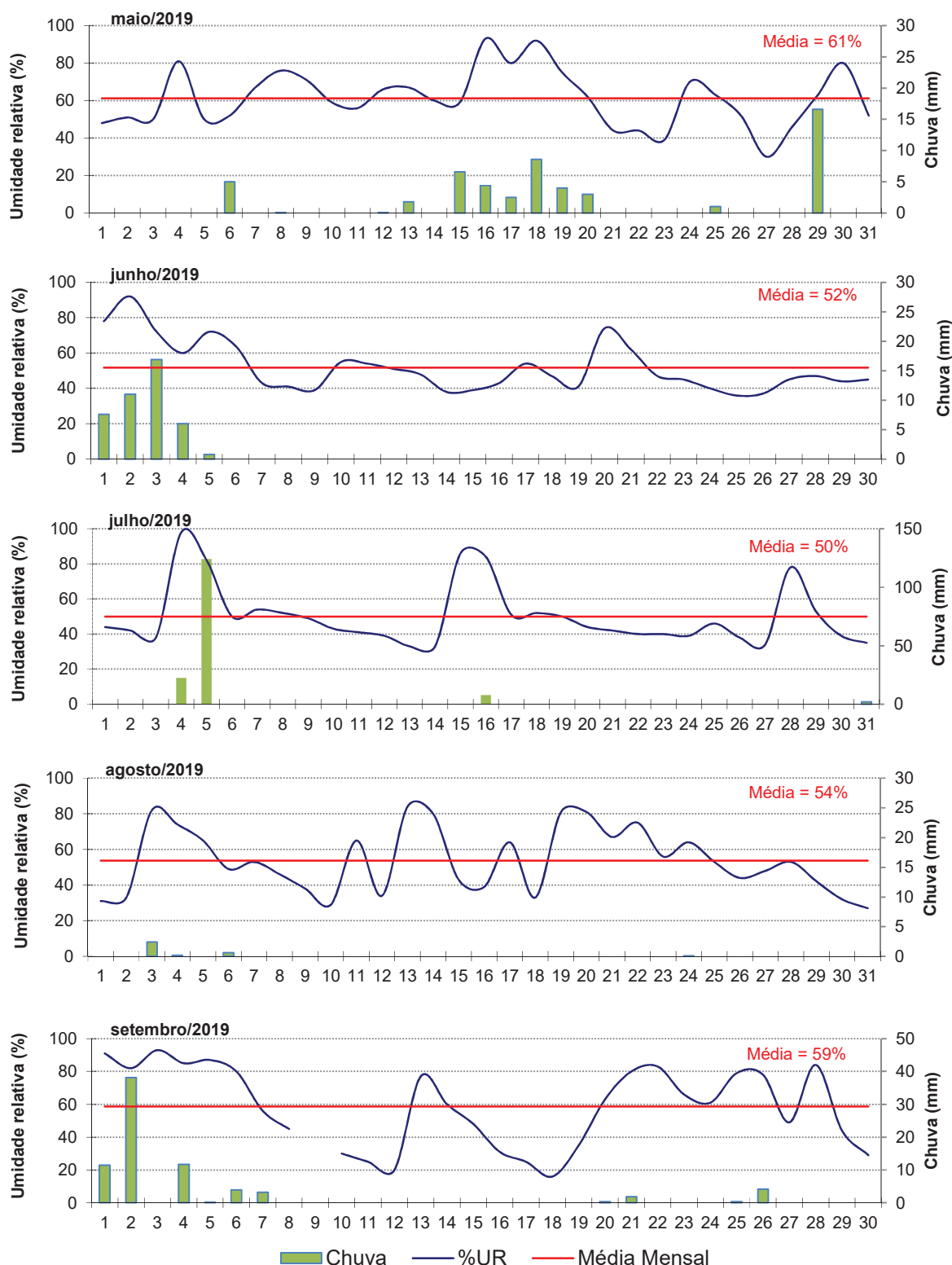
Fonte: CETESB (2020)

A umidade relativa do ar é um parâmetro meteorológico que caracteriza o tipo de massa de ar que está atuando sobre a região. A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos, além de causar desconforto à população. Este quadro se assemelha àquele decorrente dos efeitos da poluição do ar, o que torna muitas vezes difícil a distinção entre ambas as causas.

O **Gráfico 7** mostra o comportamento da umidade relativa às 15h, horário do dia em que, geralmente, a umidade apresenta os valores mais baixos. Nesse gráfico é também apresentada a precipitação diária ocorrida no período de maio a setembro. A linha reta vermelha, em cada gráfico, representa as médias dos percentuais de umidade relativa do ar às 15 horas de cada mês do período. Em 2019, foram observados alguns dias consecutivos com a umidade relativa abaixo de 40% em junho, julho, agosto e setembro. Houve poucos dias muito secos, com umidade relativa abaixo de 30%, em agosto e setembro.

As médias mensais de umidade relativa foram acima de 50%, considerando os valores das 15h, desse modo, pode-se considerar que, apesar de as chuvas mensais terem sido abaixo da respectiva média climatológica, na maioria dos dias dos meses de maio a setembro, o percentual de umidade relativa do ar foi acima de 40%.

**Gráfico 7 – Umidade Relativa às 15h e Precipitação Diária
São Paulo – Estação Mirante de Santana/INMET (maio a setembro)**



Fonte: CETESB (2020). Adaptado de INMET (2019a).

Considerando as medições realizadas nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar, nos meses de julho, agosto e setembro, as médias mensais das mínimas diárias de umidade relativa

do ar, foram acima de 40% nas estações das UGRHIs 2, 6, 7 e 10; nas demais estações do interior (UGRHIs 4, 5, 13, 15, 19, 21, 22), os valores médios mensais ficaram entre 30% e 40% (CETESB, 2019b). A ausência de dias muito secos (umidade relativa abaixo de 20%), não propiciou condições para ocorrência de focos de queimadas generalizadas no Estado de São Paulo, sendo observados somente focos de queimadas locais, principalmente nas regiões que foram mais secas, tais como Centro, Norte e Noroeste paulista (**Mapa 2**).

De modo geral, apesar do número de dias desfavoráveis à dispersão, entre maio e setembro de 2019, ter sido o maior dos últimos quatro anos (**Gráfico 2**) e da distribuição mensal das chuvas não ter sido regular (as chuvas se concentraram nas primeiras semanas de cada mês), não ocorreram períodos prolongados de dias consecutivos desfavoráveis, ou seja, houve alternância entre dias favoráveis e alguns dias desfavoráveis. Não ocorreram períodos prolongados de estiagem como os observados em setembro de 2017 e julho de 2018. Além disto, em 2019 não foram observados dias consecutivos muito secos (umidade relativa abaixo de 20%) reduzindo a ressuspensão da poeira do solo, bem como a ocorrência dos focos de queimadas.

3.2 Condições de Formação de Ozônio

O ozônio apresenta, ao longo do ano, uma distribuição de episódios totalmente distinta dos poluentes primários, uma vez que este poluente é formado na atmosfera através de reações fotoquímicas que dependem da radiação solar, dentre outros fatores.

Desta forma, concentrações elevadas de ozônio ocorrem com mais frequência no período de primavera e verão, época em que os meses são mais quentes e com maior incidência de radiação solar no topo da atmosfera, e com menor frequência nos meses de maio a julho. Assim, neste relatório, diferentemente dos poluentes primários, a análise do ozônio compreenderá os meses de janeiro a setembro de 2019.

No primeiro trimestre, as condições oceânicas ao longo da faixa equatorial do Pacífico apresentaram anomalias positivas de temperatura da superfície do mar, no entanto, o acoplamento oceano-atmosfera foi observado apenas a partir de fevereiro, finalmente configurando o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), de acordo com a publicações Relatório Climático Mensal de janeiro a março do Grupo de Estudos Climáticos (GrEC) do IAG/USP (IAG, 2019). Em janeiro, a presença de um anticiclone anômalo na costa da região Sudeste, provocou chuvas inferiores às médias climatológicas em praticamente todo o Estado de São Paulo, com exceção de São José dos Campos, Registro e Santos, que foram superiores, e de grande parte da RMSP, onde as precipitações foram bem distribuídas e próximas às médias climatológicas. Em fevereiro e março, o anticiclone anômalo não esteve mais presente e as precipitações foram superiores às médias climatológicas em praticamente todo o Estado de São Paulo, com exceção da região central, de São José do Rio Preto e Presidente Prudente em fevereiro e de Barretos, Sorocaba e Presidente Prudente em março.

Quanto às temperaturas, o mês de janeiro teve médias mensais das máximas temperaturas bem superiores às respectivas médias climatológicas em praticamente todo o Estado. Nos meses de fevereiro e março, essas médias mensais foram superiores ou próximas às respectivas médias

climatológicas nas regiões Norte, Oeste/Noroeste e Centro do Estado, enquanto nas demais regiões, incluindo a RMSP, foram inferiores ou próximas da média.

Durante o primeiro trimestre houve condições propícias à formação de ozônio, que ocasionaram 17 dias de ultrapassagens do padrão deste poluente, sendo dez dias em janeiro, cinco em fevereiro e dois em março. Todas as ultrapassagens do padrão ocorreram quando o Estado se encontrava sob a atuação de uma área de instabilidade continental ou associada a uma frente fria no oceano, em dias com altas temperaturas e alta incidência de radiação solar. Em alguns desses dias houve precipitações, no final da tarde ou início da noite, devido à convecção por aquecimento, porém, as chuvas não impediram a ocorrência de elevadas concentrações de ozônio antes das mesmas.

No segundo trimestre, permaneceram as anomalias positivas de temperatura da superfície do mar ao longo da faixa equatorial do Pacífico, mantendo as condições de El Niño, porém, já a partir de abril, foi observado o enfraquecimento do mesmo. As precipitações em grande parte do Estado foram superiores às médias climatológicas em abril, com exceção de Bauru, Araçatuba e de parte das regiões Sul e Sudeste. Em maio as precipitações voltaram a ser inferiores às médias climatológicas em praticamente todo o Estado, com exceção de Santo André, São José dos Campos, Franca, Registro e Santos. Em junho, as precipitações se mantiveram inferiores às médias climatológicas em parte da RMSP (Capital e Santo André) na Baixada Santista e nas regiões Norte, Oeste/Noroeste e Centro do Estado. Nas regiões Sudoeste e Sul do Estado, com exceção de Sorocaba, e parte de RMSP (Guarulhos e Osasco) as precipitações foram superiores às médias, no entanto, ocorreram praticamente nos cinco primeiros dias do mês devido a passagem de um sistema frontal.

Nesse trimestre, as médias mensais das máximas temperaturas foram, em geral, pouco acima ou próximas das respectivas médias mensais climatológicas.

No segundo trimestre as condições meteorológicas, de maneira geral, não foram propícias à formação de ozônio. Entretanto, em seis dias de abril houve ultrapassagens do padrão desse poluente. Com exceção de Cubatão-Centro (uma ultrapassagem do padrão ocorrida em 20/04/2019), todas as outras ultrapassagens do padrão ocorreram na RMSP, quando o Estado se encontrava sob a atuação de uma área de instabilidade continental, em dias com altas temperaturas.

No terceiro trimestre, a partir de julho, as temperaturas da superfície do mar do Pacífico Equatorial Central e Leste estiveram dentro da normalidade, indicando o término do evento ENOS. As condições de neutralidade em relação a esse fenômeno se mantiveram no decorrer do trimestre. As precipitações em julho, com exceção de Bauru, Barretos e Franca, foram superiores às médias climatológicas em praticamente todo o Estado, porém ocorreram praticamente apenas entre os dias 04 e 06 de julho, com a passagem de um sistema frontal. A precipitação acumulada em 24 horas, entre os dias 04 e 05 de julho, registrada no Mirante de Santana, pelo INMET, foi 124 mm, que corresponde a aproximadamente 2,6 vezes a média climatológica. Em agosto as precipitações foram inferiores às médias climatológicas em praticamente todo o Estado de São Paulo, com exceção de São José dos Campos, Franca, Presidente Prudente, São José do Rio Preto e Santos. Já em setembro, as precipitações foram superiores às médias nas Regiões Centro (exceção de Bauru) e Norte, enquanto foram inferiores nas demais regiões, com exceção de São José dos Campos, São José do Rio Preto e Santos.

Em relação à temperatura, no mês de julho, em geral, as médias mensais das máximas temperaturas foram um pouco superiores às respectivas médias climatológicas em praticamente todo o Estado, com exceção de São José dos Campos e Marília. Agosto apresentou temperaturas inferiores às médias climatológicas das máximas temperaturas na RMSP, São José dos Campos, Sorocaba e Marília, em setembro, voltou a apresentar temperaturas superiores às médias das máximas.

As condições meteorológicas foram pouco propícias à formação de ozônio nos meses de julho e agosto, diferentemente do ocorrido em setembro, quando foram verificadas 9 dias em que houve ultrapassagem do padrão desse poluente. Em praticamente todos os dias de ultrapassagem do padrão, o Estado se encontrava sob atuação de um anticiclone subtropical, em dias de altas temperaturas e sem precipitação. As exceções foram os dias 13 e 14 de setembro, quando houve a passagem de uma frente fria pelo litoral do Estado, deixando as regiões sul e leste sob uma massa de ar frio, e as demais regiões do Estado sob uma massa de ar quente com condições propícias à formação de altas concentrações de ozônio. As ultrapassagens do padrão ocorreram em Catanduva (dia 13), São José do Rio Preto (dia 13) e Rio Claro- Jardim Guanabara (dias 13 e 14). Nesses dois dias, todas as estações de monitoramento da RMSP registraram a qualidade BOA para ozônio.

Pode-se sumarizar que os dois primeiros trimestres foram marcados pela atuação de um anticiclone anômalo em janeiro e, a partir de fevereiro, pela atuação do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) no oceano Pacífico Equatorial, com sinais de enfraquecimento a partir de abril. No decorrer de todo o terceiro trimestre houve uma neutralidade das condições oceânicas e atmosféricas em relação ao fenômeno ENOS.

De modo geral, no período entre janeiro e setembro de 2019, houve dias meteorologicamente propícios à formação de ozônio, resultando em 34 dias com ultrapassagens do padrão. Os meses de janeiro e de setembro foram os que apresentaram as maiores ocorrências de ultrapassagens do padrão desse poluente, sendo que nos meses de maio a julho o limite legal não foi excedido.

4 Qualidade do Ar no Inverno de 2019

Neste item são analisadas as variações das concentrações dos poluentes, considerando os padrões estaduais de qualidade do ar estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013).

As análises do período de exposição de curto prazo consideram os períodos de 1, 8 ou 24 horas, conforme a definição de valor diário de cada poluente. No caso dos particulados e do dióxido de enxofre, os valores diários são as médias das concentrações horárias, considerando o período de 24 horas. Para o dióxido de nitrogênio, é considerada a maior concentração horária do dia; e, para o ozônio e o monóxido de carbono, considera-se a maior concentração média de 8 horas do dia, sendo as distribuições de qualidade obtidas a partir dos dados de curto prazo. Para período de exposição longa, são apresentados os gráficos de evolução das concentrações médias, calculadas com os dados do período de maio a setembro, no período de dez anos. Caso a estação não satisfaça o critério de representatividade temporal (mínimo de 50% de dados diários válidos no período), os dados são destacados em tom mais claro, ou não são apresentados no caso dos gráficos de concentrações médias.

Por se tratar de um relatório que objetiva avaliar a qualidade do ar em período crítico à dispersão de poluentes, as análises de longo prazo se concentram na avaliação dos seguintes poluentes: material particulado, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio. A análise do ozônio será feita para o período de janeiro a setembro, uma vez que as maiores ocorrências de episódios agudos para este poluente acontecem, geralmente, nos meses de primavera e verão, com pouca ocorrência nos meses de outono e inverno.

Na avaliação de longo prazo, foram utilizados somente os dados da rede automática uma vez que as amostragens da rede manual são realizadas uma vez a cada seis dias e, muitas vezes, as tendências de evolução da qualidade do ar observadas em períodos de poucos meses não coincidem com as observadas na rede automática, que tem medições contínuas e ininterruptas. Ou seja, por sua característica de amostragem, quando se considera o período curto de tempo, os dados da rede manual sofrem maior influência das condições específicas do dia de coleta, o que pode não refletir o comportamento global do período.

As tabelas com os dados de qualidade do ar (valores médios e as quatro primeiras máximas, bem como as ultrapassagens dos padrões estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013) e pela Resolução CONAMA nº 491/2018 (BRASIL, 2018), do período de maio a setembro de 2019, para todas as estações das redes automática e manual, nas respectivas UGRHIs, são apresentadas no **Apêndice B**. Os resultados mais relevantes destas tabelas serão comentados a seguir, por poluente.

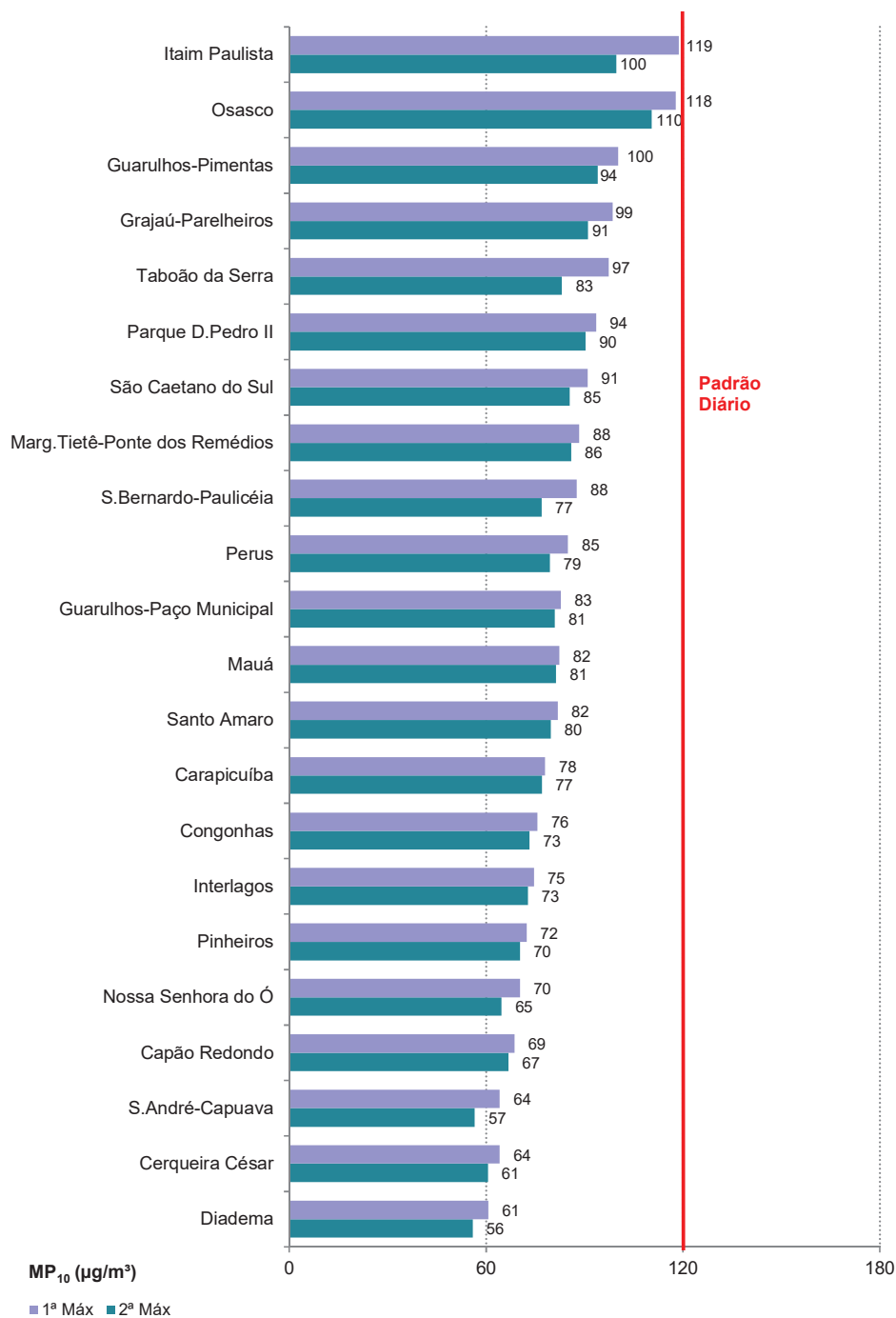
4.1 Material Particulado

Nesta seção, são apresentadas as análises para as partículas inaláveis, partículas inaláveis finas, fumaça e partículas totais em suspensão.

4.1.1 Partículas Inaláveis – MP₁₀

O **Gráfico 8** apresenta a classificação das máximas concentrações diárias de partículas inaláveis das estações da RMSP (UGRHI 6), observadas em 2019. Não houve ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo (120 µg/m³) para este poluente.

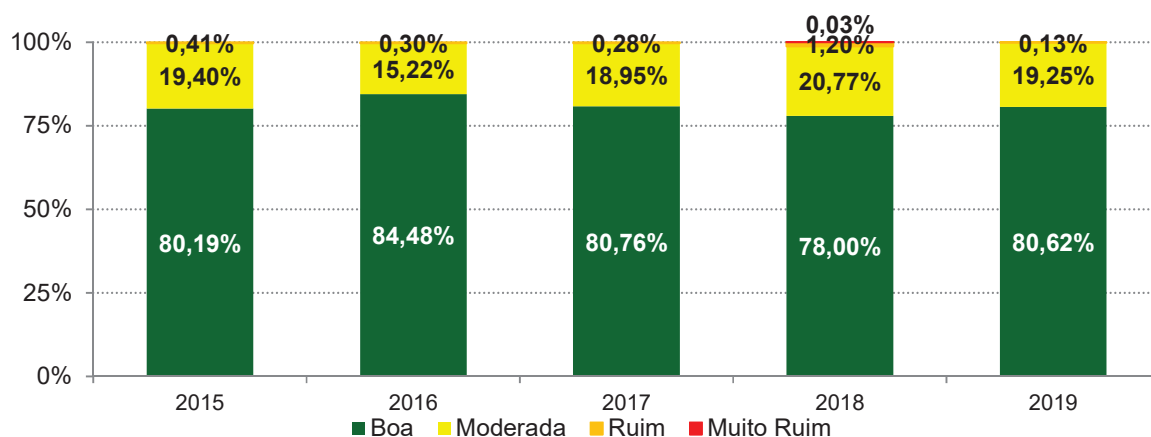
Gráfico 8 – MP₁₀ - Classificação das concentrações diárias máximas - RMSP (maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

A distribuição percentual da qualidade do ar nos anos de 2015 a 2019, para as estações automáticas da RMSP, com dados representativos no período de maio a setembro, é apresentada no **Gráfico 9**. Verifica-se que, em 2019, houve aumento do percentual da qualidade do ar BOA e redução das qualidades MODERADA e RUIM, em relação ao último ano. A qualidade do ar RUIM foi observada em poucos dias e somente nas estações Itaim Paulista e Osasco.

Gráfico 9 – MP10 – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP (Rede Automática - maio a setembro)



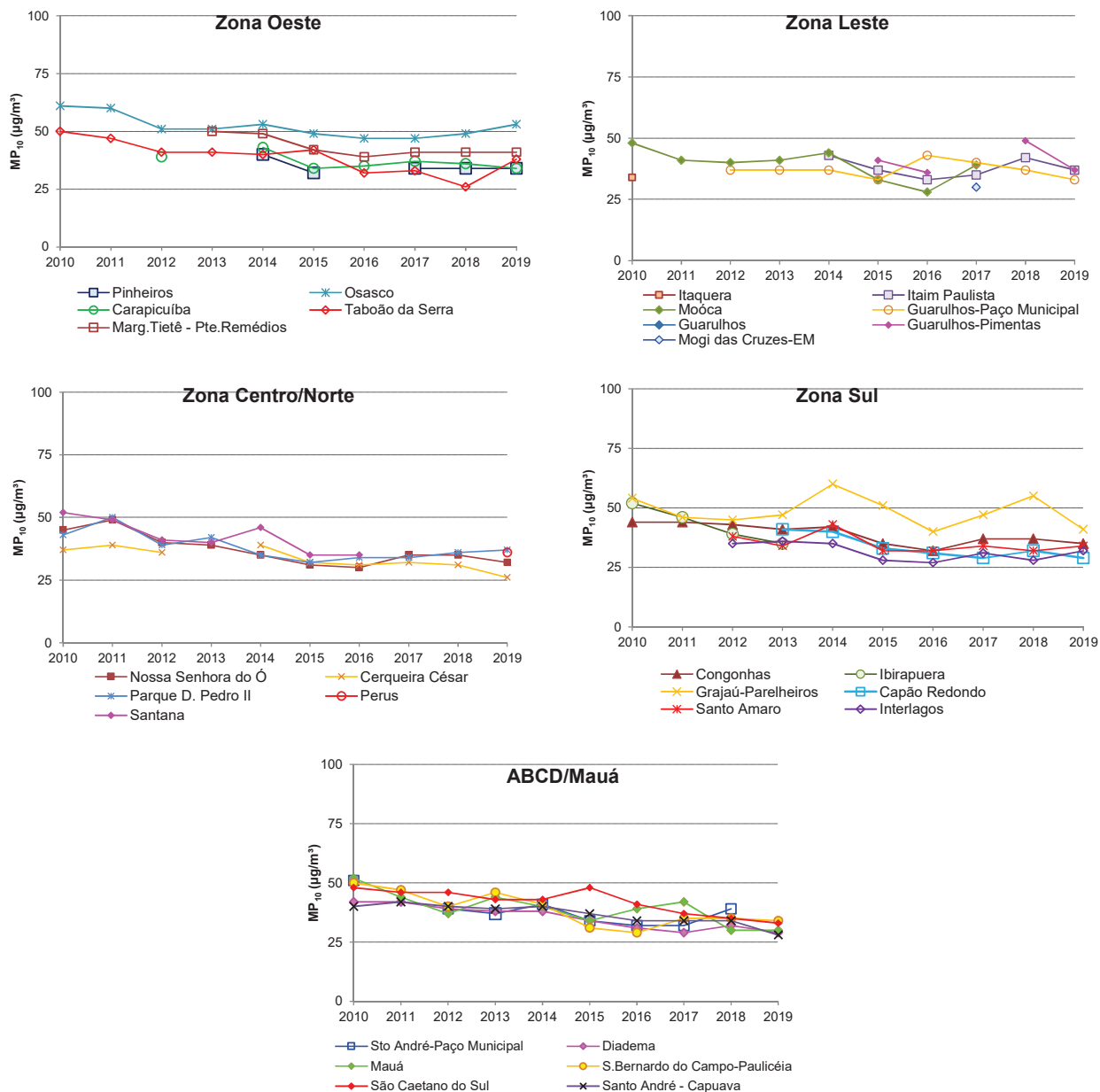
Fonte: CETESB (2020)

Nota: Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade no período.

No **Gráfico 10**, a seguir, são apresentadas as evoluções das concentrações médias de MP₁₀, no período de maio a setembro dos últimos dez anos, onde cada gráfico representa uma região da RMSP com o conjunto das respectivas estações de monitoramento. A RMSP foi separada, para facilitar a visualização, nas regiões Centro/Zona Norte, Zona Leste, Zona Sul, Zona Oeste e Região do ABCD/Mauá. Na análise das concentrações médias, pode-se observar que, em 2019, os valores médios da maioria das estações reduziram ou se mantiveram em relação aos valores médios de 2018, com exceção de Interlagos, Osasco, Santo Amaro e Taboão da Serra que tiveram aumento.

De modo geral, apesar de as condições meteorológicas de dispersão entre maio a setembro de 2019 terem sido mais desfavoráveis que os últimos quatro anos (**Gráfico 2**), houve alternância entre dias favoráveis e desfavoráveis e menor período de estiagem que nos dois anos anteriores. O fato de ter havido menor número de dias secos (baixa umidade) consecutivos, também contribuiu para redução de ressuspensão da poeira do solo e da ocorrência de focos de queimadas. Esta situação também influenciou na redução das médias de material particulado do período na maioria das estações, bem como na diminuição de ocorrência de episódios de alta concentração desse poluente.

Gráfico 10 – MP₁₀ – Evolução das concentrações médias por região– RMSP (Rede Automática - maio a setembro)



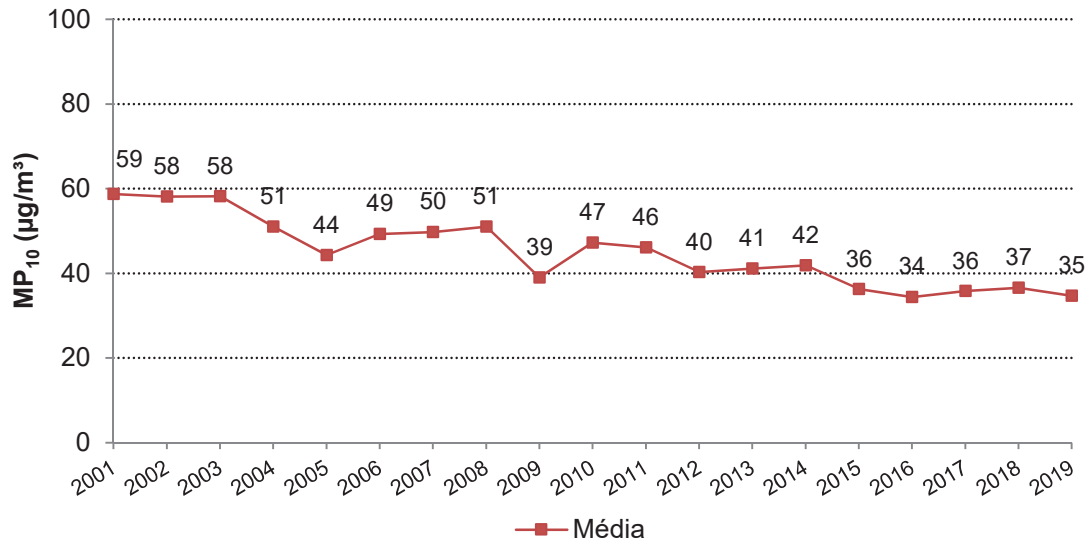
Fonte: CETESB (2020)

No **Gráfico 11**, são apresentadas as concentrações médias de MP₁₀ do período de maio a setembro, para todas as estações com dados representativos a partir de 2001.

Em função dos diversos programas de controle de emissão, dentre os quais se destacam o PROCONVE e o programa de fiscalização de veículos pesados que emitem fumaça preta em excesso, desenvolvidos pela CETESB, e por ter em grande parte sua origem nas emissões veiculares, houve uma redução deste poluente na atmosfera em comparação com os valores que eram encontrados no final da década de 1990 e início dos anos 2000.

Observa-se também que, nos últimos cinco anos, as concentrações médias tendem à estabilidade, indicando que, mesmo com as emissões veiculares cada vez mais baixas, estas são suficientes apenas para compensar o aumento da frota e o comprometimento das condições de tráfego.

**Gráfico 11 – MP₁₀ – Evolução das concentrações médias – RMSP
(Rede Automática - maio a setembro)**



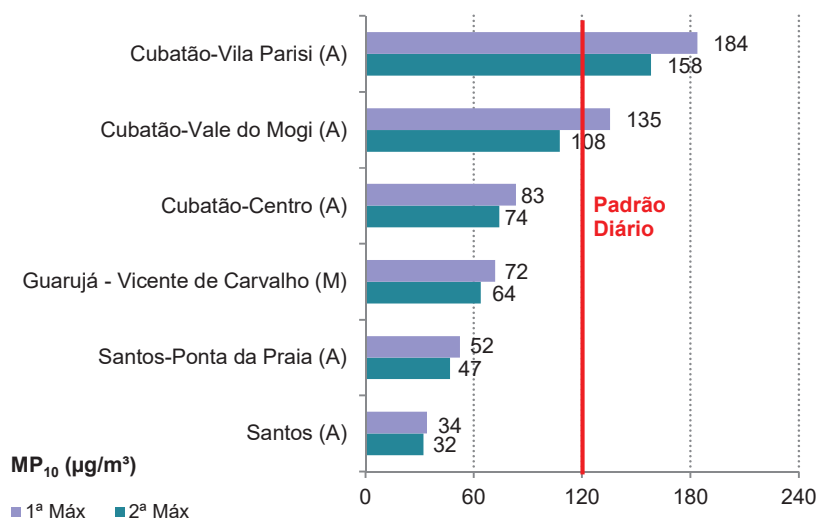
Fonte: CETESB (2020)

Nota: Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade dos dados no período, exceto Cambuci, Lapa e São Miguel Paulista.

No **Gráfico 12** é apresentada a classificação das concentrações máximas diárias de MP₁₀ registradas nas estações do litoral (UGRHI 7). Houve uma única ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo (120 µg/m³) em Cubatão-Vale do Mogi e 22 ultrapassagens em Cubatão-Vila Parisi, além de não ter atingido o Nível de Atenção em nenhuma ocasião.

Em Santos e no Guarujá, não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo em nenhuma das estações localizadas nesses municípios.

Gráfico 12 – MP₁₀ - Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHI 7 (maio a setembro)

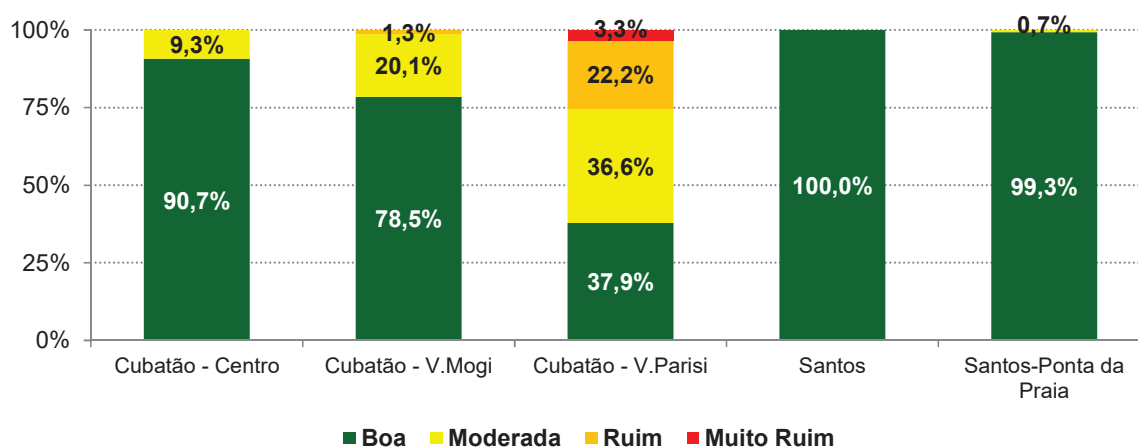


Fonte: CETESB (2020)

O **Gráfico 13** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar para MP₁₀, em 2019, nas estações do litoral. Nesse ano, houve redução do percentual de qualidade BOA e aumento da qualidade MODERADA em relação ao ano anterior nas estações de Cubatão-Centro e Cubatão-Vale do Mogi. Na estação Cubatão-Vila Parisi houve aumento dos percentuais de qualidade BOA e MODERADA e redução das qualidades RUIM e MUITO RUIM.

Em Santos, houve aumento dos percentuais de qualidade BOA na estação Santos-Ponta da Praia, chegando aos níveis observados na estação Santos, na área urbana central. Esta melhoria está associada, principalmente, às diversas ações mitigadoras desenvolvidas junto à atividade portuária nas proximidades da estação.

Gráfico 13 – MP₁₀ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHI 7 (Rede Automática - maio a setembro)



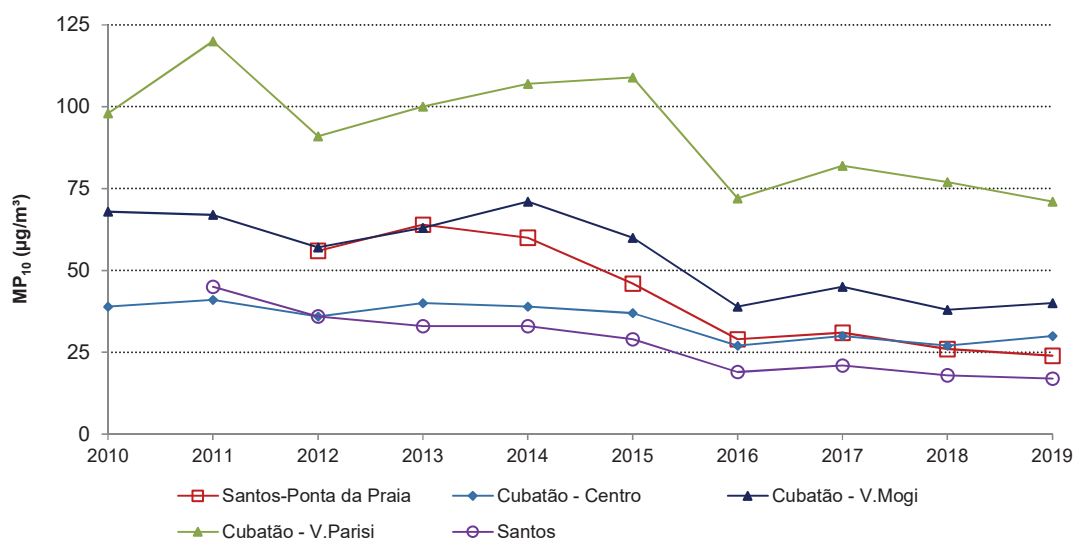
Fonte: CETESB (2020)

O **gráfico 14** mostra a evolução da concentração média para MP_{10} , no período de maio a setembro, em Cubatão e Santos. Em 2019, houve ligeiro aumento das concentrações médias em relação a 2018 nas estações Cubatão-Centro e Cubatão-Vale do Mogi; e redução nas estações Cubatão-Vila Parisi, Santos-Ponta da Praia e Santos.

Em Cubatão-Vila Parisi, as concentrações têm se mantido, ao longo dos anos, bem acima das observadas nas demais estações, em função, principalmente, das emissões do polo industrial. A estação Cubatão-Vale do Mogi, que está também inserida na área industrial, apresentou concentrações mais elevadas do que as observadas na área urbana. A queda das concentrações médias observadas, a partir de 2016, na área industrial de Cubatão, além das condições meteorológicas, pode estar também associada à paralisação de alguns processos industriais de empresas locais.

Em Santos, apesar de ter sido observado um ligeiro aumento em 2017 em ambas as estações, tem sido observada redução da concentração média, nos últimos anos, tanto nas proximidades da área portuária da Ponta da Praia quanto na área central, sendo que na área central as concentrações se apresentam em níveis bem mais baixos.

**Gráfico 14 – MP_{10} – Evolução das concentrações médias – UGRHI 7
(Rede Automática - maio a setembro)**



Fonte: CETESB (2020)

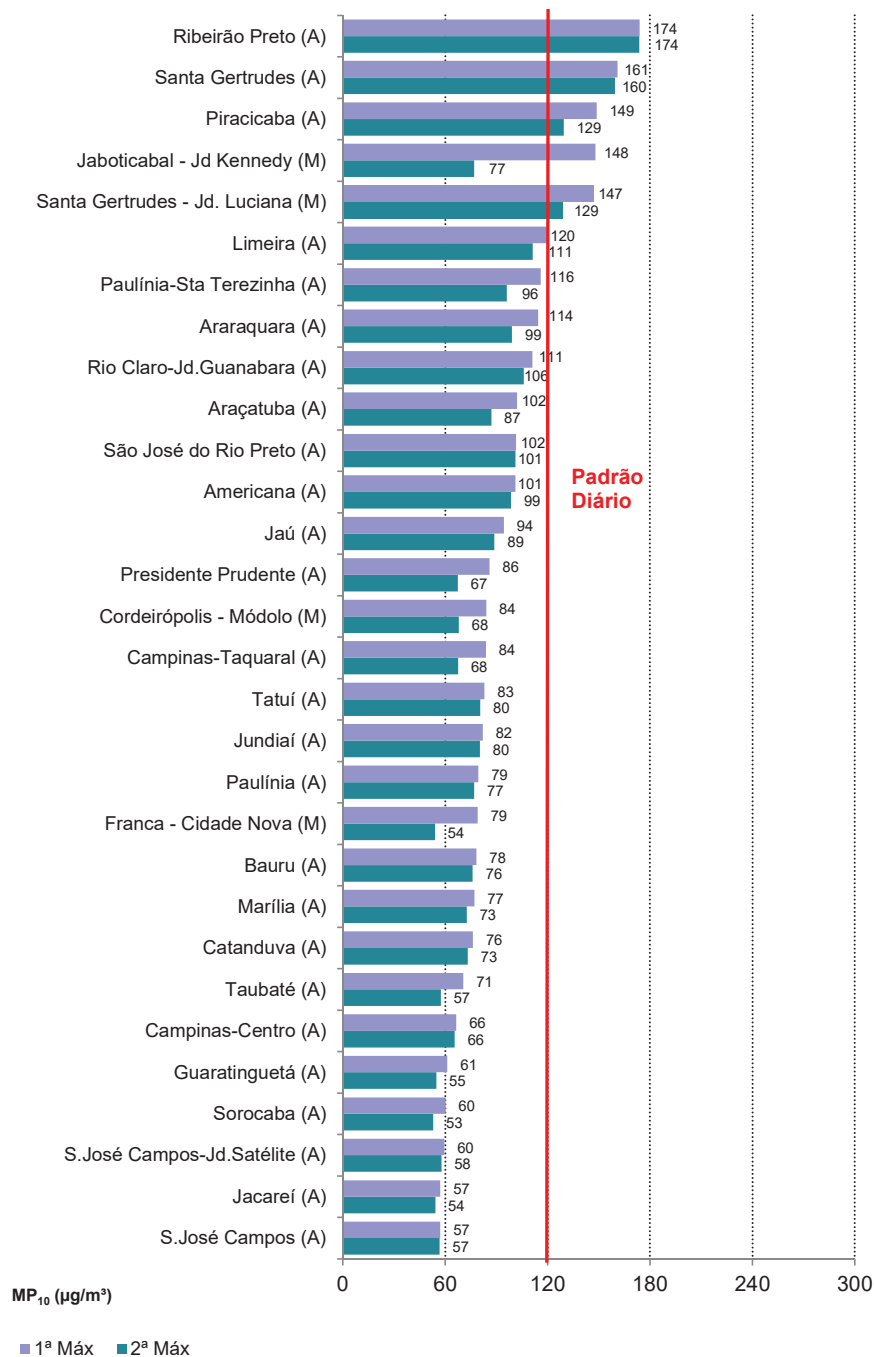
O **Gráfico 15** apresenta a classificação das máximas concentrações diárias observadas, em 2019, nas estações localizadas no interior do Estado (UGRHIs 2, 4, 5, 10, 13, 15, 19, 21 e 22). Além das estações automáticas, são também apresentados os valores obtidos nas estações manuais (M).

Nas estações automáticas, houve 14 ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação Santa Gertrudes, duas ultrapassagens na estação Piracicaba e quatro na estação Ribeirão Preto. Nas estações manuais, houve três ultrapassagens na estação Santa Gertrudes-Jd. Luciana e uma ultrapassagem na estação Jaboticabal-Jd. Kennedy. Nas demais estações, não houve nenhuma ocorrência de ultrapassagem do padrão diário de partículas inaláveis.

Em Santa Gertrudes, as atividades do polo industrial de piso cerâmico são fontes potenciais de emissão de material particulado para a atmosfera.

Em Ribeirão Preto, nos meses de agosto e setembro, ocorreram diversos focos de queimadas locais que influenciaram nas altas concentrações medidas na estação.

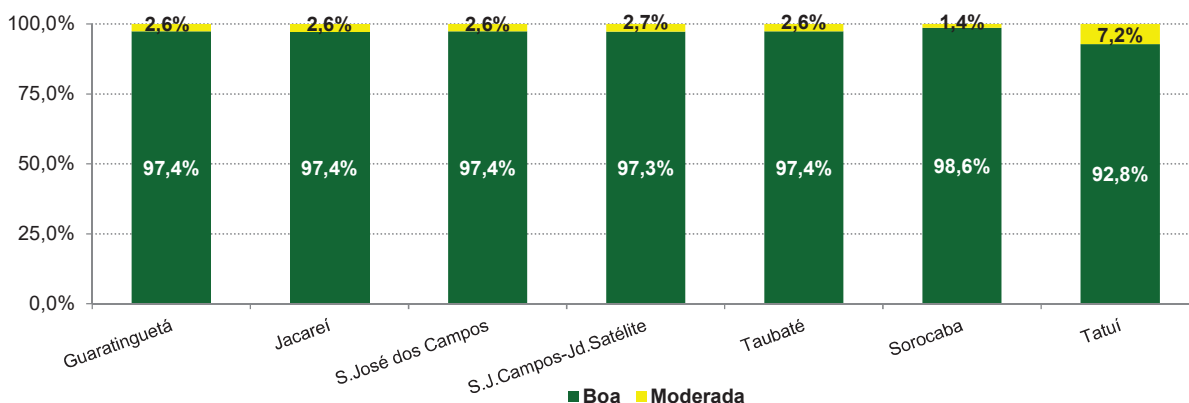
Gráfico 15 – MP₁₀ - Classificação das concentrações diárias máximas – Interior (maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

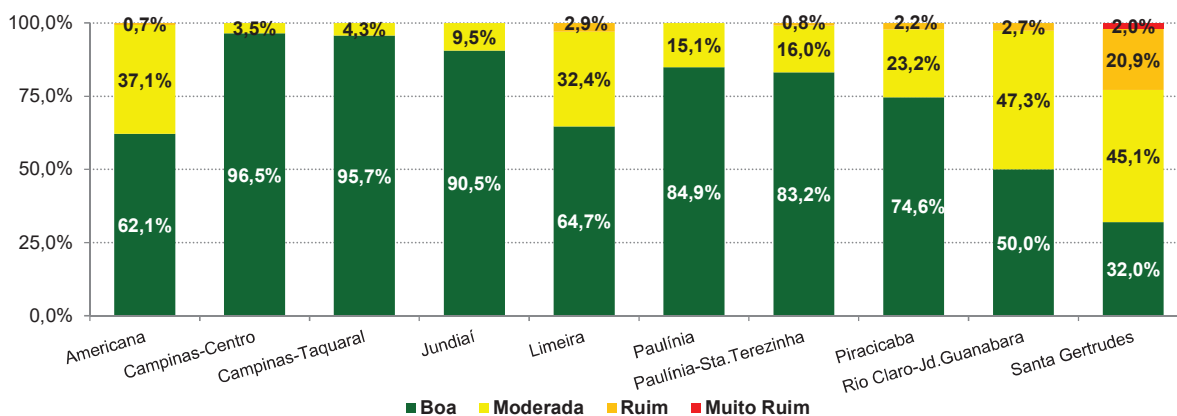
Os **Gráficos 16 a 18** apresentam a distribuição percentual da qualidade do ar para MP_{10} , em 2019, nas estações automáticas do interior. Observa-se um pequeno percentual de qualidade do ar RUIM nas estações Americana, Araçatuba, Araraquara, Limeira, Paulínia-Santa Terezinha, Piracicaba, Ribeirão Preto, Rio Claro-Jd. Guanabara e São José do Rio Preto; e de qualidade MUITO RUIM em Ribeirão Preto e Santa Gertrudes, sendo que, neste último local, o percentual de qualidade RUIM foi mais elevado.

Gráfico 16 – MP_{10} – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHIs 2 e 10 (Rede Automática - maio a setembro)



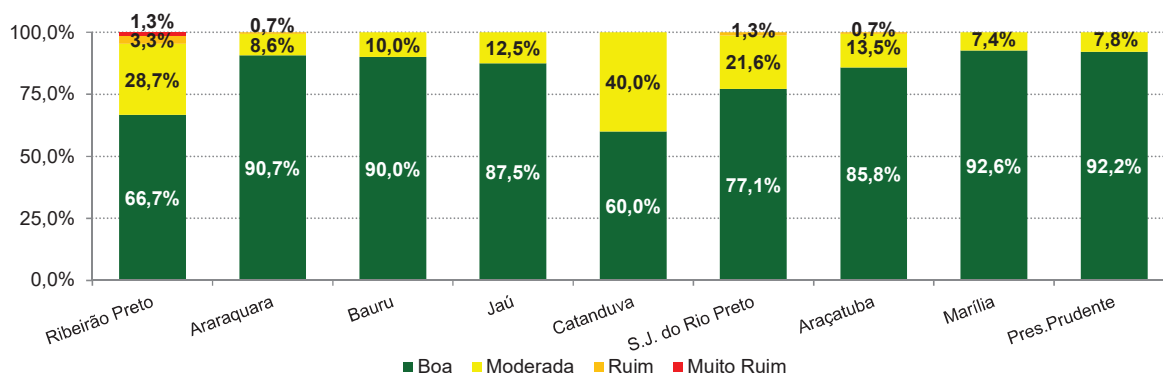
Fonte: CETESB (2020)

Gráfico 17 – MP_{10} – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHI 5 (Rede Automática - maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

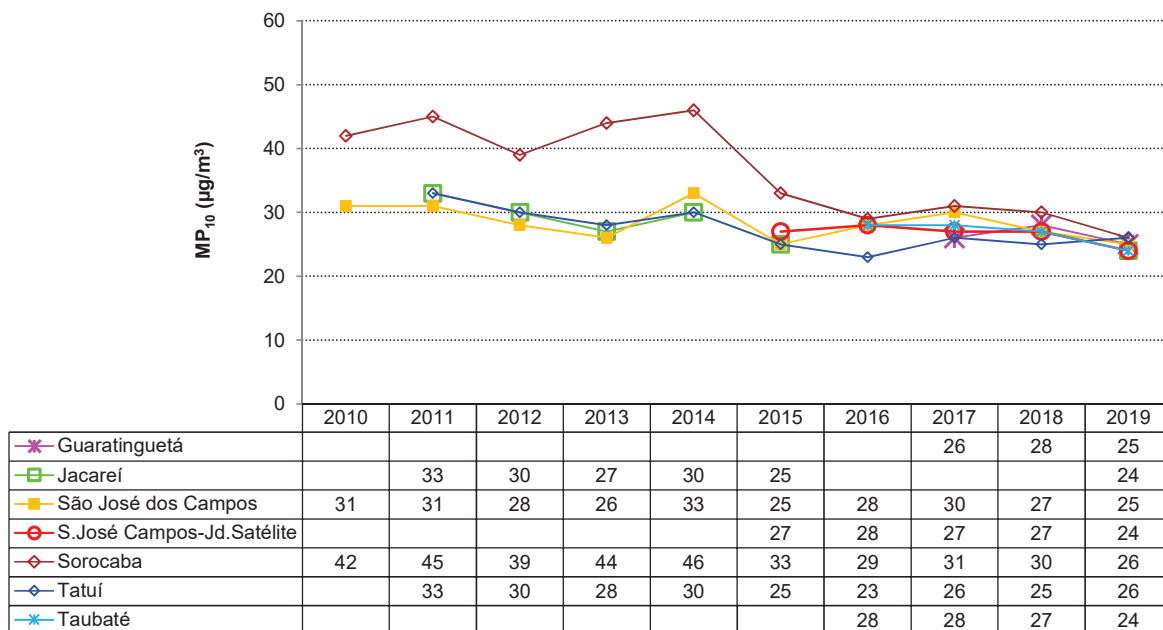
Gráfico 18 – MP₁₀ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHIs 4, 13, 15, 21 e 22 (Rede Automática - maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

O **Gráfico 19** apresenta a evolução das concentrações médias de partículas inaláveis nas estações das UGRHIs 2 e 10, onde se pode observar que houve pequena variação das concentrações médias nas estações em 2019, em relação a 2018. Observa-se que, com exceção de Tatuí, houve redução das concentrações médias nas demais estações.

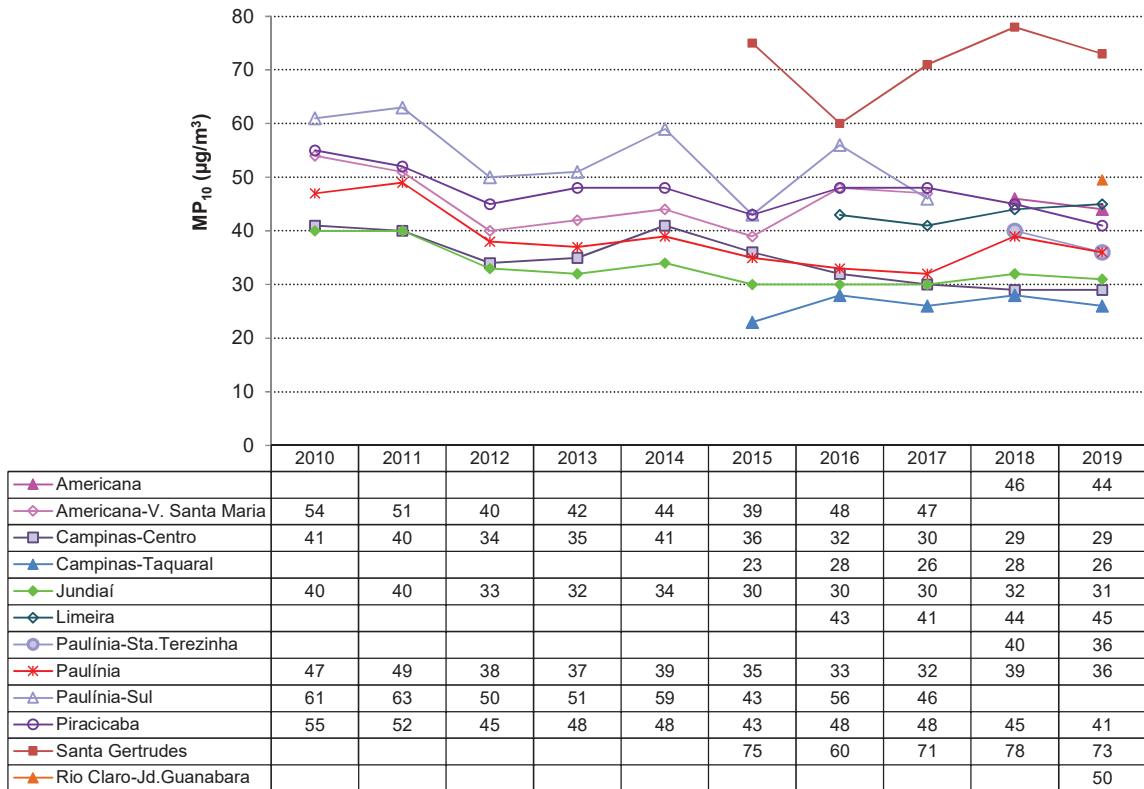
Gráfico 19 – MP₁₀ – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 2 e 10 (Rede Automática - maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

O **Gráfico 20** apresenta a evolução das concentrações médias de partículas inaláveis nas estações da UGRHI 5, onde se pode observar que, em 2019, houve redução das concentrações médias nas estações dessa região, com exceção de Campinas-Centro (que se manteve) e Limeira (que teve aumento), em relação a 2018.

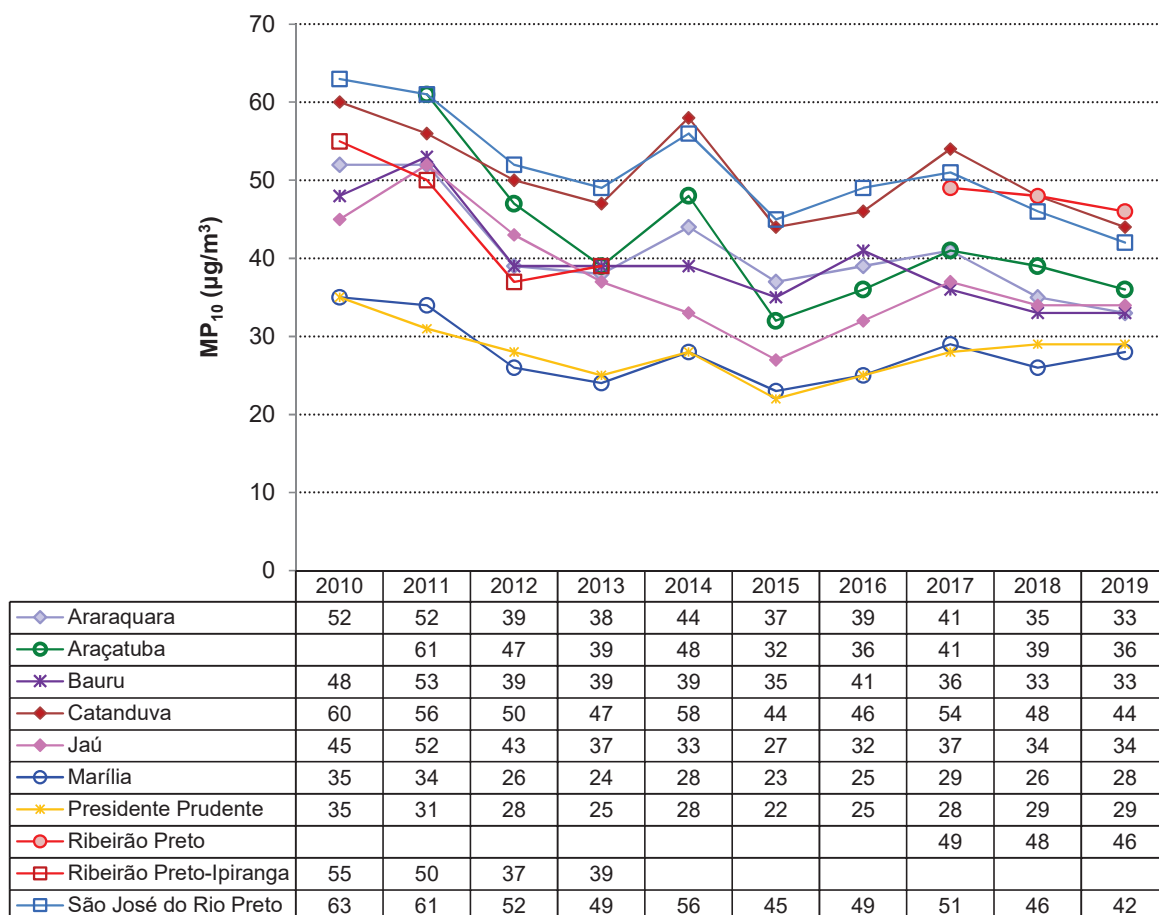
**Gráfico 20 – MP₁₀ – Evolução das concentrações médias – UGRHI 5
(Rede Automática - maio a setembro)**



Fonte: CETESB (2020)

O **Gráfico 21** apresenta a evolução das concentrações médias de partículas inaláveis nas estações das UGRHIs 4, 13, 15, 19, 21 e 22, onde se observa que, em 2019, houve redução das concentrações médias na maioria das estações, com exceção de Bauru e Jaú, que se mantiveram; e Marília, que aumentou, em relação a 2018.

Gráfico 21 – MP₁₀ – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 4, 13, 15, 21 e 22 (Rede Automática - maio a setembro)



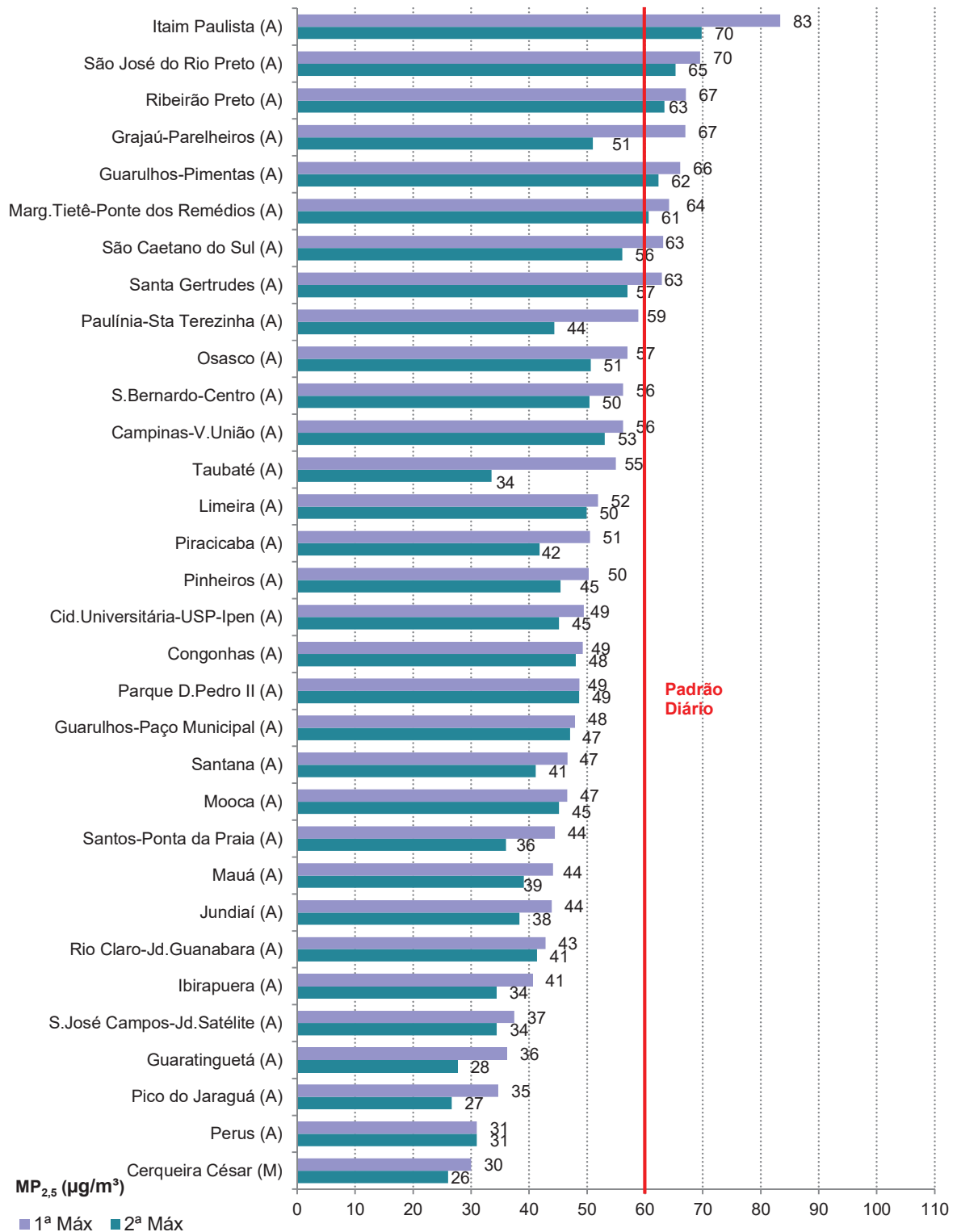
Fonte: CETESB (2020)

Semelhantemente ao ocorrido na RMSP, também houve uma redução das concentrações médias de MP₁₀ quando comparadas ao inverno de 2018, contribuindo também para tanto as condições meteorológicas descritas no **Item 3.1**.

4.1.2 Partículas Inaláveis Finas – MP_{2,5}

No **Gráfico 22** é apresentada a classificação das concentrações máximas diárias de partículas inaláveis finas medidas nas estações de monitoramento da RMSP, interior e litoral, em 2019. Na RMSP, ocorreram ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo (60 µg/m³) nas estações Grajaú-Parelheiros (1), Guarulhos-Pimentas (2), Itaim Paulista (2), Marg. Tietê-Ponte dos Remédios (2) e São Caetano do Sul (1). No interior, houve ultrapassagens nas estações Ribeirão Preto (2), Santa Gertrudes (1) e São José do Rio Preto (2); e no litoral, não houve ultrapassagens de curto prazo para este poluente.

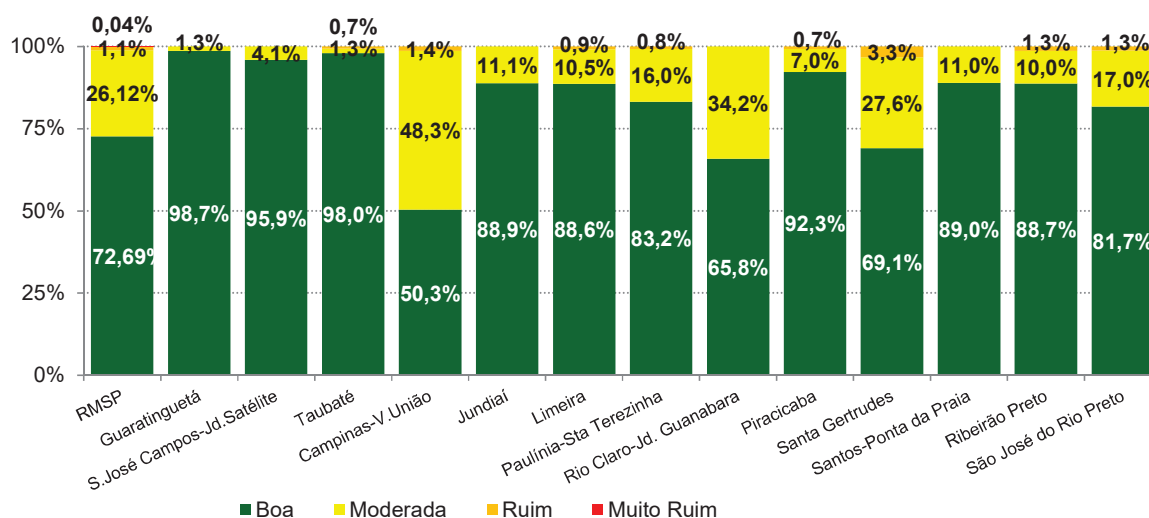
Gráfico 22 – MP_{2,5} – Classificação das concentrações diárias máximas RMSP, Litoral e Interior (maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

A distribuição percentual da qualidade do ar de MP_{2,5}, nas estações automáticas, no período de maio a setembro de 2019, é apresentada no **Gráfico 23**. Na RMSP foram observados pequenos percentuais de qualidade do ar RUIM e MUITO RUIM. No interior e litoral, reduzidas porcentagens de qualidade do ar RUIM também foram observadas na maioria das estações, exceto nas estações Guaratinguetá, Jundiaí, Rio Claro-Jd. Guanabara, Santos-Ponta da Praia e São José dos Campos-Jd. Satélite. Dentre as estações que monitoraram em 2018, houve aumento da qualidade BOA na maioria das estações, com exceção de Campinas-V. União, Guaratinguetá e Ribeirão Preto.

Gráfico 23 – MP_{2,5} – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP, Litoral e Interior (Rede Automática - maio a setembro)

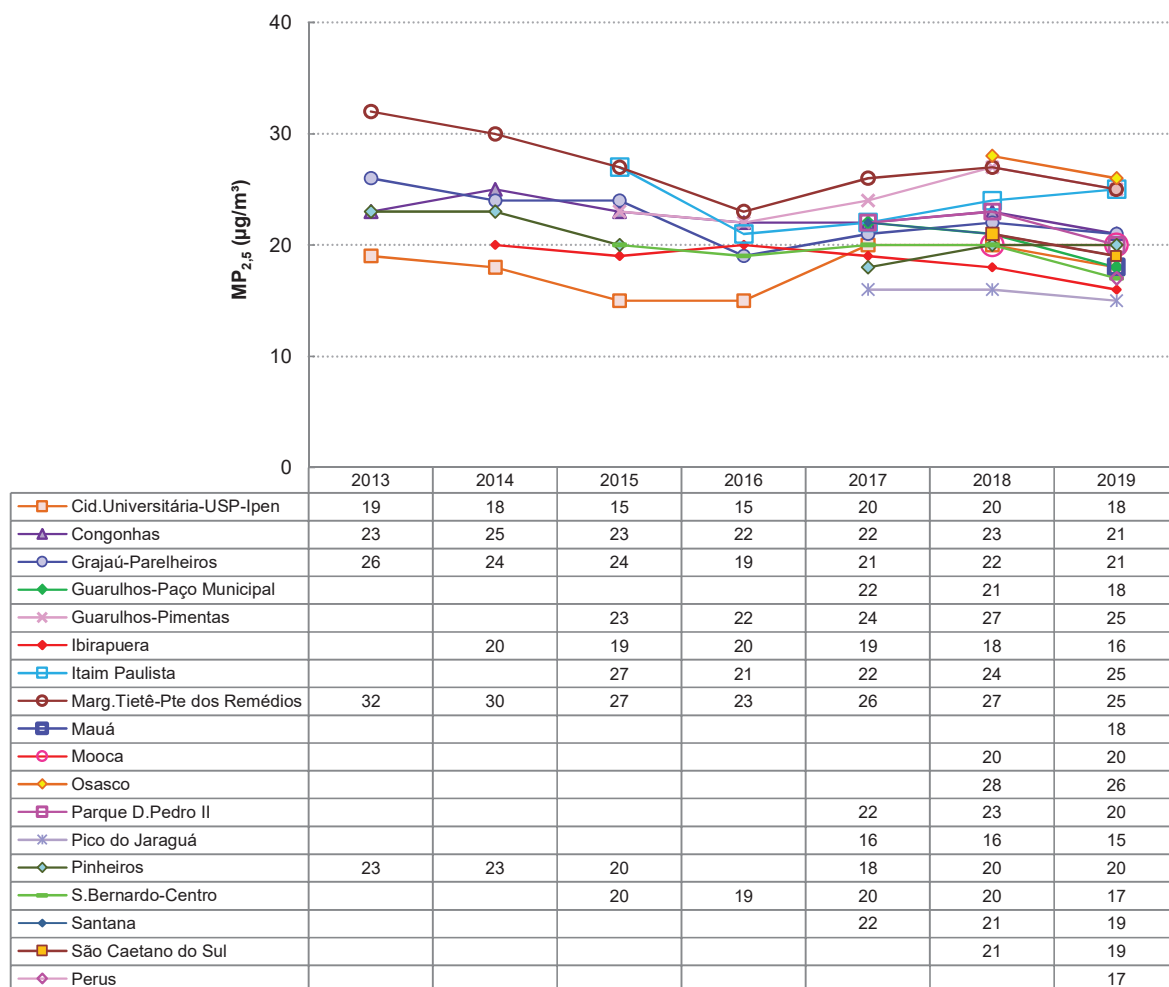


Fonte: CETESB (2020)

Nota: Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade no período.

Nos **Gráficos 24 e 25**, é apresentada a evolução das concentrações médias de partículas finas, para as estações com representatividade dos dados no período de maio a setembro, para RMSP (**Gráfico 24**) e para o litoral e interior (**Gráfico 25**). Observa-se que, em 2019, nas estações da RMSP houve redução dos valores de concentração média em relação ao ano anterior, com exceção de Itaim Paulista. Nas estações do interior e litoral, houve redução das concentrações médias, com exceção de Campinas-V. União e Santos-Ponta da Praia.

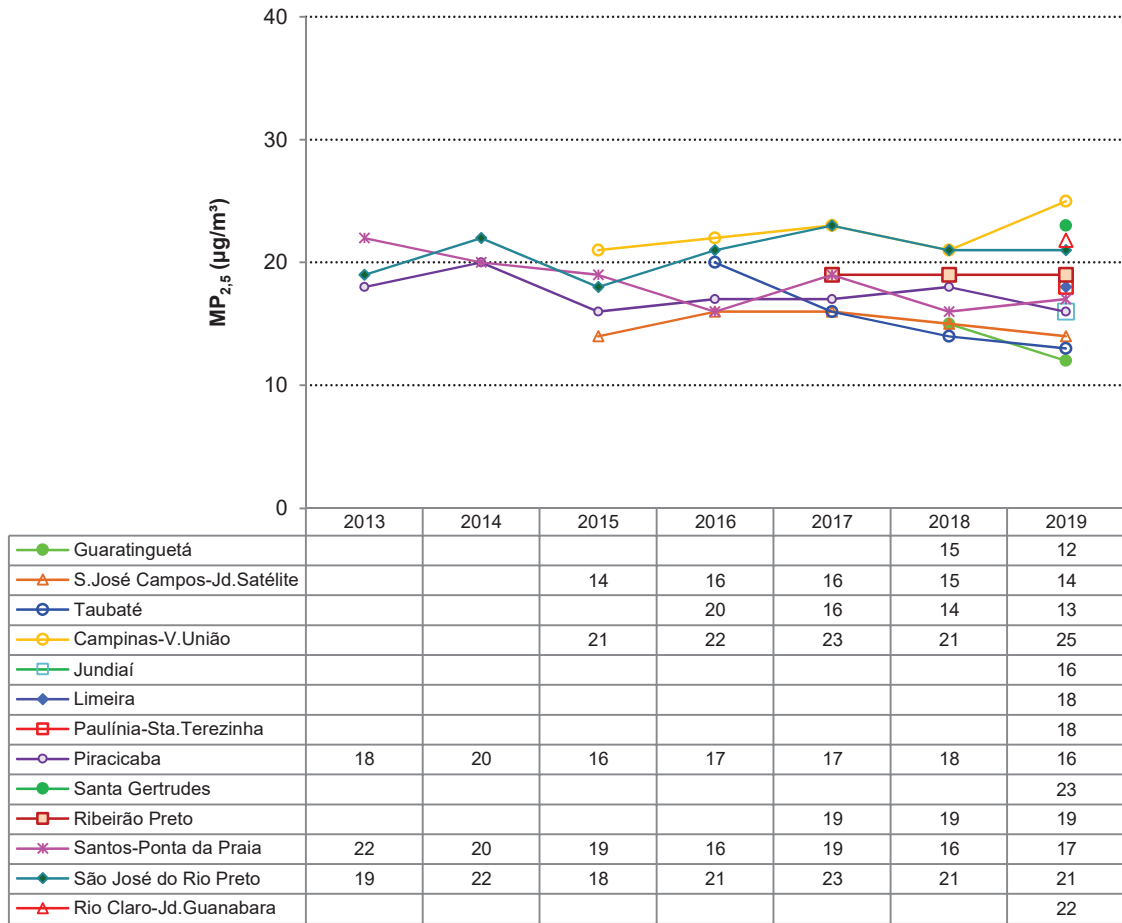
**Gráfico 24 – MP_{2,5} – Evolução das concentrações médias – RMSP
(Rede Automática - maio a setembro)**



Fonte: CETESB (2020)

Assim como no caso do MP₁₀, observa-se uma redução das concentrações médias de MP_{2,5} quando comparadas ao mesmo período de 2018.

Gráfico 25 – MP_{2,5} – Evolução das concentrações médias – Interior e Litoral (Rede Automática - maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

4.1.3 Episódios de Material Particulado

Durante o inverno de 2019 ocorreram três períodos de dias consecutivos em que foram registradas concentrações elevadas de partículas inaláveis - MP₁₀ e partículas inaláveis finas - MP_{2,5}, em várias regiões do Estado. O primeiro período ocorreu entre os dias 11 e 16/06; o segundo, entre os dias 10 e 15/07; e o terceiro, entre os dias 15 e 20/09.

Nos três episódios, houve o predomínio de massa de ar quente e seco em todo o Estado, devido a atuação do sistema de alta pressão subtropical, que ocasionou dias com estabilidade atmosférica, baixa ventilação, alta porcentagem de calmaria e ausência de chuvas, dificultando a dispersão de poluentes. Esta situação meteorológica, associada às emissões dos poluentes por fontes móveis e fixas e somada à ausência de precipitação no período, fez com que fossem observadas concentrações mais elevadas de material particulado, entretanto, mantendo a qualidade do ar MODERADA na maioria das estações, com ocorrências de qualidade do ar RUIM para MP₁₀, em diversas estações. A qualidade do ar MUITO RUIM foi registrada somente nas estações Cubatão-Vila Parisi, Ribeirão Preto e Santa Gertrudes. Já para o MP_{2,5}, embora tenha sido registrada qualidade RUIM em diversas estações, somente houve ocorrência da qualidade do ar MUITO RUIM na estação Itaim Paulista, na RMSP.

A classificação da qualidade do ar por MP₁₀ e MP_{2,5} nesses eventos, com suas respectivas concentrações médias diárias, podem ser observadas nas **Tabelas 8 a 16**.

Tabela 8 – MP₁₀ – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar – RMSP

Data	RMSP																					
	Capão Redondo	Carapicuíba	Cerqueira César	Congonhas	Diadema	Grajaú- Parelheiros	Guarulhos-Paço Municipal	Guarulhos- Pimentas	Interlagos	Itaim Paulista	Marg. Tietê-Ponte dos Remédios	Mauá	Nossa Senhora do Ó	Osasco	Parque D. Pedro II	Perus	Pinheiros	S. André-Capuava	S. Bernardo- Paulicéia	Santo Amaro	São Caetano do Sul	Taboão da Serra
11-jun-19	37	43	35	50	35		40	41	42		59	32		70	53	60	46	44	43		40	48
12-jun-19	43	55	30	48	37		52	59	46	60	68	36		87	53	51	53	39	51		48	73
13-jun-19		57	34	52	39	84	45	59	49	55	71	35		76	62	48	66	31	54	62	49	83
14-jun-19	46	55	25	31	28	58	39		33	44	64	23	33	71	45	42	38	25	33	42	34	66
15-jun-19	40	58	27	35	30	49	44		42	54	56	35	32	77	44	45	43	27	35	46	37	53
16-jun-19	44	42	27	35	27	42	38		47	44	55	35	40	58	40	42	47	28	32	45	35	51

Boa Moderada

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 9 – MP₁₀ – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar - Interior e Litoral

Data	INTERIOR																				LITORAL															
	Americana	Araçatuba	Araquara	Bauri	Campinas-Centro	Campinas- Tejupará	Catanduva	Cordelópolis - Médico (M)	Francisco - Cidade Nova (M)	Guaratinguetá	Itapicaba - Jd Kennedy (M)	Jacareí	Jau	Jundiaí	Limeira	Marília	Paulínia	Paulista-Sta Terezinha	Piracicaba	Presidente Prudente	Ribeirão Preto	Rio Claro- Jd Guanabara	S. José Campos	S. José do Rio Preto	Santa Gertrudes	Santa Gertrudes - Jd. Luciana (M)	São José do Rio Preto	Sorocaba	Tatui	Taubaté	Cubatão-Centro	Cubatão-Vale do Moço	Cubatão-Vila Parisi	Guaruja - Vicente de Carvalho (M)	Santos	Santos-Ponta da Praia
11-jun-19	56	32	27	35	28	25	52			21		32	34	31		30	40	43		34	31	59	25	24	97		43	33	29	25	34	49	184		26	30
12-jun-19	61	32	33	38	29	22	51			33		31	36	36		27	40		41	32	36	57	25	29	148		41	35	31	25	48	45	106		26	33
13-jun-19	54	30	24	41	27	22	48			23		34	34	33		31	38		41	29	33	52	30	25	123		41	38	40	25	39	39	105		30	38
14-jun-19	48	31	24	35	23	20	43			25		27	30	31		28	37		27	29	50	28	24	104		40	33	36	21	43	50	114		30	37	
15-jun-19	47	36	24	34	22	22	51			28		27	33	33		30	32		41	27	33	49	30	30	72		38	40	28	32	34	78	118		25	40
16-jun-19	52	34	29	31	25	26	46	39	12	21	39	24	41	33		35	38		50	29	29	45	25	24	64	65	38	29	22	17	30	57	81	40	24	29

Boa Moderada Ruim Muito Ruim

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 10 – MP_{2,5} – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar – RMSP, Interior e Litoral

Data	RMSP																				INTERIOR e LITORAL												
	Capão Redondo	Cerqueira César (M)	Cid. Universitária- USP-Ipen	Congonhas	Grajaú- Parelheiros Municipal	Guarulhos- Pimentas	Ibirapuera	Itaim Paulista	Marg. Tietê-Ponte dos Remédios	Mauá	Mooca	Osasco	Parque D. Pedro II	Perus	Pico do Jaraguá	Pinheiros	Santana	S. Bernardo-Centro	São Caetano do Sul	Campinas-V. União	Guaratinguetá	Jundiaí	Limeira	Paulínia-Sta Terzinha	Piracicaba	Ribeirão Preto	Rio Claro-Jd. Guanabara	S. José Campos-Jd. Satélite	Santa Gertrudes	São José do Rio Preto	Taubaté	Santana	Santos-Ponta da Praia
11-jun-19	27	31		23	27	28		35	26	30	38	31	28	13	36	28	25	27	38	10	16	18	18		13	28	15	24	19	14	28	23	
12-jun-19	26	27		25	41	19	38	45	28	26		28	25	15	34	27	25	30	34	12	19	22		17	14	26	18	34	18	13	27	25	
13-jun-19	33	31	51	25	38	24	36	54	28	28		33	20	10	43	25	22	29	40	11	17	17		14	11	23	15	27	17	13	25	27	
14-jun-19	20	19	28	20	34	15	26		19	20	45	23	18	13	24	22	17	20	42	11	17	18			12	22	15	22	14	12	22	28	
15-jun-19	23	23	25	25	51	18	35	34	26	27	42	25	22	14	29	22	19	25	28	12	20	22			15	13	21	18	20	17	13	22	29
16-jun-19	18	35	24	25	24	28	21	30	39	29	26	38	24	24	20	39	26	25	25	34	10	20	19		21	15	19	16	22	19	11	26	25

Boa Moderada Ruim

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 11 – MP₁₀ – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar – RMSP

Data	RMSP																					
	Capão Redondo	Carapicuíba	Cerqueira César	Congonhas	Diadema	Grajaú- Parelheiros Municipal	Guarulhos- Pimentas	Interlagos	Itaim Paulista	Marg. Tietê-Ponte dos Remédios	Mauá	Nossa Senhora do Ó	Osasco	Parque D. Pedro II	Perus	Pinheiros	S. André-Capuava	S. Bernardo- Paulicéia	Santo Amaro	São Caetano do Sul	Taubaté da Serra	
10-jul-19	31	48	32	49	37	43	40	41	45	45	54	47	35	63	46	44	43	39	39	47	37	52
11-jul-19		61	40	53	48	56	59	59	60	63	69	68	50	84	72	55	54	44	69	63	52	67
12-jul-19	60	63	50	63	52	77	65	75	75	85	76	68	54	89	80	54	67	47	64	73	68	83
13-jul-19	64	76	50	73	55	80	81	94	73	100	85	76	70	90	94	54	65	56	77	73	85	80
14-jul-19	67	66	49	68	53	99	76	75	72	119	71	82	63	75	84	50	60	53	70	70	91	70
15-jul-19	30	36	34	42	31	35	59	61	35	65	53	41	46	60	47	55		33	35	40	46	40

Boa Moderada Ruim

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 12 – MP₁₀ – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral

Data	INTERIOR															LITORAL																			
	Americana	Araçatuba	Araraquara	Bauri	Campinas-Centro	Campinas- Tequaral	Catanduva	Cordéirópolis - Médio (M)	Francisco - Cidade Nova (M)	Guaratinguetá	Laborcabaí - Jd Kennedy (M)	Jacarei	Jau	Jundiaí	Limeira	Marília	Paulínia	Paulínia-Sta Terzinha	Piracicaba	Presidente Prudente	Ribeirão Preto	Rio Claro-Jd. Guanabara	S. José Campos-Jd. Satélite	Santa Gertrudes	Santa Gertrudes - Jd. Luciana (M)	São José do Rio Preto	Sorocaba	Tatui	Taubaté	Cubatão-Centro Mogi	Cubatão-Vale do Mogi	Cubatão-Vila Purisil	Guaruja - Vicente de Carvalho (M)	Santos	Santos-Ponta da Praia
10-jul-19	58	41	31	37	38	26	47			56	25	39	31		30	44	55	42	34	49	59	28	25	111	126	51	37	27	27	38	37	94	30	24	35
11-jul-19	63		42	44	38	35	63				26	39	41		31	48	65	51	40	49	65	34	35	115		53	42	38	31	52	55	136		26	
12-jul-19	78		38	43	39	41	71			36	34	45	49		28	56	70	57	34	58	79	35		127		54	43	35	33	57	50	154		32	
13-jul-19	80		40	50	48	53	70			39	38	47	58	84		54	65		36	56	67	37		109		60	48	39	41	59	65	158		32	52
14-jul-19	84		36	48	44	46	51			37	39	38	52	80	31	46	66		34	51	59	38		88		60	47	44	37	58	63	129		31	45
15-jul-19	63		36	37	39	40	65			46	37	42	49	63	34	52	43		34	64	58	37		97		55	33	23	37	49	50	92		15	20

Boa Moderada Ruim Muito Ruim

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 13 – MP_{2,5} – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar – RMSP, Interior e Litoral

Data	RMSP																				INTERIOR e LITORAL														
	Capão Redondo	Cerqueira César (M)	Cid. Universitária- USP-Ipen	Congonhas	Grajaú- Parelheiros Municipal	Guarulhos- Pimentas	Ibirapuera	Itaim Paulista	Marg. Tietê-Ponte dos Remédios	Mauá	Mooca	Osasco	Parque D. Pedro II	Perus	Pico do Jaraguá	Pinheiros	Santana	S. Bernardo-Centro	São Caetano do Sul	Campinas-V. União	Guaratinguetá	Jundiaí	Limeira	Paulínia-Sta Terzinha	Piracicaba	Ribeirão Preto	Rio Claro-Jd. Guanabara	S. José Campos-Jd. Satélite	Santa Gertrudes	São José do Rio Preto	Taubaté	Santana	Santos-Ponta da Praia		
10-jul-19	23	24	31	25	25		21	33	40	22	25	35	26	24	13	31	22	25	25	34		18		26	19	21	28	16	29	28	16	22	24		
11-jul-19		31	42	33	33		28	51	48	30	35	42	36	25	16	38	28	35	29	34		21		29	22	21	32	23	30	27	18	28			
12-jul-19		39	44	47	35		34	58	56	33	41	51	43	28	16	45	29	40	44	44		18	26		30	24	23	40		34	30	19	29		
13-jul-19		38	48	46	47		34	70	57	39	45	49	49	27	19	41	35	50	56	50		23	31		35	26	24	35		32	35	24	35	36	
14-jul-19		40	49	67	48		41	83	52	44	47	47	49	28	20	50	47	56	63	46		21	28		33	36	23	23	29		30	32	22	47	31
15-jul-19		24	26	18	36		21	46	30	23	28	29	26	31	26	29	29	24	28	35		24	28		23	26	25	22	24		28	22	22	29	15

Boa Moderada Ruim Muito Ruim

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 14 – MP₁₀ – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar – RMSP

Data	RMSP																					
	Capão Redondo	Carapicuíba	Cerqueira César	Congonhas	Diadema	Grajaú-Parelheiros	Guarulhos-Paço Municipal	Guarulhos-Pimentas	Interlagos	Itaim Paulista	Marg.Tietê-Ponte dos Remédios	Mauá	Nossa Senhora do Ó	Osasco	Parque D. Pedro II	Perus	Pinheiros	S. André-Capuava	S. Bernardo-Paulicéia	Santo Amaro	São Caetano do Sul	Taboão da Serra
15-set-19	44	40	36	38	37	40	36	42		43	43	40	38	46	42	41	37	34	44	42	38	42
16-set-19		59	43	49	39	63	57	65		54	59	57	51		54	66	50	40	50	53	47	54
17-set-19		77	64	76	56	81	83	78		77	88	71	65	118	85	85	70	55	66	80	64	83
18-set-19		73	50		51		79	73		68	80	76	58	94	76		62	57	63	69	64	66
19-set-19	43	46	45		42	52	51	49		45	62	37	53	72	51		47	34	55	46	44	47
20-set-19	44	50	44	56	42	52	54	50	50	50	67	44	50	64	49	55		38	48	48	51	48

Boa Moderada Ruim

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 15 – MP₁₀ – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar - Interior e Litoral

Data	INTERIOR																				LITORAL															
	Americana	Aracatuba	Araraquara	Bauru	Campinas-Centro	Campinas-Tejupurá	Catanduva	Cordilópolis - Mécio (M)	Francos - Cidade Nova (M)	Guaratinguetá	Jaborcaba - Jd Kennedy (M)	Jacarei	Jau	Jundiaí	Limeira	Marília	Paulínia	Paulínia- Sta Terezinha	Piracicaba	Presidente Prudente	Ribeirão Preto	Rio Claro- Jd Guanabara	S. José Campos	S. José Campos- Jd. Sakélite	Santa Gertrudes - Jd. Luciana (M)	São José do Rio Preto	Sorocaba	Tatui	Taubaté	Cubatão-Centro	Cubatão-Vale do Mogi	Cubatão-Vila Parisi	Guarujá - Vicente de Carvalho (M)	Santos	Santos-Ponta da Praia	
15-set-19	49	60	56	43	36				31	27	48	40		55	45	37	48	55	69	60	37	28	80	74		33	31	29	35	46				13		
16-set-19	66	59	74	70	46				40	40	71	55		65	55	61	90	67	94		42	41	117		62		59	42	43	73	87				25	
17-set-19	101	73	67	76	52	68			49	57	85	80	104	59	62	71	129	56	120		49	60	160		72		80	48	40	73				17		
18-set-19	98	85	91	78	66	84			55	54	94	82	111	73	79	96	149	67	135		57	58	124		84		83	57		75	93				16	
19-set-19	99	102	114	73	66				52	33	89	64	120	77	77	116	118	86	174	102	41	34	139		102	45	47	42	22	41	63			16	22	
20-set-19	74	87	99	52	61		84	79	61	148	48	66	56	77	69	66	72	90	52	174	104	51	53	128	147	101	36	39	54	38	53	81			23	29

Boa Moderada Ruim Muito Ruim

Fonte: CETESB (2020)

Tabela 16 – MP_{2,5} – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar - RMSP, Interior e Litoral

Data	RMSP															INTERIOR e LITORAL																			
	Capão Redondo	Cerqueira César (M)	Cid. Universitária- USP-Ipen	Congonhas	Grajaú-Parelheiros	Guarulhos-Paço Municipal	Guarulhos-Pimentas	Ibirapuera	Itaim Paulista	Marg. Tietê-Ponte dos Remédios	Mauá	Mooca	Osasco	Parque D. Pedro II	Perus	Pico do Jaraguá	Pinheiros	Santana	S. Bernardo-Centro	São Caetano do Sul	Campinas-V. União	Guaratinguetá	Jundiaí	Limeira	Paulínia- Sta Terezinha	Piracicaba	Ribeirão Preto	Rio Claro- Jd. Guanabara	S. José Campos- Jd. Sakélite	Santa Gertrudes	São José do Rio Preto	Taubaté	Santana	Santos-Ponta da Praia	
15-set-19		26	27	32	24	34	27	28	26	26	28	28	28	22	22	26	27	27	25	20	19	22	19	22	24	22	36	24	17	36	38	19	26		
16-set-19		32	30	37	30	48	26	36	40	24	27	41	29			25	28	28		56	24	44	20	30	32	36	42	23	63	38	23	28			
17-set-19		49	48	42	43	57		44	54	36	43	57	46			39	41	40		24	24	44	50	40	51	41	37	57	43	25	41				
18-set-19		29		49	36	48		35	43	34	37	46	35			27	33	36			28	38	41	44	42	43	28	53	46	29	33				
19-set-19		31		27	27	35	27	26	36	20	27	33	28			26	28	25			24	33	52	59	42	63	43	18	54	65	22	28	16		
20-set-19	30	35	36	32	33		33	36	42	29	33	39	33		35	32	33	32		53	36	35	36	43	32	67	35	34	45	70	34	33	22		

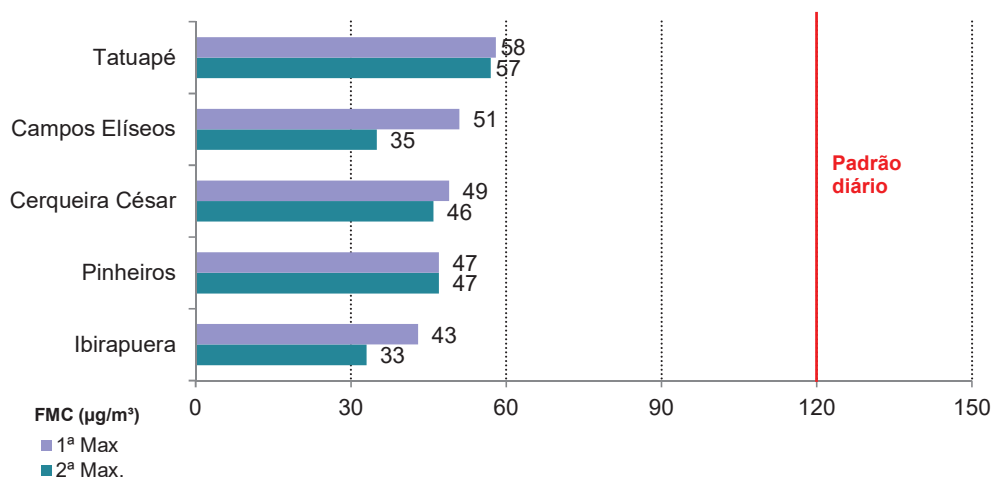
Boa Moderada Ruim

Fonte: CETESB (2020)

4.1.4 Fumaça - FMC

A classificação das concentrações máximas diárias de fumaça nas estações manuais da RMSP é apresentada no **Gráfico 26**. Não houve ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nessas estações.

Gráfico 26 – Fumaça – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP (Rede Manual - maio a setembro)



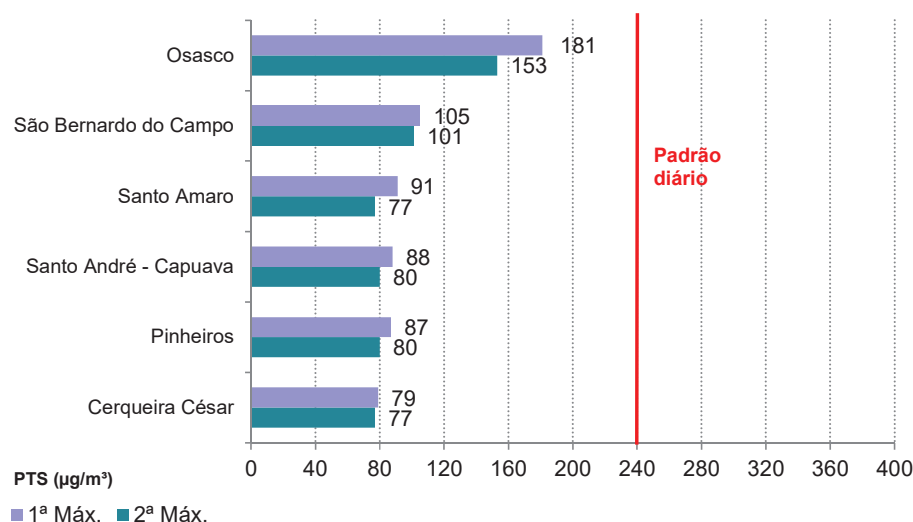
Fonte: CETESB (2020)

Nas estações das UGRHs 5, 10 e 13 também não houve ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sendo observada em Sorocaba-Centro a maior máxima diária de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida por Jundiaí-Centro, $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.1.5 Partículas Totais em Suspensão - PTS

No **Gráfico 27** são apresentadas as concentrações máximas diárias de partículas totais em suspensão, medidas nas estações manuais da RMSP. Não houve ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Gráfico 27 – PTS – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP (Rede Manual - maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

Na estação manual Cubatão-Vila Parisi (UGRHI 7) foram registradas 4 ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), com o máximo valor diário de $482 \mu\text{g}/\text{m}^3$ observado no dia 09/08/19.

4.2 Monóxido de Carbono – CO

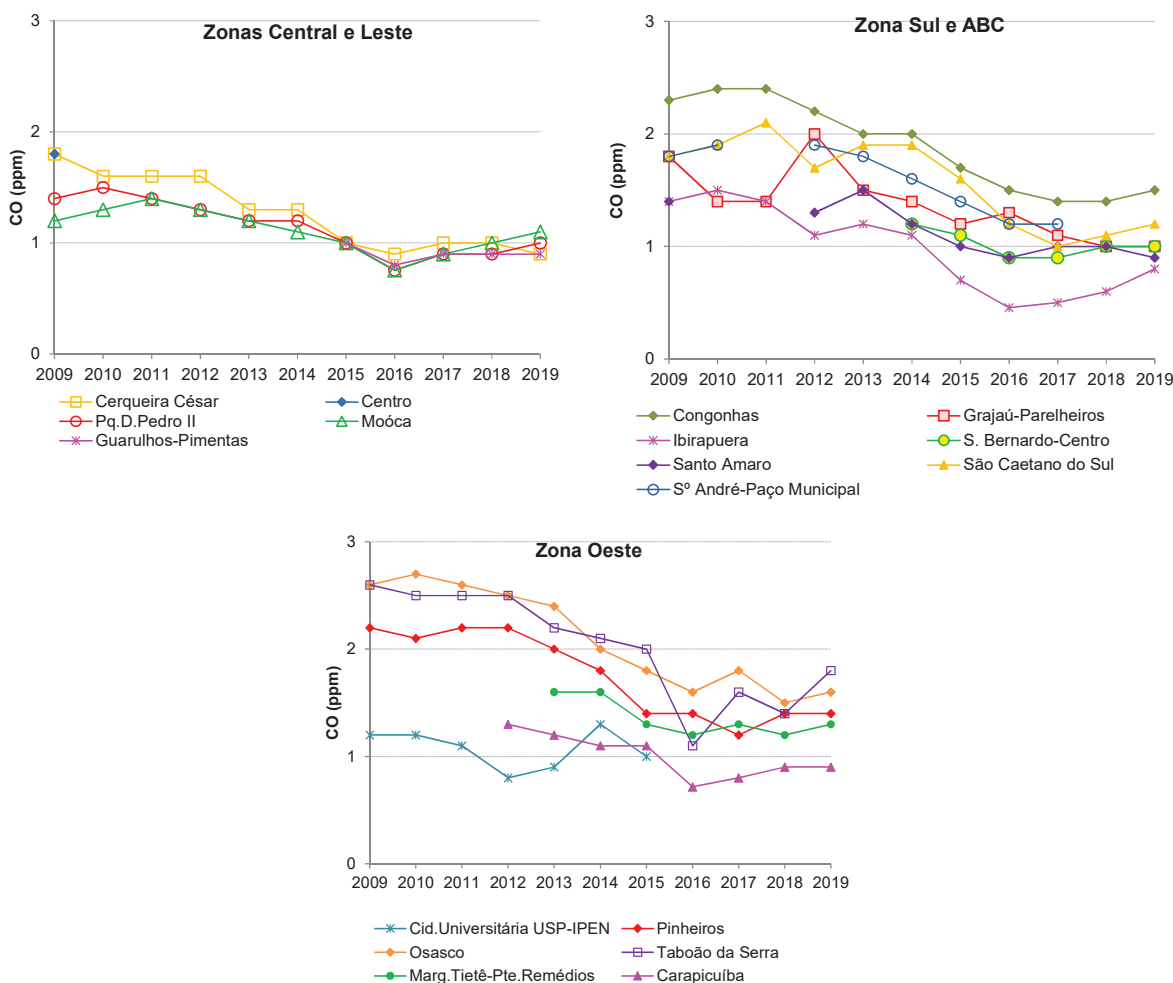
As estações da RMSP, Campinas-Centro, Ribeirão Preto, São José dos Campos-Jd. Satélite e Taubaté, que monitoraram este parâmetro em 2019, apresentaram qualidade do ar BOA em todos os dias do período de maio a setembro. A melhoria da qualidade do ar em relação a este poluente se deve aos programas de controle de emissão veicular que têm sido implementados ao longo do tempo. A maior máxima das médias de 8 horas foi registrada na estação São Caetano do Sul ($5,7 \text{ ppm}$), seguida pela estação Taboão da Serra ($4,3 \text{ ppm}$).

Vale destacar que as concentrações atuais, apesar do aumento da frota, são bem menores que as observadas na década de 1990 e 2000, principalmente devido à redução das emissões dos veículos leves novos, em atendimento aos limites cada vez mais rígidos do PROCONVE e PROMOT (IBAMA, 2011), associada à renovação da frota existente (CETESB, 2019c).

Embora não exista, no caso do CO, um padrão de qualidade do ar para períodos maiores que 8 horas, as médias das máximas concentrações médias de 8 horas são úteis para analisar a tendência das concentrações, conforme apresentado no **Gráfico 28**. Em 2019, as estações Osasco e Taboão da

Serra apresentaram as maiores médias (1,8 ppm e 1,6 ppm, respectivamente). Observa-se que, em relação a 2018, as concentrações médias se mantiveram nas estações Grajaú-Parelheiros, Pinheiros, São Bernardo-Centro e Guarulhos-Pimentas; houve redução em Cerqueira César e Santo Amaro; e aumento nas demais estações, tanto nas próximas de vias de tráfego intenso, como Congonhas, Marg.Tietê-Ponte dos Remédios, Osasco e Taboão da Serra, quanto em estações que estão mais distantes deste tipo de via e medem concentrações de CO representativas de áreas maiores (Ibirapuera, Mooca, Parque D. Pedro II e São Caetano do Sul).

Gráfico 28 – CO – Evolução das concentrações médias das máximas de 8h – RMSP (Rede automática - maio a setembro)



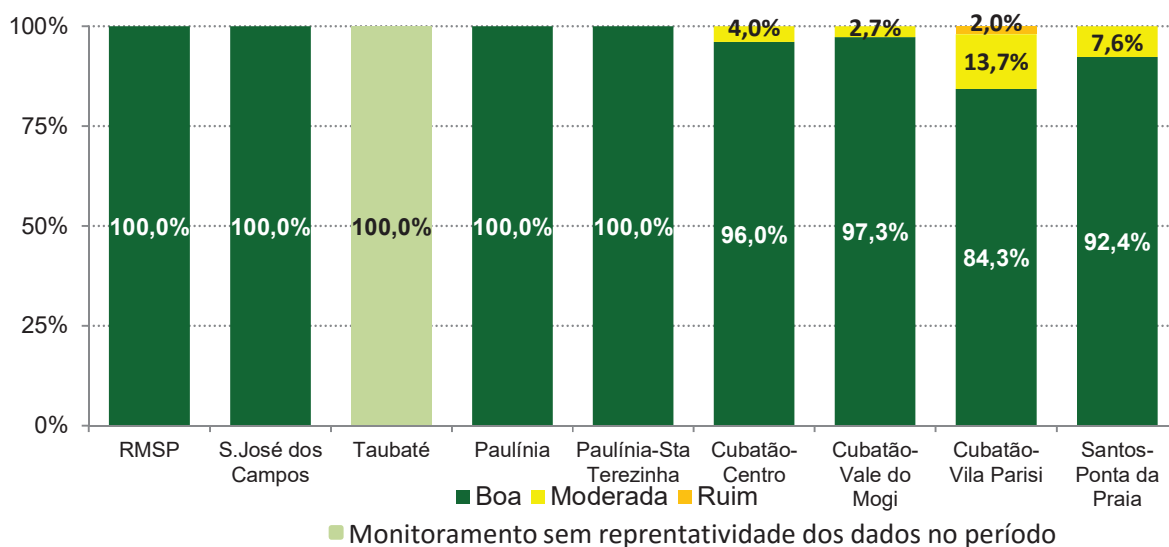
Fonte: CETESB (2020)

4.3 Dióxido de Enxofre – SO₂

Nas estações da RMSP, do interior e litoral, em 2019, não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo (60 µg/m³) de dióxido de enxofre, sendo que os máximos valores diários observados nas estações da RMSP foram: 11 µg/m³ em Santo André-Capuava e 9 µg/m³ em Guarulhos-Pimentas; no interior, 20 µg/m³ em Paulínia-Santa Terezinha e 13 µg/m³ em Paulínia; e no litoral, 49 µg/m³ em Cubatão-Vila Parisi, 38 µg/m³ em Cubatão-Centro, 35 µg/m³ em Cubatão-Vale do Mogi e 33 µg/m³ em Santos-Ponta da Praia.

O **Gráfico 29** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar por SO₂ nas estações que monitoraram este poluente em 2019.

Gráfico 29 – SO₂ – Distribuição percentual da qualidade do ar (Rede Automática - maio a setembro)

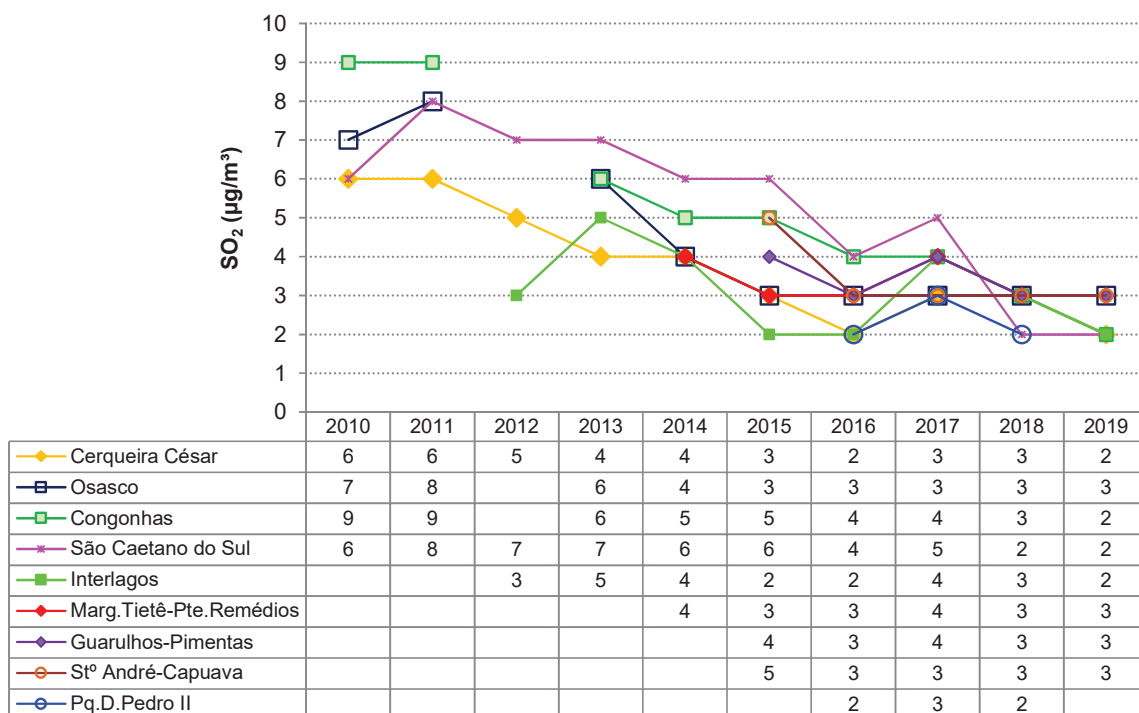


Fonte: CETESB (2020)

Nota: Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade no período.

No **Gráfico 30**, é apresentada a evolução das concentrações médias de dióxido de enxofre para as estações localizadas na RMSP que tiveram médias representativas no período de maio a setembro, de forma que se possa avaliar comparativamente a tendência do conjunto das estações. Observa-se que, de maneira geral, houve uma ligeira redução ou se mantiveram em 2019 em relação ao ano anterior. Os níveis de SO₂ vem diminuindo ao longo dos anos, principalmente em função do controle exercido sobre as fontes fixas e redução do teor de enxofre nos combustíveis.

Gráfico 30 – SO₂ – Evolução das concentrações médias – RMSP (Rede Automática - maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

A **Tabela 17** exemplifica algumas das principais alterações dos teores de enxofre no diesel comercializado no Brasil, desde 2006.

Tabela 17 – Evolução do teor de enxofre no diesel

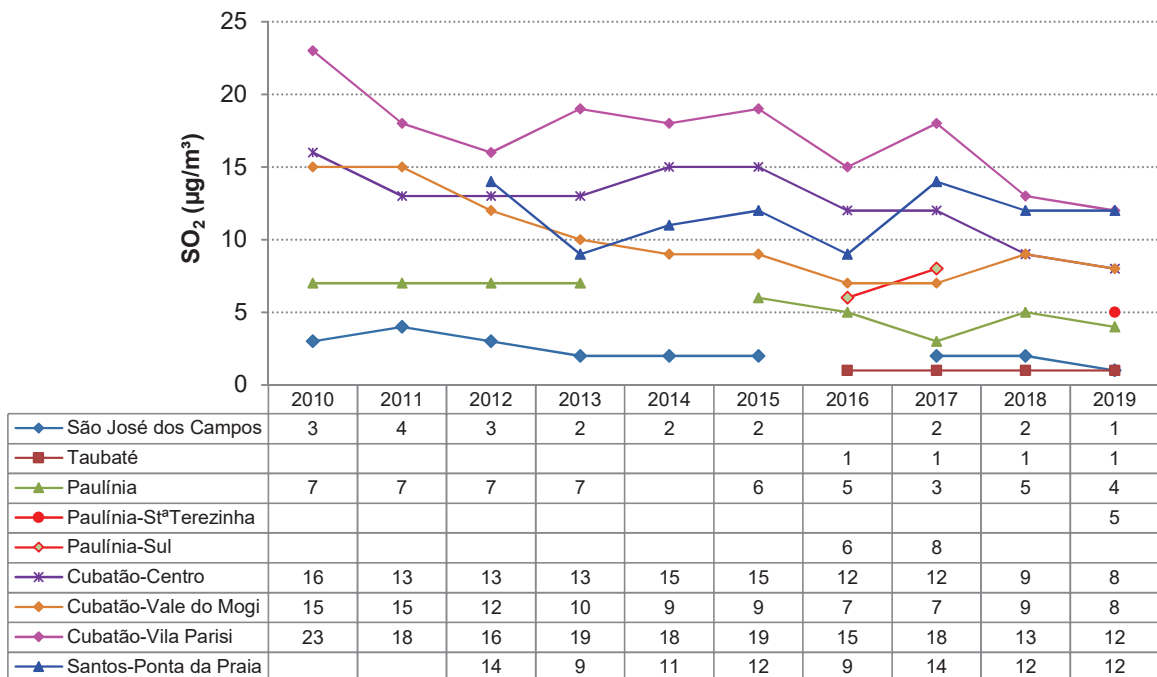
Ano	Enxofre Máximo Limite em mg/kg		Observação
	Metropolitano	Interior	
2006	500	2000	
2009	500	1800	A partir de 01/01/2009 o diesel S-50 (teor máximo de 50 mg/kg de enxofre), passou a ser fornecido para as frotas cativas da cidade de São Paulo, em substituição ao diesel S-500 (com teor até 500 mg/kg de enxofre).
2010	500	1800	A partir de 01/01/2010 o fornecimento do diesel S-50 foi estendido para as frotas cativas de toda a RMSP.
2012	50/500	1800	A partir de 01/01/2012 o diesel S-50 passou a ser fornecido em diversos postos de abastecimento do país, incluindo a RMSP e outras cidades do Estado de São Paulo.
2013	10/500	500/1800	A partir de 01/01/2013 o diesel S-10 (com teor até 10 mg/kg de enxofre) passou a ser fornecido em diversos postos de abastecimento do país, em substituição ao diesel S-50.
2014	10	500	A partir de 01/01/2014 o diesel S-500 passou a ser fornecido em todo o país, em substituição ao diesel S-1800; e nas regiões metropolitanas passou a ser fornecido o diesel S-10.

Fonte: CETESB (2020). Adaptado de CETESB (2019e).

Em 2014, a gasolina teve alterações em suas características, destacando-se a redução do teor máximo de enxofre, que passou a ser de 50 mg/kg, em substituição ao teor máximo de 800 mg/kg, vigente até então (CETESB, 2019e), além de reduzir hidrocarbonetos olefínicos e aromáticos.

O **Gráfico 31** mostra a evolução das concentrações médias de SO₂ na região de Cubatão, Santos, Paulínia, São José dos Campos e Taubaté. Observa-se que, de maneira geral, os níveis de 2019 foram semelhantes ao ano anterior.

Gráfico 31 – SO₂ – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 2, 5 e 7 (Rede Automática - maio a setembro)

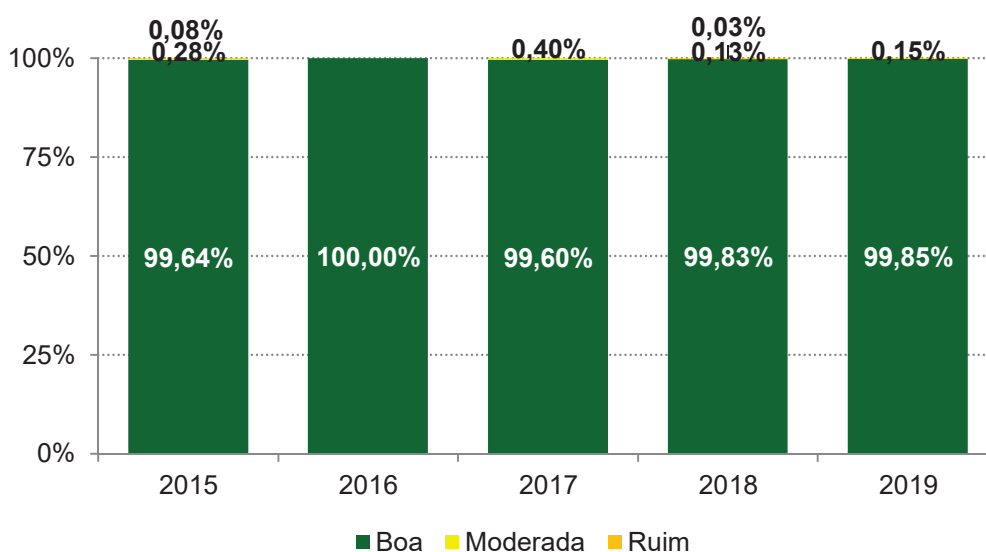


Fonte: CETESB (2020)

4.4 Dióxido de Nitrogênio – NO₂

Na RMSP, não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo (260 µg/m³) em nenhuma das estações. Os maiores valores de concentração horária de NO₂ foram registrados nas estações Marginal Tietê-Ponte dos Remédios (214 µg/m³) e Congonhas (209 µg/m³). O **Gráfico 32** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar para NO₂, de 2015 a 2019, considerando as estações fixas da RMSP com monitoramento representativo entre maio e setembro.

Gráfico 32 – NO₂ – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP (Rede Automática - maio a setembro)



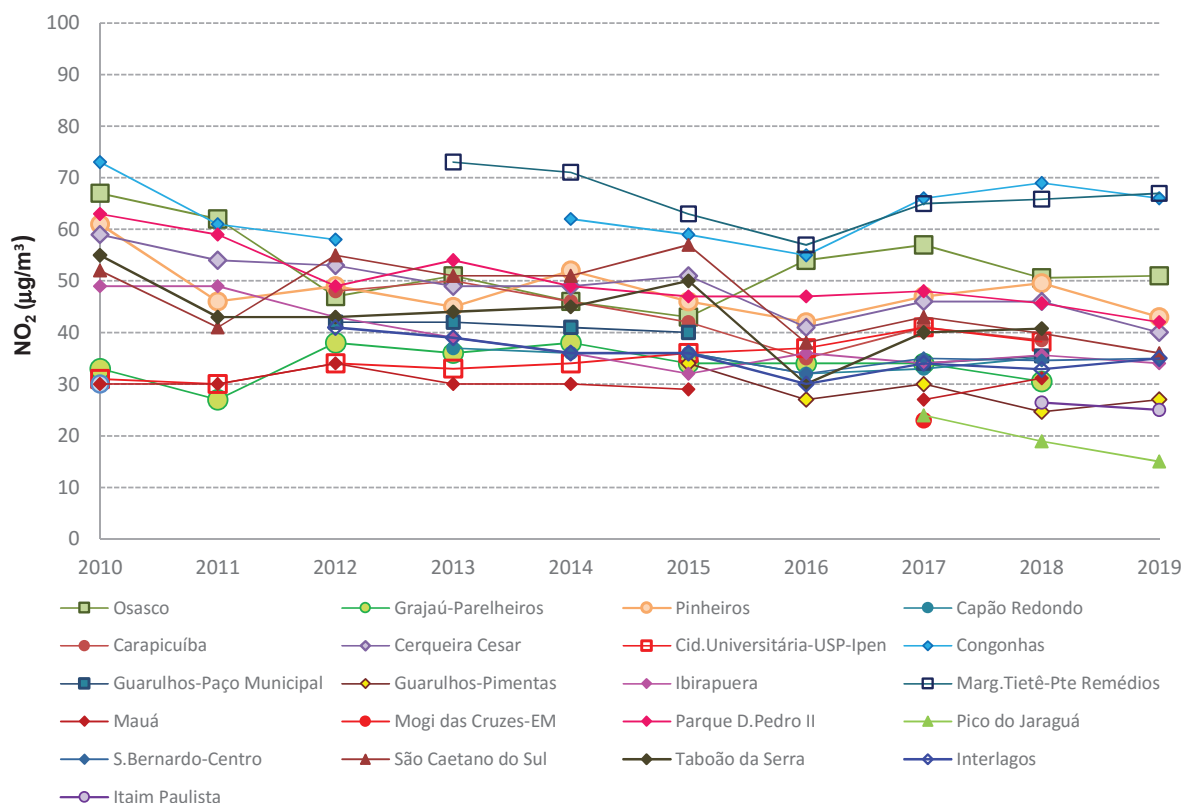
Fonte: CETESB (2020)

Nota: Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade no período.

Nas estações do interior, também não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo (260 µg/m³) de NO₂, sendo que a maior concentração máxima horária foi observada em Jundiaí (160 µg/m³), seguidas por Araraquara (158 µg/m³) e Santa Gertrudes (149 µg/m³). No litoral, houve uma ultrapassagem do padrão de curto prazo na estação Cubatão-Vale do Mogi, que atingiu a máxima concentração horária de 271 µg/m³.

No **Gráfico 33**, é apresentada a evolução das concentrações médias de dióxido de nitrogênio para as estações localizadas na RMSP que tiveram médias representativas no período de maio a setembro, nos últimos dez anos. A estação Congonhas apresenta o maior valor médio dentre todas as estações, em 2019, seguida pelas estações Marginal Tietê-Ponte dos Remédios e Osasco, o que pode estar associado ao tráfego de veículos pesados.

**Gráfico 33 – NO₂ – Evolução das concentrações médias – RMSP
(Rede Automática - maio a setembro)**



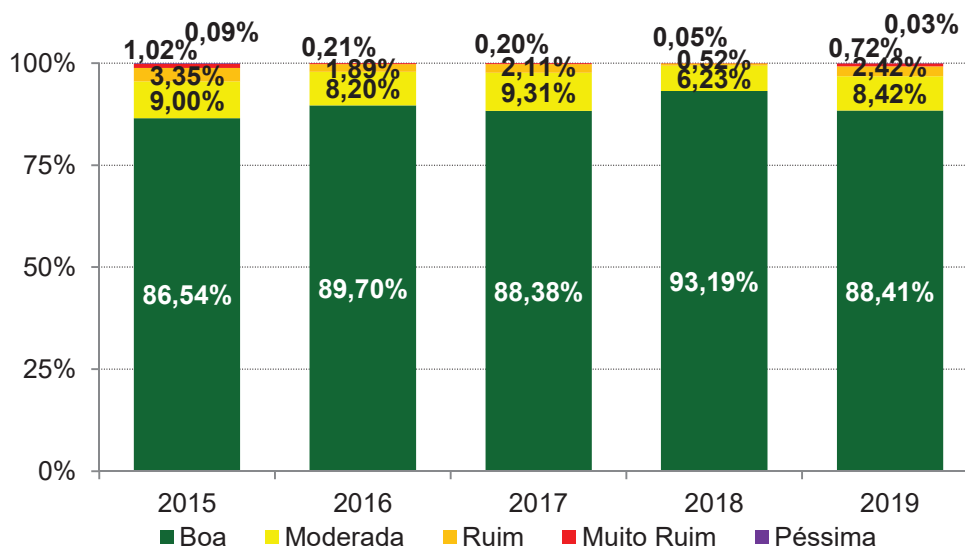
Fonte: CETESB (2020)

4.5 Ozônio – O₃

O ozônio é um poluente formado através de reações fotoquímicas que dependem da radiação solar e, diferentemente dos outros poluentes, ocorre com maior frequência no período de verão e primavera, por este motivo, a análise deste poluente será feita considerando os meses de janeiro até setembro. Ressalta-se que, neste relatório, a análise do ozônio é feita baseada nos valores médios de 8 horas, de acordo com PQA estabelecido pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013).

O **Gráfico 34** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar por ozônio na RMSP, no período de janeiro a setembro, nos anos de 2015 a 2019, considerando todas as estações com representatividade no período. Neste gráfico, verifica-se que, em 2019, houve redução do percentual de qualidade BOA e aumento dos percentuais de qualidade MODERADA, RUIM e MUITO RUIM em relação ao ano anterior. Houve também a ocorrência da qualidade PÉSSIMA (Nível de Atenção), em 31/01/19, na estação de Santana e, em 02/02/19, na estação de Mauá. Nesse ano, as ocorrências de dias com altas concentrações de ozônio (qualidades RUIM, MUITO RUIM e PÉSSIMA) se deram nos meses de janeiro (15 dias), fevereiro (5 dias), março (2 dias), abril (6 dias), agosto (2 dias) e setembro (9 dias), em condições de altas temperaturas e, na maioria das vezes, com alta incidência de radiação solar e ausência de chuvas, situação essa que ocasionou condições mais propícias para a formação deste poluente.

**Gráfico 34 – O₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP
(Rede Automática - janeiro a setembro)**

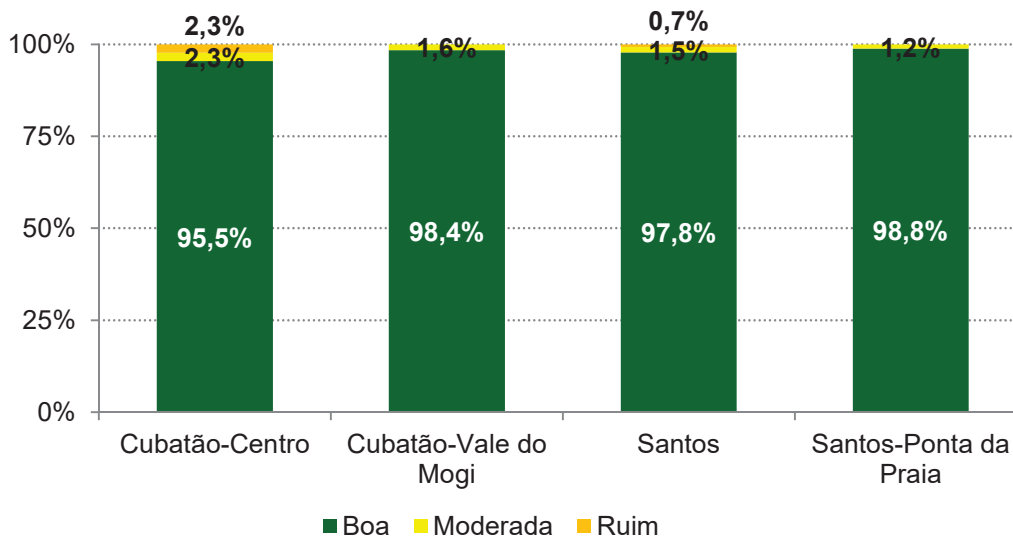


Fonte: CETESB (2020)

Nota: Base: Todas as estações fixas com representatividade no período.

No **Gráfico 35**, são apresentadas as distribuições percentuais da qualidade do ar por O₃ nas estações do litoral, no período de janeiro a setembro, em 2019. Neste ano, houve poucos dias com ocorrência de qualidade do ar RUIM nas estações Cubatão-Centro (5 dias) e Santos (1 dia).

**Gráfico 35 – O₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHI 7
(Rede Automática - janeiro a setembro)**



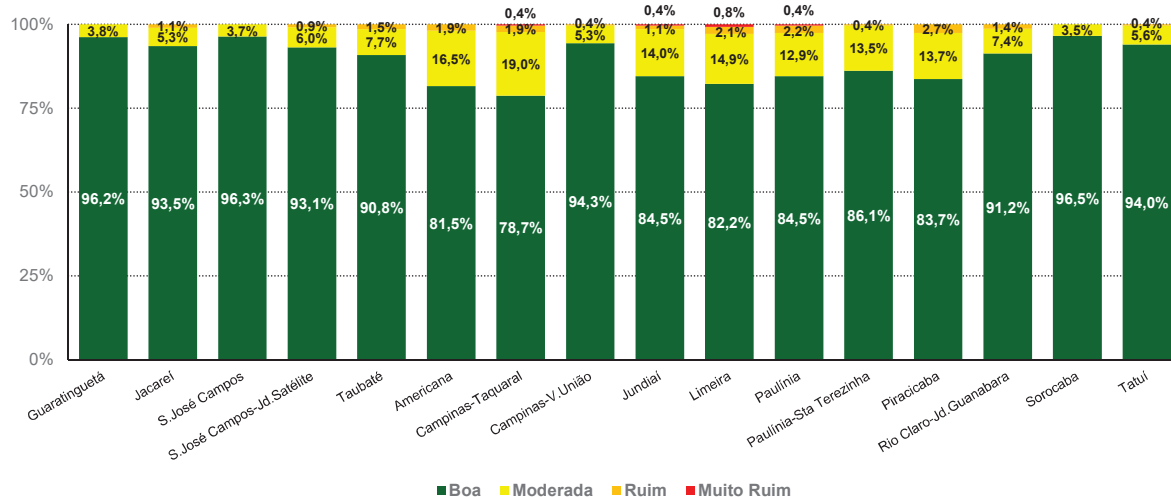
Fonte: CETESB (2020)

Nos **Gráficos 36 e 37**, a seguir, são apresentadas as distribuições percentuais da qualidade do ar por O₃ nas estações do interior, no período de janeiro a setembro, em 2019. Nessas regiões do interior, houve ocorrência de concentrações elevadas de ozônio (qualidade do ar RUIM e MUITO RUIM) nos

meses de janeiro (5 dias), fevereiro (3 dias), março (2 dias), abril (5 dias), agosto (1 dia) e setembro (8 dias).

No **Gráfico 36**, observa-se que houve a ocorrência da qualidade do ar RUIM, em alguns dias, na maioria das estações, com exceção de Guaratinguetá, São José dos Campos e Sorocaba. Houve ocorrência da qualidade MUITO RUIM, somente nas estações Jundiaí, Limeira e Paulínia.

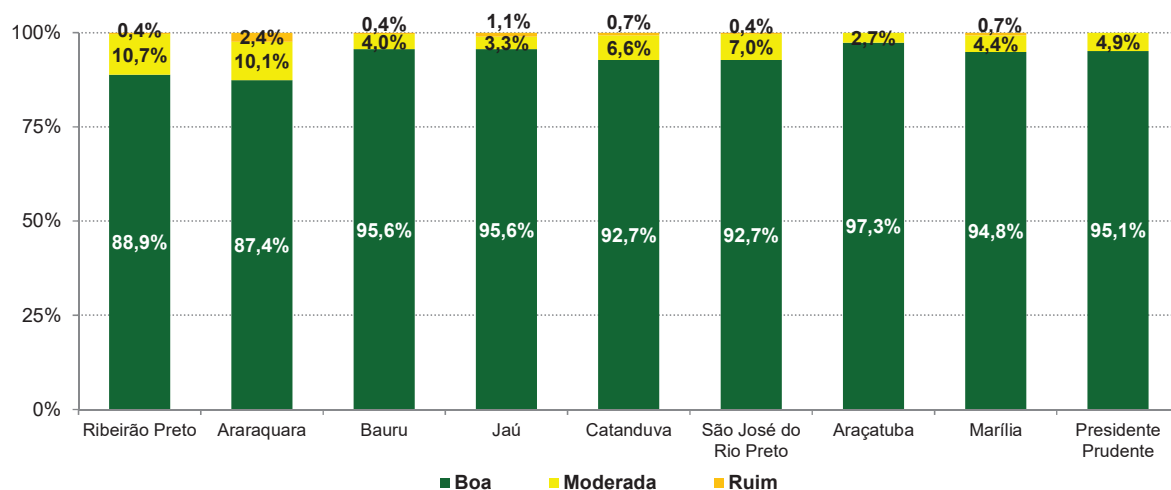
Gráfico 36 – O₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHs 2, 5 e 10 (Rede Automática - janeiro a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

Nas demais regiões do interior (**Gráfico 37**), houve a ocorrência de alguns dias de qualidade do ar RUIM na maioria das estações, com exceção das estações Araçatuba e Presidente Prudente.

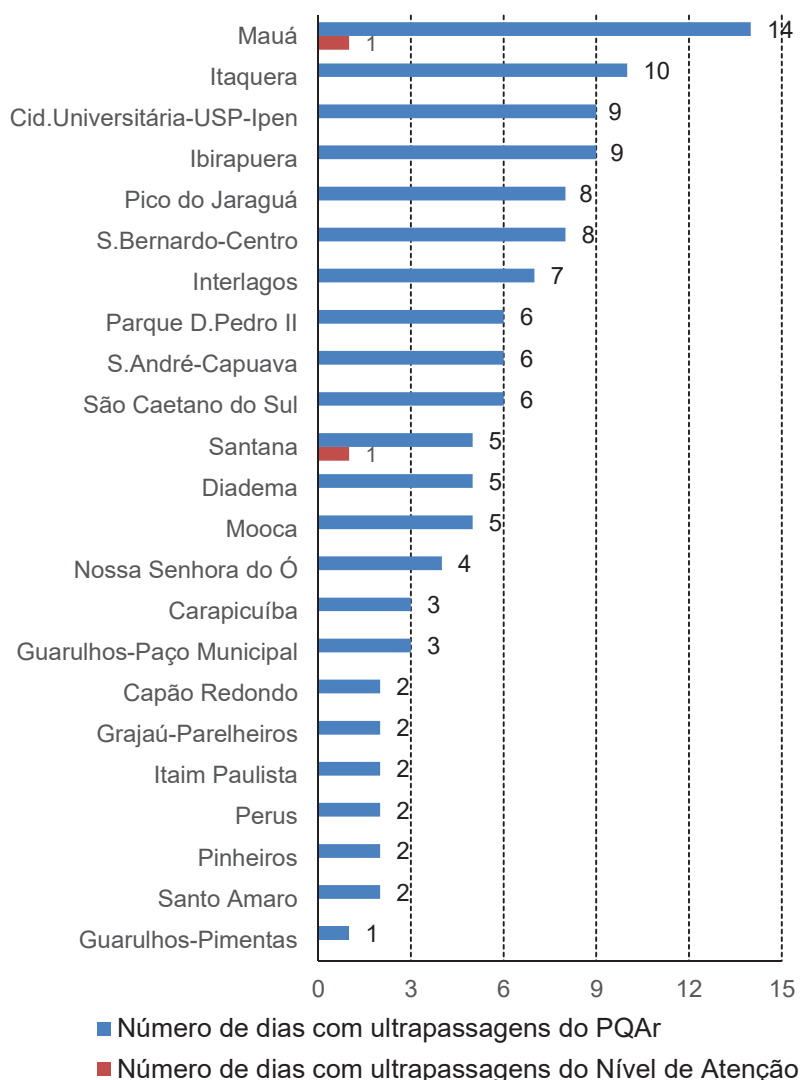
Gráfico 37 – O₃ – Distribuição percentual da qualidade do ar – UGRHs 4, 13, 15, 19, 21 e 22 (Rede Automática - janeiro a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

Como a formação do ozônio próximo à superfície é extremamente influenciada pelas condições meteorológicas, tais como: variação da nebulosidade, quantidade de radiação solar incidente, altas temperaturas, transporte atmosférico dos precursores, bem como transporte do próprio ozônio de uma região para outra, e também pelas diferentes características topográficas das estações, há uma variabilidade do número de ocorrências de ultrapassagens do padrão para este poluente, de uma estação para outra. Assim, no **Gráfico 38**, que mostra a classificação do número de dias com ultrapassagens do padrão de 8 horas ($140 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na RMSP, observa-se que a estação Mauá foi a que apresentou mais ultrapassagens do padrão de 8 horas de ozônio em 2019, seguida pelas estações Itaquera, Cid. Universitária-USP-Ipen e Ibirapuera. O Nível de Atenção ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi atingido em duas estações da RMSP, Mauá e Santana.

Gráfico 38 – O₃ – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão – RMSP Rede Automática (janeiro a setembro)



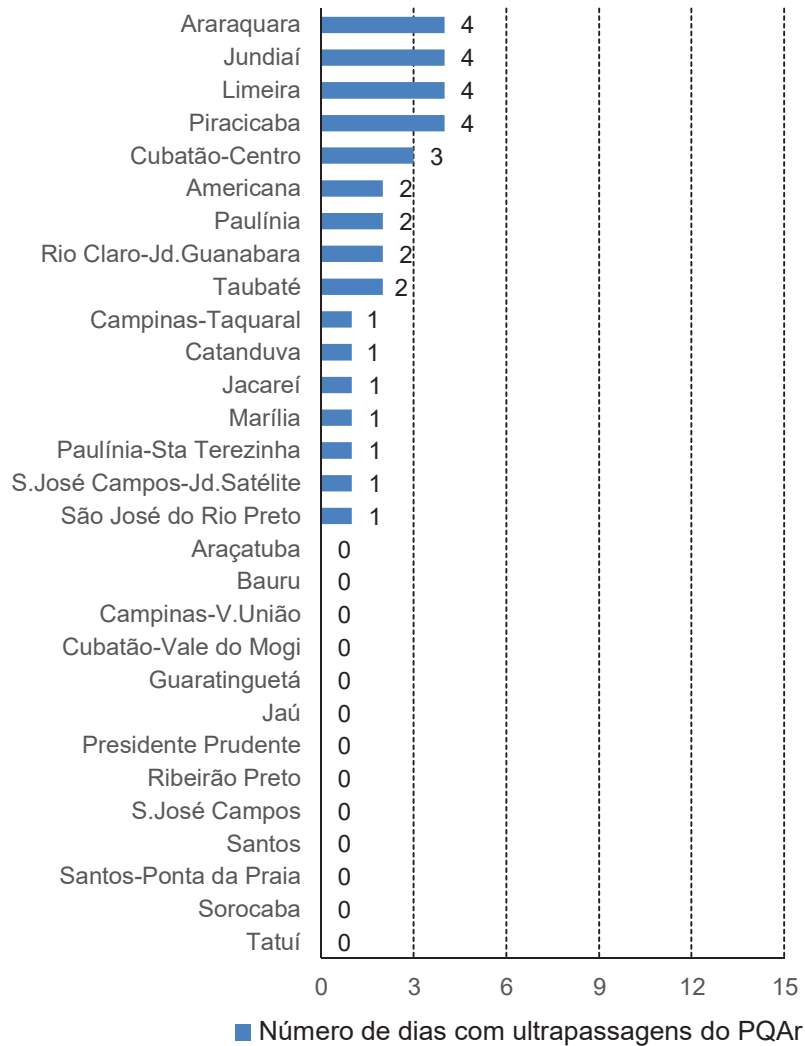
Fonte: CETESB (2020)

Nota:

Período de Monitoramento: Perus – início de operação em 10/03/19.

O **Gráfico 39** a seguir apresenta o número de dias com ultrapassagens do padrão de ozônio de 8 horas nas estações do interior e litoral, onde se pode observar que, no interior, as estações Araraquara, Jundiaí, Limeira e Piracicaba apresentaram o maior número de ultrapassagens do padrão de ozônio em 2019; e no litoral, houve ultrapassagens somente na estação Cubatão-Centro. O Nível de Atenção ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) não foi atingido em nenhuma estação do interior e do litoral.

Gráfico 39 – O₃ – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão – Interior e Litoral
Rede Automática (janeiro a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

Nota:

Período de Monitoramento: Rio Claro-Jd. Guanabara – início em 20/03/19.

4.6 Resumo da UGRHI 6

A seguir é apresentada uma análise resumida para os poluentes monitorados na UGRHI 6 (Alto Tietê), a qual abrange a RMSP, no período de maio a setembro de 2019.

A **Tabela 18** apresenta um resumo do número de eventos e a distribuição do percentual em cada faixa de qualidade por poluente medido nas estações das redes automática e manual, com monitoramento representativo no período. Neste resumo estão totalizados 23 monitores de MP₁₀, 17 de MP_{2,5}, 8 de SO₂, 15 de CO, 14 de NO₂ e 23 de O₃ das estações automáticas; 5 monitores de FMC e 1 de MP_{2,5} das estações manuais. Ressalta-se que, para estes dois últimos poluentes, a amostragem manual é realizada a cada 6 dias.

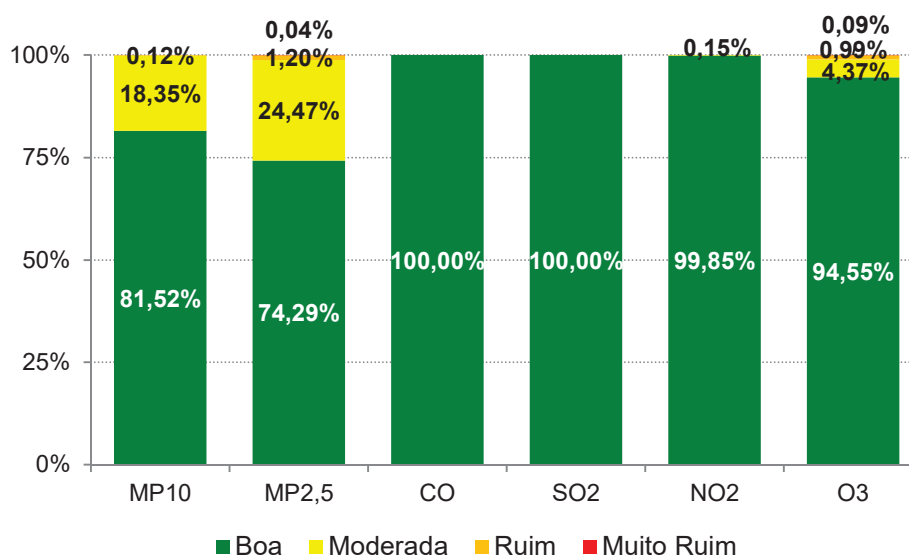
Tabela 18 – Número de eventos por qualidade do ar e poluente – RMSP – 2019 (maio a setembro)

Qualidade	UGRHI 6 - RMSP															
	Número de eventos								% de eventos							
	MP ₁₀	MP _{2,5} Autom.	MP _{2,5} Manual	FMC	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	MP ₁₀	MP _{2,5} Autom.	MP _{2,5} Manual	FMC	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃
Boa	2625	1667	23	114	1091	2202	2020	3157	81,52%	74,29%	92,0%	97,4%	100,0%	100,0%	99,85%	94,55%
Moderada	591	549	2	3	0	0	3	146	18,35%	24,47%	8,0%	2,6%	0,0%	0,0%	0,15%	4,37%
Ruim	4	27	0	0	0	0	0	33	0,12%	1,20%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%	0,99%
Muito Ruim	0	1	0	0	0	0	0	3	0,00%	0,04%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%	0,09%
Péssima	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	0,00%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%
Total	3220	2244	25	117	1091	2202	2023	3339	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: CETESB (2020)

O **Gráfico 40** mostra a distribuição percentual da qualidade do ar nas estações da rede automática da RMSP, no período de maio a setembro, em 2019.

Gráfico 40 – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP - 2019 (Rede Automática - maio a setembro)



Fonte: CETESB (2020)

Nota:

Base: Todas as estações com representatividade dos dados no período.

Na RMSP, houve ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de $\text{MP}_{2,5}$ nas estações Grajaú-Parelheiros, Guarulhos-Pimentas, Itaim Paulista, Marg. Tietê-Ponte dos Remédios e São Caetano do Sul. Para o poluente secundário O_3 , houve ultrapassagens do padrão de 8 horas ($140 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nas estações Cid. Universitária-USP-Ipen, Diadema, Grajaú-Parelheiros, Ibirapuera, Interlagos, Itaquera, Mooca, Nossa Senhora do Ó, Parque D. Pedro II, Perus e Pico do Jaraguá, São Bernardo-Centro, Santana e São Caetano do Sul. Para os demais poluentes, MP_{10} , NO_2 , CO e SO_2 , não houve ultrapassagens dos respectivos padrões de qualidade do ar de curto prazo.

5 Conclusões

Considerando a análise das variáveis meteorológicas, observou-se que embora o número de dias meteorologicamente desfavoráveis à dispersão dos poluentes tenha sido maior do que os últimos quatro anos, houve uma maior alternância entre dias favoráveis e alguns dias desfavoráveis, ou seja não houve períodos prolongados de dias desfavoráveis no período. Em 2019 não foram observados dias consecutivos muito secos (umidade relativa abaixo de 20%) reduzindo a ressuspensão da poeira do solo, bem como a ocorrência dos focos de queimadas, além de não ter ocorrido períodos prolongados de estiagem, como os observados em setembro de 2017 e julho de 2018. Esta situação contribuiu para menores níveis observados de poluentes primários.

Com relação às concentrações dos poluentes, observou-se que:

- partículas inaláveis – Nas estações da rede automática, na RMSP não houve ultrapassagens do PQAr. No interior e litoral, foram registradas ultrapassagens do PQAr nas seguintes estações na UGRHI 4: Ribeirão Preto (4), na UGRHI 5: Santa Gertrudes (14), e Piracicaba (2); na UGRHI 7: Cubatão-Vale do Mogi (1) e Cubatão-Vila Parisi (22). Nas estações manuais, houve ultrapassagens nas estações Santa Gertrudes-Jd. Luciana (3) e Jaboticabal-Jd. Kennedy (1). Na RMSP, os valores médios de 2019 são semelhantes aos observados nos últimos anos, sendo menores do que os valores do início da década, o que está associado às ações de controle das emissões ao longo dos anos e às condições meteorológicas observadas. No litoral, houve ligeiro aumento das concentrações médias em relação a 2018 nas estações Cubatão-Centro e Cubatão-Vale do Mogi; e redução nas estações Cubatão-Vila Parisi, Santos-Ponta da Praia e Santos. Nas estações do interior, houve redução das concentrações médias na maioria das estações, com exceção de Bauru e Jaú, que se mantiveram; e Marília e Tatuí, que tiveram pequeno aumento das concentrações médias em relação a 2018.
- partículas inaláveis finas – Na RMSP, ocorreram ultrapassagens do PQAr nas estações Grajaú-Parelheiros (1), Guarulhos-Pimentas (2), Itaim Paulista (2), Marg. Tietê-Ponte dos Remédios (2) e São Caetano do Sul (1); e no interior, na UGRHI 4: Ribeirão Preto (2); na UGRHI 5: Santa Gertrudes (1); e na UGRHI 15: São José do Rio Preto.
- fumaça – Não houve ultrapassagem do PQAr para este poluente.
- partículas totais em suspensão – Na RMSP, não houve ultrapassagem do PQAr. Em Cubatão-Vila Parisi, foram observadas cinco ultrapassagens do PQAr.
- dióxido de enxofre – Não houve ultrapassagem do PQAr para este poluente.
- monóxido de carbono – Não houve ultrapassagem do PQAr para este poluente.
- dióxido de nitrogênio – Houve uma única ultrapassagem do PQAr para este poluente na estação Cubatão-Vale do Mogi.
- ozônio – Foram registradas as seguintes ultrapassagens do padrão de 8 horas, no período de janeiro a setembro:

- UGRHI 6: em todas as estações da RMSP, totalizando 121 ultrapassagens do PQAr;
- UGRHI 2: em Jacareí (1) São José dos Campos-Jd. Satélite (1) e Taubaté (2);
- UGRHI 5: em Americana (2), Campinas-Taquaral (1), Jundiaí (4), Limeira (4), Paulínia (2), Paulínia-Santa Terezinha (1), Piracicaba (4) e Rio Claro-Jd. Guanabara (2);
- UGRHI 7: em Cubatão-Centro (3);
- UGRHI 13: em Araraquara (4);
- UGRHI 15: em Catanduva (1) e São José do Rio Preto (1);
- UGRHI 21: em Marília (1)
- Não houve ultrapassagem do PQAr para este poluente nas seguintes estações do interior: na UGRHI 2: Guaratinguetá e São José dos Campos; na UGRHI 4: Ribeirão Preto; na UGRHI 5: Campinas-Vila União; na UGRHI 7: Cubatão-Vale do Mogi, Santos e Santos-Ponta da Praia; na UGRHI 10: Sorocaba e Tatuí; na UGRHI 13: Bauru e Jaú; na UGRHI 19: Araçatuba e na UGRHI 22: Presidente Prudente.

Assim, deve-se observar que o período de maio a setembro (inverno) continua sendo um período crítico para a poluição atmosférica no Estado de São Paulo e que é necessário avançar nas políticas de controle de emissão de poluentes, principalmente, no que se refere às fontes de emissão de material particulado e de precursores de ozônio.

Referências

- BRASIL. CONAMA. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 ago. 1990. Seção 1, p. 15937-15939. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: dez. 2019.
- BRASIL. CONAMA. Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre qualidade do ar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 nov. 2018. Seção 1, p. 155-156. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>>. Acesso em: dez. 2019.
- CEDEC. **Meteorologia**. São Paulo, 2019. 1 base de dados eletrônicos. Disponível em <<http://www.defesacivil.sp.gov.br/>>. Acesso em: jan. a dez. 2019.
- CETESB. **Operação inverno**: relatório final. São Paulo, 1976. 39 f.
- _____. **Qualidade do Ar**. São Paulo, 2019a. Disponível em <<https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/>>. Acesso em: dez. 2019.
- _____. **Sistema de Informações da Qualidade do Ar da CETESB (QUALAR)**. São Paulo, 2019b. Disponível em <<http://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>> Acesso em: jan. a dez. 2019.
- _____. **Operação Inverno 2018**. 2019c. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: dez. 2019.
- _____. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2018**. São Paulo, 2019d. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: dez. 2019.
- _____. **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2018**. São Paulo, 2019e. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>>. Acesso em: dez. 2019.
- CIIAGRO. **Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2019. 1 base de dados eletrônicos. Disponível em <<http://www.ciiagro.org.br/>>. Acesso em: jan. a dez. 2019.
- DAEE. **Hidrologia**. São Paulo, 2019a. 1 base de dados eletrônicos. Disponível em <http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=72%3Ahidrometeorologia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30>. Acesso em: jan. a dez. 2019.
- _____. **Sala de Situação – São Paulo**. São Paulo, 2019b. 1 dados diários. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/0B4yicqLa_Dj8YTE5ZDUyNTItMjkzYS00ZGJLTg2M2ItZTI0ZjRjODQ3ZDNk>. Acesso em: jan. a dez.2019.
- IAG. Grupo de Estudos Climáticos - GrEC. **Relatório climático mensal**. [Monitoramento climático jan-dez/2019]. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil, 2019. Acessado em: dez. 2019. Disponível em: <www.grec.iag.usp.br>.
- IBAMA. **Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores – PROCONVE/PROMOT/IBAMA**. 3ª ed. Brasília: Ibama/Diqua, 2011. 584p. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/veiculosautomotores/manual%20proconve%20promot_portugues.pdf>. Acesso em: nov. dez.2019.
- INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fontes. Brasília. DF: INMET, 2009. 465p.
- _____. **Estações e Dados**. Brasília, 2019a. 1 base de dados eletrônicos. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: jan. a dez.2019.
- _____. Prognóstico Climático do CPTEC/INMET/FUNCEME. **Boletins de Prognóstico Climático - Ano 2019**. 2019b. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/prognosticoClimaticoTrimestral>>. Acesso em: jan. a dez.2019.
- INPE. **Programa de Queimadas**. São José dos Campos, 2019a. 1 base de dados eletrônicos (portal). Tema: Queimadas e incêndios florestais: monitoramento orbital e risco de fogo. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/>>. Acesso em: jan. a dez.2019.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 997, de 31 de maio de 1976**. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=46075>>. Acesso em: dez.2019.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976**. Aprova Regulamento que disciplina a execução da Lei n. 997, de 31/05/1976, que dispõe sobre controle da poluição do meio ambiente. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=62153>>. Acesso em: dez.2019.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. **Diário Oficial**: Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v. 112, n. 180, 20 set. 2002. Seção 1, p. 2. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20020920&Caderno=EXECUTIVO%20SECAO%20I&NumeroPagina=2>>. Acesso em: dez.2019.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013**. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. Com retificações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html>>. Acesso em: dez.2019.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e dá providências correlatas. **Diário Oficial**: Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v. 126, n. 234, 15 dez. 2016. Seção 1, p. 1-10. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20161215&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: dez.2019.

SÃO PAULO (Estado). SMA. **Etanol Verde**. [Protocolo Etanol Mais Verde]. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/>>. Acesso em: dez.2019.

SÃO PAULO (Estado). SMA. **Etanol Verde**. [Protocolo Agroambiental Etanol Mais Verde – Primeiros Resultados – Safra 2018-2019]. Relatório anual. São Paulo, 2019a. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/etanolverde/2020/01/etanol-verde-relatorio-safra-18_19-site.pdf>. Acesso em: jan.2020.

SÃO PAULO (Estado). SMA. SIGAM. **Eliminação Gradativa da Queima da Palha da Cana-de-Açúcar**. São Paulo, 2019b. Disponível em <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=123>>. Acesso em: dez.2019.

WYOMING, UNIVERSITY of. **Upper Air Data** [83779 SBMT Marte Civ Observations]. College of Engineering, Department of Atmospheric Science. 2019. Disponível em: <<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>>. Acesso em: jan. a dez.2019.

Apêndice A

Dados Meteorológicos

Tabela A – Distribuição mensal do número de dias em que as condições foram favoráveis e desfavoráveis à dispersão dos poluentes na atmosfera, na RMSP (2017 a 2019)

		FAVORÁVEIS			DESFAVORÁVEIS		
MÊS	ANO	2017	2018	2019	2017	2018	2019
		MAIO	28	28	28	3	3
JUNHO	24	20	17	6	10	12	
JULHO	26	12	21	5	19	10	
AGOSTO	26	31	22	5	0	8	
SETEMBRO	26	30	27	4	1	3	
Total		130	121	115	23	33	36

Fonte: CETESB (2020)

Tabela B – Frequência de inversões térmicas, por faixa (2017 a 2019)
Aeroporto de Marte – São Paulo

ALTURA (m)	0 - 200			>200 - 500			>500			Total			Total de dias sem sondagem			
	ANO	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
MAIO	MÊS	2	2	3	9	13	7	13	10	6	24	25	16	2	1	7
JUNHO		6	9	-	8	8	2	11	10	1	25	27	3	2	1	25
JULHO		7	13	7	14	8	11	9	7	8	30	28	26	-	1	2
AGOSTO		4	-	5	9	12	12	16	16	14	29	28	31	-	1	-
SETEMBRO		1	2	4	17	12	9	9	13	13	27	27	26	1	1	1
TOTAL		20	26	19	57	53	41	58	56	42	135	135	102	5	5	35

Fonte: QUALAR (CETESB, 2019b)

Tabela C – Precipitação mensal e frequência de dias de chuva (2017 a 2019) - São Paulo e Normais Climatológicas de 1961 a 1990

	ANO						
	1961 A 1990	2017		2018		2019	
MÊS	mm	mm	dias	mm	dias	mm	dias
MAIO	71,4	143,1	9	10,3	2	53,7	12
JUNHO	50,1	102,9	5	12,7	6	42,3	5
JULHO	43,9	0,0	0	24,2	1	152,4	5
AGOSTO	39,6	60,1	7	48,8	9	3,3	4
SETEMBRO	70,7	11,1	2	70,8	8	75,5	10
TOTAL	275,7	317,2	23	166,8	26	327,2	36

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019)

Nota: Normais climatológicas de 1961 a 1990 (INMET, 2009)

Tabela D – Frequência de sistemas frontais que passaram sobre São Paulo maio a setembro (2017 a 2019)

Mês \ Ano	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
2017	5	5	2	4	1	17
2018	4	3	4	5	3	19
2019	5	2	4	5	4	20

Fonte: CETESB (2019)

Tabela E – Velocidade média do vento e porcentagem média de calmaria da RMSP – 2019

MÊS	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO	
	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)
01	7,9	1,6	13,7	1,7	16,7	2,0	7,2	1,6	1,5	2,2
02	22,9	1,3	16,1	1,3	14,7	1,8	21,4	1,8	4,6	1,7
03	20,3	1,4	14,6	1,2	16,4	2,1	0,0	2,8	2,5	1,6
04	19,2	1,2	6,9	2,1	5,0	1,8	0,0	2,5	3,9	1,6
05	16,7	1,5	1,2	2,2	2,2	1,8	0,9	2,5	0,0	2,5
06	13,2	1,6	3,1	1,9	5,8	1,5	0,0	2,2	0,0	2,4
07	5,5	1,7	10,0	1,5	13,4	1,7	10,0	1,5	0,9	1,9
08	0,3	2,2	27,4	1,4	3,1	2,0	18,8	1,2	15,6	1,4
09	0,0	2,2	28,8	1,4	11,4	1,6	24,7	1,4	17,8	1,5
10	1,8	1,8	20,7	1,9	11,7	1,4	16,1	1,6	16,3	1,6
11	7,1	1,4	16,5	1,3	26,0	1,5	17,3	1,9	22,9	1,3
12	12,1	1,3	24,7	1,3	21,4	1,3	2,0	2,0	13,3	1,5
13	1,2	1,7	22,3	1,3	26,4	1,6	19,6	1,8	3,8	2,5
14	4,2	1,7	21,7	1,3	27,6	1,5	0,0	3,1	0,0	2,5
15	3,2	2,0	21,5	1,2	17,2	1,6	0,0	2,7	0,7	2,3
16	0,0	2,4	25,6	1,2	7,5	1,8	2,8	1,8	3,0	1,6
17	0,0	2,4	17,8	1,4	3,6	1,9	15,1	1,6	13,4	1,5
18	8,1	2,1	6,1	1,6	0,9	2,3	14,3	1,8	16,8	2,0
19	9,2	2,1	19,8	1,4	1,8	1,9	3,2	2,4	0,0	2,4
20	17,7	1,5	27,1	1,6	13,5	1,5	0,0	2,2	0,0	2,2
21	8,3	1,5	1,7	2,0	14,6	1,5	0,6	2,1	0,9	2,1
22	24,2	1,5	0,8	1,9	7,8	1,7	0,6	2,4	0,0	2,5
23	21,1	1,4	18,1	1,5	20,5	1,5	0,3	2,2	0,0	3,2
24	4,5	1,7	16,7	1,8	26,2	1,3	0,9	2,2	0,0	2,7
25	0,0	3,1	9,0	2,1	25,6	1,5	0,3	2,6	1,2	2,1
26	7,4	1,6	21,9	2,2	1,5	2,0	0,3	2,5	2,7	1,5
27	1,6	1,6	8,3	1,6	14,6	1,4	2,8	1,9	15,1	1,4
28	18,0	1,7	1,4	1,9	1,1	2,0	2,0	2,2	0,0	2,6
29	6,1	1,7	11,4	1,6	0,3	2,3	2,1	2	1,0	2,2
30	1,9	1,9	20,0	1,8	0,7	1,8	13,7	1,6	2,7	2,2
31	11,9	1,9	--	--	9,1	1,5	17,3	1,7	--	--
MÉDIA	8,9	1,8	15,2	1,6	11,9	1,7	6,9	2,1	5,4	2,0

Fonte: QUALAR (CETESB, 2019b)

Apêndice B

Dados de Qualidade do ar

(Maio a Setembro de 2019)¹

¹ Fonte: QUALAR (CETESB, 2019b).

Tabela A – Partículas Inaláveis (MP₁₀) – Rede Automática – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAr	Média Aritm. (µg/m³)	MÁXIMAS - 24h (µg/m³)			
							1ª	2ª	3ª	4ª
Industrial	2	Guaratinguetá	S	151	0	25	61	55	52	51
		Jacareí	S	153	0	24	57	54	54	53
		S. José Campos	S	151	0	25	57	57	51	51
		S. José Campos-Jd. Satélite	S	146	0	24	60	58	54	53
		Taubaté	S	151	0	24	71	57	54	52
	5	Americana	S	140	0	44	101	99	98	91
		Campinas-Centro	S	141	0	29	66	66	61	54
		Campinas-Taquaral	S	138	0	26	84	68	60	53
		Jundiaí	S	148	0	31	82	80	80	64
		Limeira	S	102	0	45	120	111	104	93
		Paulínia	S	152	0	36	79	77	66	66
		Paulínia-Sta Terezinha	S	125	0	36	116	96	76	72
		Piracicaba	S	138	2	41	149	129	118	94
		Rio Claro-Jd. Guanabara	S	150	0	50	111	106	104	102
		Santa Gertrudes	S	153	14	73	161	160	156	148
	6	Capão Redondo	S	141	0	29	69	67	64	64
		Carapicuíba	S	147	0	34	78	77	76	73
		Cerqueira César	S	148	0	26	64	61	59	52
		Congonhas	S	141	0	35	76	73	69	68
		Diadema	S	150	0	29	61	56	55	53
		Grajaú-Parelheiros	S	139	0	41	99	91	91	89
		Guarulhos-Paço Municipal	S	149	0	33	83	81	79	76
		Guarulhos-Pimentas	S	143	0	37	100	94	90	84
		Interlagos	S	96	0	32	75	73	72	68
		Itaim Paulista	S	145	0	37	119	100	98	88
		Marg. Tietê-Ponte dos Remédios	S	144	0	41	88	86	85	80
		Mauá	S	140	0	30	82	81	76	76
		Nossa Senhora do Ó	S	144	0	32	70	65	63	59
		Osasco	S	148	0	53	118	110	104	100
		Parque D. Pedro II	S	135	0	37	94	90	85	84
		Perus	S	132	0	36	85	79	69	66
		Pinheiros	S	142	0	34	72	70	67	66
		S. André-Capuava	S	145	0	28	64	57	56	55
		S. Bernardo-Paulicéia	S	153	0	34	88	77	70	69
		Santo Amaro	S	99	0	34	82	80	74	73
	São Caetano do Sul	S	137	0	33	91	85	68	66	
	Taboão da Serra	S	152	0	38	97	83	83	83	
	7	Cubatão-Centro	S	140	0	30	83	74	73	73
		Cubatão-Vale do Mogi	S	149	1	40	135	108	92	85
		Cubatão-Vila Parisi	S	153	22	71	184	158	154	154
Santos		S	153	0	17	34	32	32	31	
Santos-Ponta da Praia		S	145	0	24	52	47	47	46	
10	Sorocaba	S	143	0	26	60	53	50	48	
	Tatuí	S	153	0	26	83	80	70	70	
Em Industrialização	4	Ribeirão Preto	S	150	4	46	174	174	135	125
		Araraquara	S	151	0	33	114	99	91	74
	13	Bauru	S	150	0	33	78	76	73	70
		Jaú	S	152	0	34	94	89	85	83
Agropecuária	15	Catanduva	S	127	0	44	76	73	71	71
		São José do Rio Preto	S	153	0	42	102	101	100	84
	19	Araçatuba	S	148	0	36	102	87	85	73
	21	Marília	S	148	0	28	77	73	69	65
	22	Presidente Prudente	S	153	0	29	86	67	67	63

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela B – Partículas Inaláveis (MP₁₀) – Rede Manual – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAr	Média Aritm. (µg/m ³)	MÁXIMAS (µg/m ³)			
							1ª	2ª	3ª	4ª
Industrial	5	Cordeirópolis - Mòdolo	S	24	0	43	84	68	64	61
		Santa Gertrudes - Jd. Luciana	S	22	3	79	147	129	126	109
	7	Guarujá - Vicente de Carvalho	S	21	0	34	72	64	60	59
Em industrialização	8	Franca - Cidade Nova	S	25	0	26	79	54	53	41
	9	Jaboticabal - Jd Kennedy	S	25	1	49	148	77	70	69

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela C – Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Rede Manual – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAr	Média Geom. (µg/m ³)	MÁXIMAS - 24h (µg/m ³)			
							1ª	2ª	3ª	4ª
Industrial	6	Cerqueira César	S	19	0	38	79	77	72	69
		Osasco	S	19	0	79	181	153	130	127
		Pinheiros	S	17	0	39	87	80	72	64
		Santo Amaro	S	18	0	34	91	77	66	60
		Santo André - Capuava	S	17	0	44	88	80	75	66
		São Bernardo do Campo	S	17	0	47	105	101	86	85
	7	Cubatão - Vila Parisi	S	14	4	138	482	459	338	295

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela D – Fumaça (FMC) – Rede Manual – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAr	Média Aritm. (µg/m ³)	MÁXIMAS - 24h (µg/m ³)			
							1ª	2ª	3ª	4ª
Industrial	5	Jundiaí - Centro	S	22	0	19	38	32	30	27
		Salto - Centro	S	21	0	16	29	27	23	22
	6	Campos Elíseos	S	20	0	18	51	35	27	24
		Cerqueira César	S	25	0	18	49	46	30	28
		Ibirapuera	S	25	0	14	43	33	24	24
		Pinheiros	S	23	0	14	47	47	33	27
		Tatuapé	S	24	0	21	58	57	47	36
	10	Itu - Centro	S	21	0	12	22	21	20	20
		Sorocaba - Centro	S	25	0	21	46	46	41	32
Em industrialização	13	São Carlos - Centro	N	7	0	10	21	11	8	8

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela E – Partículas Inaláveis Finas (MP_{2,5}) – Rede Manual – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAr	Média Aritm. (µg/m³)	MÁXIMAS (µg/m³)			
							1ª	2ª	3ª	4ª
Industrial	6	Cerqueira César	S	25	0	15	30	26	24	23

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela F – Partículas Inaláveis Finas (MP_{2,5}) – Rede Automática – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAr	Média Aritm. (µg/m³)	MÁXIMAS - 24h (µg/m³)				
							1ª	2ª	3ª	4ª	
Industrial	2	Guaratinguetá	S	150	0	12	36	28	24	24	
		S.José Campos-Jd.Satélite	S	146	0	14	37	34	34	32	
		Taubaté	S	151	0	13	55	34	29	25	
	5	Campinas-V.União	S	145	0	25	56	53	50	48	
		Jundiaí	S	126	0	16	44	38	35	34	
		Limeira	S	114	0	18	52	50	41	36	
		Paulínia-Sta Terezinha	S	125	0	18	59	44	43	42	
		Piracicaba	S	142	0	16	51	42	42	36	
		Rio Claro-Jd.Guanabara	S	114	0	22	43	41	41	40	
		Santa Gertrudes	S	153	1	23	63	57	55	54	
	6	Cid.Universitária-USP-Ipen	S	144	0	18	49	45	42	40	
		Congonhas	S	138	0	21	49	48	48	44	
		Grajaú-Parelheiros	S	145	1	21	67	51	50	49	
		Guarulhos-Paço Municipal	S	150	0	18	48	47	43	37	
		Guarulhos-Pimentas	S	93	2	25	66	62	57	52	
		Ibirapuera	S	140	0	16	41	34	34	34	
		Itaim Paulista	S	117	2	25	83	70	59	58	
		Marg.Tietê-Ponte dos Remédios	S	134	2	25	64	61	57	56	
		Mauá	S	119	0	18	44	39	39	38	
		Mooca	S	126	0	20	47	45	43	43	
		Osasco	S	145	0	26	57	51	50	49	
		Parque D.Pedro II	S	148	0	20	49	49	46	46	
		Perus	S	101	0	17	31	31	30	28	
		Pico do Jaraguá	S	124	0	15	35	27	26	23	
		Pinheiros	S	126	0	20	50	45	43	41	
		S.Bernardo-Centro	S	147	0	17	56	50	40	40	
	Santana	S	137	0	19	47	41	36	35		
	São Caetano do Sul	S	124	1	19	63	56	44	43		
	7	Santos-Ponta da Praia	S	136	0	17	44	36	31	31	
	Em Industrialização	4	Ribeirão Preto	S	150	2	19	67	63	47	43
	Agropecuária	15	São José do Rio Preto	S	153	2	21	70	65	46	43

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela G – Dióxido de Enxofre (SO₂) – Rede Automática – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQA _r	Média Aritm. (µg/m ³)	MÁXIMAS - 24h (µg/m ³)			
							1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Industrial	2	S.José Campos	S	145	0	1	5	5	4	4
	5	Paulínia	S	113	0	4	13	11	10	10
		Paulínia-Sta Terezinha	S	123	0	5	20	18	14	14
	6	Cerqueira César	S	148	0	2	6	5	4	4
		Congonhas	S	118	0	2	6	5	4	4
		Guarulhos-Pimentas	S	153	0	3	9	7	7	6
		Interlagos	S	125	0	2	5	4	4	4
		Marg.Tietê-Ponte dos Remédios	S	140	0	3	6	6	6	6
		Osasco	S	150	0	3	6	6	5	5
		S.André-Capuava	S	139	0	3	11	8	7	7
	São Caetano do Sul	S	119	0	2	5	4	3	3	
	7	Cubatão-Centro	S	125	0	8	38	34	23	22
		Cubatão-Vale do Mogi	S	147	0	8	35	28	27	23
		Cubatão-Vila Parisi	S	153	0	12	49	49	41	39
		Santos-Ponta da Praia	S	131	0	12	33	29	28	27

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela H – Monóxido de Carbono (CO) – Rede Automática – Média de 8h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAR	Média Aritm. das Máximas de 8 h (ppm)	MÁXIMAS - 8h (ppm)			
							1ª	2ª	3ª	4ª
Industrial	2	S.José Campos-Jd.Satélite	S	124	0	0,2	1,9	1,6	1,4	1,3
	5	Campinas-Centro	S	141	0	0,7	1,7	1,7	1,7	1,7
	6	Carapicuíba	S	148	0	0,6	2,0	1,9	1,9	1,9
		Cerqueira César	S	148	0	0,5	2,2	2,1	2,0	2,0
		Congonhas	S	142	0	0,9	3,9	3,9	3,8	3,8
		Grajaú-Parelheiros	S	141	0	0,6	2,9	2,3	2,3	2,3
		Guarulhos-Pimentas	S	151	0	0,6	2,4	2,2	2,1	2,0
		Ibirapuera	S	133	0	0,5	2,9	2,9	2,5	2,4
		Marg.Tietê-Ponte dos Remédios	S	151	0	0,9	3,1	2,9	2,8	2,8
		Mooca	S	124	0	0,7	3,2	2,9	2,8	2,5
		Osasco	S	148	0	1,0	3,4	2,8	2,8	2,7
		Parque D.Pedro II	S	144	0	0,5	2,9	2,8	2,4	2,3
		Pinheiros	S	151	0	0,8	3,6	3,4	3,3	3,3
		S.Bernardo-Centro	S	149	0	0,6	3,9	3,0	2,7	2,7
		Santo Amaro	S	136	0	0,6	3,8	2,6	2,6	2,4
		São Caetano do Sul	S	134	0	0,6	5,7	5,4	4,2	3,8
Taboão da Serra	S	148	0	1,1	4,3	4,1	4,1	4,0		
Em Industrialização	4	Ribeirão Preto	S	128	0	0,4	1,1	1,0	1,0	1,0

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela I – Monóxido de Carbono (CO) – Rede Automática – Média de 1h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Média Aritm. das Máximas de 1 h (ppm)	MÁXIMAS - 1h (ppm)			
						1ª	2ª	3ª	4ª
Industrial	2	S.José Campos-Jd.Satélite	S	122	0,7	2,7	2,2	2,0	1,8
	5	Campinas-Centro	S	141	1,3	3,2	3,0	2,7	2,7
	6	Carapicuíba	S	148	1,2	2,8	2,7	2,6	2,6
		Cerqueira César	S	148	1,2	3,0	2,9	2,8	2,8
		Congonhas	S	142	1,9	6,2	5,6	5,3	5,0
		Grajaú-Parelheiros	S	141	1,4	3,8	3,6	3,2	3,1
		Guarulhos-Pimentas	S	151	1,2	3,3	3,3	3,1	3,0
		Ibirapuera	S	133	1,1	3,6	3,4	3,3	3,2
		Marg.Tietê-Ponte dos Remédios	S	151	1,7	3,8	3,8	3,6	3,4
		Mooca	S	124	1,5	4,3	3,9	3,6	3,6
		Osasco	S	148	2,0	4,6	4,1	4,0	4,0
		Parque D.Pedro II	S	144	1,2	3,7	3,5	3,5	3,3
		Pinheiros	S	151	1,7	4,2	4,1	4,1	4,0
		S.Bernardo-Centro	S	149	1,3	4,1	4,1	3,9	3,8
		Santo Amaro	S	136	1,2	4,1	4,1	3,3	3,2
		São Caetano do Sul	S	134	1,7	7,0	6,5	5,9	5,5
Taboão da Serra	S	148	2,3	5,2	5,1	5,0	4,9		
Em Industrialização	4	Ribeirão Preto	S	128	1,0	1,8	1,7	1,7	1,6

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Tabela J – Dióxido de Nitrogênio (NO₂) – Rede Automática – Média de 1h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAr	Média Aritm. (µg/m ³)	MÁXIMAS - 1h (µg/m ³)				
							1ª	2ª	3ª	4ª	
Industrial	2	Guaratinguetá	S	141	0	15	88	79	74	73	
		Jacaré	S	103	0	11	63	62	51	51	
		S.José Campos	S	152	0	23	102	99	99	93	
		S.José Campos-Jd.Satélite	S	139	0	23	110	103	102	101	
		Taubaté	S	151	0	21	100	98	97	88	
	5	Campinas-Taquaral	S	119	0	23	120	119	112	104	
		Jundiá	S	148	0	31	160	131	116	114	
		Limeira	S	138	0	27	106	106	104	96	
		Paulínia	S	144	0	27	121	115	110	110	
		Paulínia-Sta Terezinha	S	96	0	19	114	113	107	103	
		Piracicaba	S	141	0	18	107	96	86	83	
		Santa Gertrudes	S	153	0	38	149	127	122	122	
	7	Cerqueira César	S	148	0	40	157	153	149	147	
		Congonhas	S	141	0	66	209	199	194	191	
		Guarulhos-Pimentas	S	144	0	27	131	126	123	117	
		Ibirapuera	S	137	0	34	131	129	128	125	
		Interlagos	S	152	0	35	154	135	132	131	
		Itaim Paulista	S	146	0	25	128	115	114	110	
		Marg.Tietê-Ponte dos Remédios	S	150	0	67	214	201	188	170	
		Osasco	S	132	0	51	175	149	141	139	
		Parque D.Pedro II	S	148	0	42	172	153	152	150	
		Pico do Jaraguá	S	108	0	15	102	82	80	78	
		Pinheiros	S	131	0	43	162	146	141	133	
		S.André-Capuava	S	142	0	33	162	140	132	128	
		S.Bernardo-Centro	S	139	0	35	152	146	143	141	
		São Caetano do Sul	S	130	0	36	143	137	130	126	
		10	Cubatão-Centro	S	124	0	38	145	142	134	129
	Cubatão-Vale do Mogi		S	133	1	44	271	127	126	122	
	Cubatão-Vila Parisi		S	133	0	54	187	154	148	143	
	Santos-Ponta da Praia		S	122	0	34	127	114	105	104	
	Em industrialização	4	Sorocaba	S	145	0	24	125	108	105	104
			Tatuí	S	116	0	15	119	111	102	99
13		Ribeirão Preto	S	133	0	11	53	45	44	41	
		Araraquara	S	151	0	23	158	139	127	123	
Agropecuária	15	Bauru	S	145	0	22	117	101	98	96	
		Jaú	S	150	0	15	140	128	118	111	
	21	Catanduva	S	153	0	21	104	99	97	92	
		São José do Rio Preto	S	151	0	27	122	121	113	111	
22	Marília	S	141	0	15	104	98	91	89		
Presidente Prudente	S	152	0	14	116	106	101	96			

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

Santo Amaro – dados de 2019 foram invalidados

**Tabela K – Ozônio (O₃) – Rede Automática – Média de 8h
(maio a setembro)**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAR	MÁXIMAS - 8h (µg/m ³)				
						1ª	2ª	3ª	4ª	
Industrial	2	Guaratinguetá	S	143	0	128	123	114	112	
		Jacareí	S	141	0	131	118	115	111	
		S.José Campos	S	152	0	101	100	99	95	
		S.José Campos-Jd.Satélite	S	140	0	136	127	122	120	
		Taubaté	S	151	1	141	131	120	114	
	5	Americana	S	140	1	144	134	132	130	
		Campinas-Taquaral	S	138	0	136	135	132	129	
		Campinas-V.União	S	135	0	98	97	90	88	
		Jundiaí	S	146	2	146	144	126	120	
		Limeira	S	139	0	124	116	114	109	
		Paulínia	S	147	0	124	114	113	108	
		Paulínia-Sta Terezinha	S	123	0	124	121	116	113	
		Piracicaba	S	140	3	156	148	143	135	
		Rio Claro-Jd.Guanabara	R	149	2	152	146	132	129	
	6	Capão Redondo	S	138	0	124	121	116	114	
		Carapicuíba	S	148	0	139	136	123	114	
		Cid.Universitária-USP-Ipen	S	152	4	158	153	152	144	
		Diadema	S	145	1	151	123	114	114	
		Grajaú-Parelheiros	S	97	1	149	118	106	99	
		Guarulhos-Paço Municipal	S	140	0	136	120	107	102	
		Guarulhos-Pimentas	S	153	0	125	116	112	112	
		Ibirapuera	S	150	2	155	153	132	129	
		Interlagos	S	153	2	154	143	129	114	
		Itaim Paulista	S	147	0	127	124	119	110	
		Itaquera	S	143	3	156	148	144	126	
		Mauá	S	133	0	120	107	96	94	
		Mooca	S	116	1	141	119	115	101	
		Nossa Senhora do Ó	S	151	1	166	125	124	121	
		Parque D.Pedro II	S	148	1	148	119	114	104	
		Perus	S	133	2	156	141	128	122	
		Pico do Jaraguá	S	123	4	159	152	143	141	
		Pinheiros	S	149	0	122	119	115	113	
		S.André-Capuava	S	143	0	117	113	103	99	
		S.Bernardo-Centro	S	149	2	161	151	128	127	
	Santana	S	152	1	171	139	132	121		
	Santo Amaro	S	153	0	120	111	104	101		
	São Caetano do Sul	S	136	1	148	113	110	109		
	7	Cubatão-Centro	S	132	0	128	111	99	95	
		Cubatão-Vale do Mogi	S	143	0	80	77	77	76	
		Santos	S	153	0	87	86	85	82	
		Santos-Ponta da Praia	S	129	0	85	85	78	75	
	10	Sorocaba	S	145	0	120	110	106	102	
		Tatuí	S	144	0	123	121	119	115	
	Em Industrialização	4	Ribeirão Preto	S	149	0	126	126	124	118
			Araraquara	S	126	4	158	145	141	141
		13	Bauru	S	149	0	131	128	125	120
	Jaú		S	152	0	138	137	134	130	
Agropecuária	15	Catanduba	S	153	1	148	132	128	126	
		São José do Rio Preto	S	152	1	154	130	125	123	
	19	Araçatuba	S	146	0	122	118	112	106	
	21	Marília	S	147	1	143	136	129	124	
22	Presidente Prudente	S	153	0	129	127	126	119		

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)

**Tabela L – Ozônio (O₃) – Rede Automática – Média de 8h
(janeiro a setembro)**

U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	Nº de dias amostrados	Ultrapassagem PQAR - 8h	Ultrapassagem Atenção	MÁXIMAS - 8h (µg/m ³)			
						1ª	2ª	3ª	4ª
2	Guaratinguetá	S	252	0	0	128	123	120	114
	Jacareí	S	261	1	0	155	137	131	125
	S.José Campos	S	272	0	0	128	116	113	108
	S.José Campos-Jd.Satélite	S	229	1	0	149	136	127	124
	Taubaté	S	271	2	0	146	141	133	131
5	Americana	S	243	2	0	144	144	138	134
	Campinas-Taquaral	S	258	1	0	172	136	136	135
	Campinas-V.União	S	253	0	0	132	116	115	114
	Jundiaí	S	266	4	0	168	146	144	143
	Limeira	S	231	4	0	173	164	153	142
	Paulínia	S	265	2	0	181	144	136	133
	Paulínia-Sta Terezinha	S	231	1	0	154	124	124	121
	Piracicaba	S	248	4	0	157	156	148	143
Rio Claro-Jd.Guanabara	S	211	2	0	152	146	132	129	
6	Capão Redondo	S	249	2	0	193	146	138	130
	Carapicuíba	S	258	3	0	193	159	146	139
	Cid.Universitária-USP-Ipen	S	269	9	0	183	170	168	164
	Diadema	S	264	5	0	184	172	151	144
	Grajaú-Parelheiros	S	215	2	0	159	149	135	130
	Guarulhos-Paço Municipal	S	260	3	0	190	150	147	136
	Guarulhos-Pimentas	S	267	1	0	141	131	128	126
	Ibirapuera	S	270	9	0	187	178	164	155
	Interlagos	S	238	7	0	182	180	159	154
	Itaim Paulista	S	262	2	0	145	144	135	127
	Itaquera	S	246	10	0	168	164	160	156
	Mauá	S	223	14	1	208	200	197	187
	Mooca	S	211	5	0	160	156	151	146
	Nossa Senhora do Ó	S	269	4	0	182	166	154	142
	Parque D.Pedro II	S	263	6	0	177	153	148	144
	Perus	S	168	2	0	156	141	137	128
	Pico do Jaraguá	S	191	8	0	191	159	157	152
	Pinheiros	S	264	2	0	152	141	131	126
	S.André-Capuava	S	263	6	0	183	162	161	151
	S.Bernardo-Centro	S	248	8	0	180	169	162	161
Santana	S	256	5	1	208	171	151	148	
Santo Amaro	S	271	2	0	161	150	137	132	
São Caetano do Sul	S	214	6	0	182	168	161	150	
7	Cubatão-Centro	S	252	3	0	156	147	145	140
	Cubatão-Vale do Mogi	S	244	0	0	129	124	109	106
	Santos	S	273	0	0	138	131	122	111
	Santos-Ponta da Praia	S	246	0	0	127	123	101	94
10	Sorocaba	S	222	0	0	120	117	111	110
	Tatuí	S	264	0	0	139	123	121	119
4	Ribeirão Preto	S	269	0	0	136	126	126	124
13	Araraquara	S	240	4	0	158	145	141	141
	Bauru	S	265	0	0	131	128	125	120
	Jaú	S	272	0	0	138	137	134	130
15	Catanduva	S	273	1	0	148	132	128	126
	São José do Rio Preto	S	272	1	0	154	130	125	123
19	Araçatuba	S	258	0	0	122	118	112	106
21	Marília	S	262	1	0	143	136	130	129
22	Presidente Prudente	S	266	0	0	129	127	126	123

Nota:

Repres. = atende ao critério de representatividade no período – S (sim) e N (não)



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

ISBN 978-65-5577-000-1