



SÉRIE RELATÓRIOS

# QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

---

## 2020



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Governo do Estado de São Paulo  
João Doria - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente  
Marcos Penido - Secretário de Estado

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
Patrícia Iglecias - Diretora-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa  
Clayton Paganotto - Diretor

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental  
Gláucio Attorre Penna - Diretor

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental  
Domenico Tremaroli - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental  
Carlos Roberto dos Santos - Diretor

---

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



# QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2020

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ▪ 2021

**Dados Internacionais de Catalogação**  
(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q      CETESB (São Paulo)  
Qualidade do ar no estado de São Paulo 2020 [recurso eletrônico] / CETESB ;  
Coordenação geral Maria Lúcia Gonçalves Guardani ; Coordenação técnica Clarice  
Aico Muramoto ; Equipe técnica Clarice Aico Muramoto ... [et al.] ; Mapas Thiago De  
Russi Colella. - - São Paulo : CETESB, 2021.  
1 arquivo de texto (228 p.) : il. color., PDF ; 29 MB. - - (Série Relatórios / CETESB,  
ISSN 0103-4103)

Publicado anteriormente como: Qualidade do ar na região metropolitana de São e  
em Cubatão; Relatório de qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo e em  
Cubatão; e Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo.  
Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>.  
ISBN 978-65-5577-018-6

1. Ar - qualidade - controle 2. Ar - poluição 3. São Paulo (BR) I. Título.  
II. Série.

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 2021.  
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345  
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

# FICHA TÉCNICA

## Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Eng. Carlos Roberto dos Santos  
Diretor

## Departamento de Qualidade Ambiental

Quím. Maria Helena R. B. Martins  
Gerente

## Coordenação Geral

Quím. Maria Lucia Gonçalves Guardani  
Gerente da Divisão de Qualidade do Ar

## Coordenação Técnica

Met. Clarice Aico Muramoto  
Gerente do Setor de Meteorologia

## Equipe Técnica

Met. Clarice Aico Muramoto	Téc. Amb. Orlando Ferreira Filho
Téc. Eletr. Almir Oliveira da Silva	Téc. Amb. Regina Giudici
Quím. Cristiane Ferreira F. Lopes	Est. Rosana Curilov
Quím. Daniele Patrícia R. de Carvalho	Fís. Thiago De Russi Colella
Met. Dirce Maria P. Franco	Quím. Viviane A. de Oliveira Ferreira
Téc. Amb. Israel Azevedo Anastacio	Est. Yoshio Yanagi
Quím. Jesuino Romano	Met. Carlos Ibsen Vianna Lacava
Quím. Maria Cristina N. de Oliveira	Eng. Cristiane Dias
Quím. Maria Lucia Gonçalves Guardani	Eng. Marcelo Pereira Bales

## Coleta de Amostras, Análise e Aquisição de Dados

Setor de Amostragem e Análise do Ar  
Setor de Meteorologia  
Setor de Telemetria  
Departamento de Apoio Operacional  
Setor de Avaliação de Emissões Veiculares  
Divisão de Avaliação do Ar, Ruído e Vibração  
Departamento de Laboratórios Descentralizados  
Departamento de Gestão Ambiental I  
Departamento de Gestão Ambiental II  
Departamento de Gestão Ambiental III  
Departamento de Gestão Ambiental IV  
Departamento de Gestão Ambiental V  
Setor de Planejamento Estatístico

## Mapas

Thiago De Russi Colella

## Projeto Gráfico

Vera Severo

## Revisão de Texto

Maria Cristina de Souza Leite

## Editoração

Phabrica de Produções

## Impressão e Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros Tel. 3133.3000 - CEP 05459-900 - São Paulo/SP - Brasil  
Este relatório está também disponível na página da CETESB: < cetesb.sp.gov.br >



# Apresentação

Logo no início de 2020 o mundo foi surpreendido com uma pandemia, assim reconhecida pela Organização Mundial da Saúde, que afetou significativamente o modo de vida da população tendo reflexos graves na saúde.

A presença e a disseminação do coronavírus SARS-CoV-2 demonstraram mais uma vez o quanto é frágil esta cadeia que nos mantém vivos, reforçando a primordial necessidade de um meio ambiente saudável e sustentável, bem como de repensarmos os nossos padrões de consumo e a maneira como vivemos. Entretanto, criou também a oportunidade do surgimento de soluções inovadoras, além da aceleração de medidas que estavam embrionárias, como por exemplo, o teletrabalho.

Nesse período, a CETESB passou por grandes desafios para continuar cumprindo com a sua missão, o que foi alcançado graças a um esforço conjunto.

Dentre esses desafios, está a operação das redes de monitoramento de qualidade ambiental que envolve trabalho presencial, tanto na coleta quanto na análise das amostras. Embora tenham ocorrido discontinuidades parciais nesse decurso, com empenho e a dedicação do corpo funcional foi possível realizar as principais atividades de monitoramento, nos locais considerados prioritários.

As informações geradas nesse ano em que houve, em maior ou menor grau, isolamento social e redução de algumas atividades proporcionam uma base de dados importante para comparação com resultados históricos e permitirão avaliar a influência de alguns fatores na qualidade ambiental possibilitando eventualmente reavaliar políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade ambiental.

Os resultados do monitoramento são consubstanciados em relatórios de qualidade ambiental. Como faz anualmente, a CETESB disponibiliza informações para a sociedade de forma sistemática e transparente, sendo que este ano estão disponíveis na página da CETESB, na internet, as seguintes publicações: Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas, de Qualidade das Águas Interiores, de Qualidade das Águas Costeiras e de Qualidade do Ar, além do Boletim de Qualidade das Águas Subterrâneas.

Certamente vários desafios permanecerão até que a pandemia seja superada e a CETESB irá suplantarlos com inovação, competência técnica e dedicação contribuindo assim para a proteção do meio ambiente.

Boa leitura!

**Patrícia Iglecias**  
Diretora-Presidente da CETESB



# Listas

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera.....	26
<b>Tabela 2</b> – Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013).....	27
<b>Tabela 3</b> – Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Decreto Estadual nº 59113, de 23/04/2013).....	28
<b>Tabela 4</b> – Índice Geral.....	31
<b>Tabela 5</b> – Qualidade do Ar e Efeitos à Saúde.....	32
<b>Tabela 6</b> – Qualidade do Ar e Prevenção de Riscos à Saúde.....	33
<b>Tabela 7</b> – Configuração da Rede Automática – 2020.....	35
<b>Tabela 8</b> – Configuração da Rede Manual – 2020.....	38
<b>Tabela 9</b> – Métodos de medição dos parâmetros.....	42
<b>Tabela 10</b> – Estimativa da frota de veículos do estado de São Paulo em 2019.....	49
<b>Tabela 11</b> – Estimativas de população, frota e emissão das fontes de poluição do ar no estado de São Paulo.....	52
<b>Tabela 12</b> – Estimativa da frota de veículos da RMSP em 2019.....	59
<b>Tabela 13</b> – Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar na RMSP.....	61
<b>Tabela 14</b> – Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP.....	62
<b>Tabela 15</b> – Médias mensais das mínimas diárias de umidade relativa e das máximas diárias de temperatura do ar - 2020.....	72
<b>Tabela 16</b> – MP <sub>10</sub> – Concentração média diária (µg/m <sup>3</sup> ) e classificação da qualidade do ar – RMSP.....	100
<b>Tabela 17</b> – MP <sub>10</sub> – Concentração média diária (µg/m <sup>3</sup> ) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral.....	101
<b>Tabela 18</b> – MP <sub>2,5</sub> – Concentração média diária (µg/m <sup>3</sup> ) e classificação da qualidade do ar -RMSP, Interior e Baixada Santista.....	102
<b>Tabela 19</b> – O <sub>3</sub> – Número de dias com ultrapassagem do padrão estadual - RMSP.....	107
<b>Tabela 20</b> – O <sub>3</sub> – Evolução do número de dias com ultrapassagem do padrão e do Nível de Atenção - RMSP.....	108
<b>Tabela 21</b> – O <sub>3</sub> – Evolução do número de dias com ultrapassagem do padrão e do Nível de Atenção – Baixada Santista e Litoral Norte.....	111
<b>Tabela 22</b> – O <sub>3</sub> – Evolução do número de dias com ultrapassagem do padrão e do Nível de Atenção - Interior.....	116
<b>Tabela 23</b> – O <sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m <sup>3</sup> ) e classificação da qualidade do ar - RMSP.....	117
<b>Tabela 24</b> – O <sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m <sup>3</sup> ) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral.....	118
<b>Tabela 25</b> – O <sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m <sup>3</sup> ) e classificação da qualidade do ar - RMSP.....	120
<b>Tabela 26</b> – O <sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m <sup>3</sup> ) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral.....	120
<b>Tabela 27</b> – SO <sub>2</sub> – Evolução do teor de enxofre no diesel.....	130
<b>Tabela 28</b> – Concentrações médias anuais de MP <sub>2,5</sub> e frações de carbono.....	137
<b>Tabela 29</b> – PCPV 2020-2022 – Ações, metas e indicadores.....	142

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Relação entre a concentração de curto prazo, índice e classificação da qualidade do ar.....	30
<b>Gráfico 2</b> – Evolução das emissões de poluentes veiculares no estado de São Paulo.....	50
<b>Gráfico 3</b> – Evolução das emissões de poluentes veiculares nas Regiões Metropolitanas.....	51
<b>Gráfico 4</b> – Emissões relativas por tipo de fonte – RMSP.....	63
<b>Gráfico 5</b> – Número de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes – RMSP.....	69
<b>Gráfico 6</b> – Precipitação diária e umidade relativa e temperatura do ar – RMSP (maio a setembro – Mirante de Santana).....	70
<b>Gráfico 7</b> – MP <sub>10</sub> – Concentrações máximas diárias – RMSP – 2020.....	76
<b>Gráfico 8</b> – MP <sub>10</sub> – Evolução das médias móveis do 4º maior valor diário (média de 24h) – RMSP.....	77
<b>Gráfico 9</b> – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP.....	78
<b>Gráfico 10</b> – MP <sub>10</sub> – Concentrações médias anuais RMSP – 2020.....	79
<b>Gráfico 11</b> – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP.....	80
<b>Gráfico 12</b> – MP <sub>10</sub> – Evolução das médias móveis – RMSP.....	81
<b>Gráfico 13</b> – MP <sub>10</sub> – Concentrações máximas diárias – Baixada Santista e Litoral Norte – 2020.....	82
<b>Gráfico 14</b> – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Baixada Santista e Litoral Norte - Rede Automática.....	83
<b>Gráfico 15</b> – MP <sub>10</sub> – Concentrações médias anuais – Baixada Santista e Litoral Norte – 2020.....	84
<b>Gráfico 16</b> – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – Baixada Santista.....	85
<b>Gráfico 17</b> – MP <sub>10</sub> – Concentrações máximas diárias – Interior – 2020.....	86
<b>Gráfico 18</b> – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – InteriorUGRHs 2, 5 e 10 – Rede Automática.....	87
<b>Gráfico 19</b> – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior UGRHs 4, 13, 15, 19, 21, 22 – Rede Automática.....	89
<b>Gráfico 20</b> – MP <sub>10</sub> – Concentrações médias anuais – Interior – 2020.....	90
<b>Gráfico 21</b> – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – InteriorUGRHs 2 e 10.....	91
<b>Gráfico 22</b> – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – Interior UGRHI 5.....	91
<b>Gráfico 23</b> – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – InteriorUGRHs 4, 13, 15, 19, 21 e 22.....	92
<b>Gráfico 24</b> – MP <sub>2,5</sub> – Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020.....	93
<b>Gráfico 25</b> – MP <sub>2,5</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP.....	94
<b>Gráfico 26</b> – MP <sub>2,5</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior e Baixada Santista Rede Automática.....	94
<b>Gráfico 27</b> – MP <sub>2,5</sub> – Concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020.....	96
<b>Gráfico 28</b> – MP <sub>2,5</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP.....	97
<b>Gráfico 29</b> – MP <sub>2,5</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – Baixada Santista e Interior.....	97
<b>Gráfico 30</b> – FMC – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP.....	103
<b>Gráfico 31</b> – FMC – Evolução das médias móveis – RMSP.....	104
<b>Gráfico 32</b> – FMC – Classificação das concentrações médias anuais – Interior – 2020.....	104
<b>Gráfico 33</b> – O <sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP.....	105
<b>Gráfico 34</b> – O <sub>3</sub> – Evolução do número de dias de ultrapassagens do padrão estadual e do número de estações de monitoramento – RMSP.....	106
<b>Gráfico 35</b> – O <sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagens do padrão de 8h – RMSP – 2020.....	107
<b>Gráfico 36</b> – O <sub>3</sub> – Evolução das médias móveis do 4º maior valor diário (máxima de 8 horas) – RMSP.....	109
<b>Gráfico 37</b> – O <sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Baixada Santista e Litoral Norte.....	110
<b>Gráfico 38</b> – O <sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – InteriorUGRHs 2, 5 e 10.....	112
<b>Gráfico 39</b> – O <sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior UGRHs 4, 13, 15, 19, 21 e 22.....	114
<b>Gráfico 40</b> – O <sub>3</sub> – Classificação do número de dias de ultrapassagens do padrão de 8h – Interior – 2020.....	115
<b>Gráfico 41</b> – NO <sub>2</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP.....	121
<b>Gráfico 42</b> – NO <sub>2</sub> – Concentrações Médias Anuais – RMSP – 2020.....	122
<b>Gráfico 43</b> – NO <sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP – Microescala.....	123
<b>Gráfico 44</b> – NO <sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP – Demais escalas.....	123
<b>Gráfico 45</b> – CO – Evolução das médias anuais das concentrações máximas diárias (médias de 8 horas) – RMSP - Microescala.....	125
<b>Gráfico 46</b> – CO – Evolução das médias anuais das concentrações máximas diárias (médias de 8 horas) – RMSP – Demais escalas.....	125
<b>Gráfico 47</b> – CO – Evolução das médias móveis das máximas diárias (média de 8 horas) – RMSP.....	126
<b>Gráfico 48</b> – SO <sub>2</sub> – Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020.....	127
<b>Gráfico 49</b> – SO <sub>2</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP, Baixada Santista e Interior.....	128
<b>Gráfico 50</b> – SO <sub>2</sub> – Concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020.....	129

<b>Gráfico 51</b> – SO <sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP .....	130
<b>Gráfico 52</b> – ERT - Distribuição percentual das concentrações horárias – Americana – 2020 .....	131
<b>Gráfico 53</b> – ERT - Distribuição percentual das concentrações horárias – Marginal Tietê-Ponte dos Remédios – 2020.....	132
<b>Gráfico 54</b> – Aldeídos - Perfil das concentrações diárias – Santo André-Capuava – 2020 .....	133
<b>Gráfico 55</b> – Benzeno – Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior - 2020.....	134
<b>Gráfico 56</b> – Benzeno – Classificação das concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior - 2020 .....	134
<b>Gráfico 57</b> – Tolueno - Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior - 2020.....	135
<b>Gráfico 58</b> – Tolueno – Classificação das concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior - 2020.....	135

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1</b> – Localização das estações da Rede Automática – 2020.....	40
<b>Mapa 2</b> – Localização das estações e pontos de amostragem da Rede Manual – 2020.....	41
<b>Mapa 3</b> – Composição da Macrometrópole Paulista.....	54
<b>Mapa 4</b> – Localização das estações de monitoramento e dos focos de queimadas, observados por satélites ambientais, no estado de São Paulo – 2019. ....	57
<b>Mapa 5</b> – Localização das estações de monitoramento e dos focos de queimadas, observados por satélites ambientais, no estado de São Paulo – 2020. ....	58
<b>Mapa 6</b> – Regiões de Controle do PREFE 2014 no estado de São Paulo .....	140
<b>Mapa 7</b> – Municípios abrangidos pelas Regiões de Controle do PREFE 2014 .....	140



# Lista de Abreviaturas e Siglas

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CEPDEC	Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CIAGRO	Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
FAB	Força Aérea Brasileira
EM	Estação móvel
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
EUA	Estados Unidos da América
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IQAr	Índice de Qualidade do Ar
MI	Meta Intermediária
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP	Material Particulado
PF	Padrão Final
OMS	Organização Mundial da Saúde
PQAr	Padrão de Qualidade do Ar
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROMOT	Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares
PCPV	Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo
PMMVD	Programa para Melhoria da Manutenção de Veículos a Diesel
QUALAR	Sistema de Informações de Qualidade do Ar
RC	Região de Controle
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
RMC	Região Metropolitana de Campinas
RMRP	Região Metropolitana de Ribeirão Preto
RMS	Região Metropolitana de Sorocaba
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RMVP	Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCOU	Zona de Convergência de Umidade
VER	Vias Estruturais Restritas
VLA	Valor Limite Adotado



# Sumário

<b>Resumo Executivo .....</b>	<b>15</b>
VISÃO GERAL DO ESTADO.....	15
Condições Meteorológicas.....	15
Poluentes Atmosféricos .....	16
a) Material Particulado .....	16
Partículas Inaláveis.....	16
Partículas Inaláveis Finas .....	17
Fumaça.....	17
Partículas Totais em Suspensão.....	17
b) Gases.....	17
Ozônio.....	17
Dióxido de Nitrogênio .....	18
Monóxido de Carbono.....	18
Dióxido de Enxofre.....	18
Considerações Gerais .....	19
RMSP .....	19
Cubatão.....	20
Polo Cerâmico de Santa Gertrudes.....	21
<b>1 • Introdução .....</b>	<b>23</b>
<b>2 • Parâmetros, Padrões e Índices.....</b>	<b>25</b>
2.1 Parâmetros de Qualidade do Ar .....	25
2.2 Padrões de Qualidade do Ar .....	26
2.3 Índice de Qualidade do Ar .....	29
<b>3 • Redes de Monitoramento.....</b>	<b>35</b>
3.1 Tipos de Rede e Parâmetros Monitorados .....	35
3.1.1 Rede Automática .....	35
3.1.2 Rede Manual.....	38
3.1.3 Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo.....	40
3.2 Metodologia de Monitoramento .....	42
3.3 Metodologia de Tratamento dos Dados .....	43
3.3.1 Representatividade de Dados.....	43
3.3.1.1 Rede Automática .....	43
3.3.1.2 Rede Manual .....	43
3.3.2 Representatividade espacial das estações.....	43
3.3.3 Observações sobre o monitoramento .....	44
<b>4 • Fontes de Poluição do Ar no Estado de São Paulo .....</b>	<b>47</b>
4.1 Considerações gerais sobre estimativas de emissão de fontes móveis e fontes estacionárias.....	47
4.2 Fontes de Poluição do Ar no Estado de São Paulo .....	48
4.3 Fontes de Poluição do Ar na RMSP .....	59

<b>5 • Qualidade do Ar no Estado de São Paulo .....</b>	<b>65</b>
5.1 Aspectos Gerais da Meteorologia no Estado de São Paulo .....	65
5.1.1 Aspectos Climáticos no Estado de São Paulo .....	65
5.1.2 Aspectos Meteorológicos no Estado de São Paulo em 2020 .....	66
5.1.3 Aspectos meteorológicos na poluição do ar no Estado de São Paulo .....	69
5.1.3.1 Condições Meteorológicas para Dispersão de Poluentes – 2020 .....	69
5.1.3.2 Condições Meteorológicas para Formação de Ozônio – 2020 .....	73
5.2 Resultados do Monitoramento da Qualidade do Ar .....	74
5.2.1 Resultados – Material Particulado .....	76
5.2.1.1 Partículas Inaláveis - MP <sub>10</sub> .....	76
5.2.1.2 Partículas Inaláveis Finas – MP <sub>2,5</sub> .....	92
5.2.1.3 Fumaça - FMC .....	103
5.2.1.4 Partículas Totais em Suspensão - PTS .....	105
5.2.2 Resultados – Ozônio – O <sub>3</sub> .....	105
5.2.3 Resultados – Dióxido de Nitrogênio – NO <sub>2</sub> .....	121
5.2.4 Resultados – Monóxido de Carbono – CO .....	124
5.2.5 Resultados – Dióxido de Enxofre – SO <sub>2</sub> .....	126
5.2.6 Outros Poluentes .....	131
5.2.6.1 Enxofre Reduzido Total - ERT .....	131
5.2.6.2 Aldeídos .....	132
5.2.6.3 Benzeno e Tolueno .....	133
5.2.7 Estudos Especiais .....	135
5.2.7.1 Estudos dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV) na atmosfera do município de Paulínia - SP .....	136
5.2.7.2 Evolução das concentrações de Carbono Orgânico e Carbono Elementar no MP <sub>2,5</sub> na atmosfera de São Paulo (Cerqueira César) ....	136
<b>6 • Medidas de Gestão das Fontes de Poluição Atmosférica .....</b>	<b>139</b>
6.1 Fontes Estacionárias .....	139
6.2 Fontes Móveis .....	141
<b>Referências .....</b>	<b>145</b>

# Resumo Executivo

O objetivo principal deste relatório é apresentar o diagnóstico da qualidade do ar no estado de São Paulo, a partir dos dados das redes de monitoramento da CETESB. O relatório apresenta também informações relativas às condições meteorológicas observadas em 2020 e às principais fontes de emissão nas regiões de maior interesse.

Deve-se considerar que o ano de 2020 foi um ano atípico devido a pandemia de COVID-19, que resultou em uma série de medidas de restrição. Essas tiveram como consequência, especialmente, nos primeiros meses da quarentena, a redução de algumas atividades e a diminuição de circulação dos veículos automotores, principal tipo de fonte responsável pela deterioração da qualidade do ar nas regiões mais urbanizadas do estado.

## VISÃO GERAL DO ESTADO

A qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição e intensidade das emissões de poluentes atmosféricos de origem veicular e industrial. Exercem papel fundamental a topografia e as condições meteorológicas, que se alteram de modo significativo nas várias regiões do estado. As emissões veiculares desempenham um papel de destaque nos níveis de poluição do ar dos grandes centros urbanos, ao passo que as emissões industriais afetam significativamente a qualidade do ar em regiões mais específicas.

Os resultados do monitoramento da qualidade do ar no estado de São Paulo são apresentados por grupo de poluente. 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.

## Condições Meteorológicas

No ano de 2020, nos dois primeiros trimestres, houve o predomínio da neutralidade para o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS), entretanto, no decorrer dos meses de maio e junho, as águas do oceano Pacífico Equatorial começaram a se resfriar, indicando o desenvolvimento do fenômeno La Niña, que se estabeleceu na região nos meses posteriores, permanecendo em atividade até o final do ano.

O período de maio a setembro é, geralmente, o mais desfavorável para a dispersão de poluentes primários no estado de São Paulo. Em 2020, houve 28 dias com condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes, correspondendo a 18% do período.

De modo geral, apesar de o número de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes, entre maio e setembro de 2020, estar abaixo da média dos últimos dez anos, o total de chuva ficou abaixo da normal

climatológica do mesmo período. Além da distribuição mensal das chuvas no inverno não ter sido regular em todo o estado, houve períodos de dias muito quentes e com baixos percentuais de umidade relativa do ar, principalmente, durante o mês de setembro e na primeira quinzena de outubro. Essa situação meteorológica se estendeu para diversas regiões do estado, propiciando condições para ocorrência generalizada de focos de queimada, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, bem como condições para a ressuspensão de poeira do solo.

O ozônio apresenta ao longo do ano uma distribuição de episódios totalmente distinta dos poluentes primários, uma vez que é formado na atmosfera por meio de reações fotoquímicas que dependem da incidência de luz solar, dentre outros fatores. De maneira geral, no estado de São Paulo, as maiores concentrações de ozônio são observadas no período de primavera e verão. Em 2020, houve vários dias com condições meteorológicas propícias à formação desse poluente, sendo que as maiores ocorrências de ultrapassagens do padrão de 8 horas se deram nos meses de março, setembro, outubro e novembro, não sendo observadas ultrapassagens em fevereiro, maio, junho e agosto. Essas ocorrências de maior concentração de ozônio estiveram associadas principalmente a dias com altas temperaturas e alta incidência de radiação solar. Destaca-se o mês de setembro, com 18 dias propícios à formação de altas concentrações de ozônio, em diversas localidades no estado, principalmente na RMSP, em razão das altas temperaturas registradas.

Destaca-se também que 2020 foi um ano com muitos contrastes meteorológicos, quando foram observados recordes de médias mensais das máximas temperaturas em setembro e de recordes de temperaturas máximas absolutas em outubro, na maioria das regiões do estado. Além disso, apresentou também o mês de fevereiro mais chuvoso e um mês de março mais seco já registrados na capital paulista.

## Poluentes Atmosféricos

A CETESB contou, em 2020, com 61 estações automáticas fixas, duas estações automáticas móveis e 22 pontos de monitoramento manual, distribuídos no estado.

### *a) Material Particulado*

#### Partículas Inaláveis

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), em 2020, houve ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nas estações Itaim Paulista e Osasco. No interior do estado, foram observadas ultrapassagens do padrão diário nas estações Araçatuba, Catanduva, Limeira, Marília, Paulínia-Santa Terezinha, Piracicaba, Ribeirão Preto, Rio Claro-Jd. Guanabara, Santa Gertrudes, Santa Gertrudes-Jd. Luciana e Tatuí. Na Baixada Santista, houve ultrapassagens do padrão diário na estação Cubatão-Vila Parisi.

O padrão anual ( $40 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado nas estações Cordeirópolis-Módolo, Cubatão-Vila Parisi, Santa Gertrudes e Santa Gertrudes-Jd. Luciana. Na RMSP, houve ultrapassagem do padrão de longo prazo na estação Osasco.

De maneira geral, em 2020 houve um ligeiro decréscimo na média anual da RMSP, quando comparada com 2019, que pode estar associado à redução de circulação de veículos por causa das medidas de restrições efetivadas, principalmente, nos primeiros meses da quarentena. No interior do estado, houve ligeiro aumento na maioria das estações que está associado ao período de estiagem observado em setembro e início de outubro.

## Partículas Inaláveis Finas

Na RMSP houve ultrapassagens do padrão diário de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nas seguintes estações: Cid. Universitária-USP-IPEN, Guarulhos-Pimentas, Itaim Paulista, Marginal Tietê-Ponte dos Remédios, Osasco, São Bernardo-Centro e São Caetano do Sul; e no interior, houve ultrapassagens nas estações Limeira, Piracicaba, Ribeirão Preto, Rio Claro-Jd. Guanabara e São José do Rio Preto. Nas demais estações da RMSP, bem como da Baixada Santista e do interior do estado, não houve ultrapassagem do padrão diário.

O padrão anual de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  não foi excedido em nenhuma das estações da RMSP, do interior e da Baixada Santista.

De maneira geral, em 2020, as concentrações médias foram menores nas estações da RMSP, em relação a 2019. No interior e Baixada Santista, as concentrações médias aumentaram nas estações São José do Rio Preto e Taubaté, reduziram-se em Santa Gertrudes e Santos-Ponta da Praia, e se mantiveram nos níveis de 2019 em São José dos Campos-Jd. Satélite.

## Fumaça

O monitoramento do parâmetro fumaça foi realizado em nove estações, das quais cinco se encontram na RMSP, onde são observadas as maiores concentrações desse poluente. Em 2020, não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo de fumaça ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e nem do padrão anual ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nas estações da RMSP e do interior.

## Partículas Totais em Suspensão

Em 2020, o monitoramento de PTS ocorreu em sete estações manuais, distribuídas da seguinte forma: uma em Cubatão-Vila Parisi e as demais na RMSP.

Na RMSP, não houve ultrapassagens do padrão de curto prazo ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Na Baixada Santista, a estação Cubatão-Vila Parisi apresentou ultrapassagens do padrão diário. Entretanto, as estações da RMSP e de Cubatão-Vila Parisi não atingiram o critério de representatividade anual dos dados.

## b) Gases

### Ozônio

O monitoramento de ozônio foi realizado em 53 estações automáticas distribuídas em 12 UGRHIs. Na RMSP, o padrão de 8 horas ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado em 52 dias, sem atingir o Nível de Atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Em 2020, destacam-se o mês de setembro, devido à alta incidência de radiação solar e altas

temperaturas, que propiciaram condições meteorológicas para a formação de altas concentrações de ozônio durante 15 dias. Em 2020, houve aumento do número de dias de ultrapassagens do PQAr na maioria das estações da RMSP, em relação ao ano anterior.

A RMSP apresenta um alto potencial de formação de ozônio, uma vez que há grande emissão de seus precursores, principalmente de origem veicular. Porém, sua ocorrência em maior ou menor frequência está relacionada, principalmente, às variações das condições meteorológicas. Além disso, em razão das complexas interações químicas e meteorológicas envolvidas nas reações atmosféricas de formação e transporte do ozônio, não é possível observar uma tendência no comportamento desse poluente ao longo dos anos.

Na Baixada Santista e no Litoral Norte, não houve ultrapassagens do padrão de 8 horas em nenhuma das estações.

No interior, ocorreram ultrapassagens do PQAr de ozônio nos seguintes municípios: Americana, Araraquara, Bauru, Campinas, Catanduva, Jacareí, Jaú, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Ribeirão Preto, Rio Claro e São José dos Campos.

## Dióxido de Nitrogênio

Não houve ultrapassagem do padrão horário ( $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e nem do padrão anual ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) em nenhuma das estações da RMSP, da Baixada Santista e do interior do estado.

De maneira geral, na RMSP, os níveis observados nas estações próximas de vias de tráfego foram maiores do que nas estações mais distantes das vias. Nas estações do interior do estado, as concentrações médias anuais têm sido semelhantes nos últimos anos.

## Monóxido de Carbono

O monóxido de carbono foi monitorado, em 2020, em Campinas, Ribeirão Preto, São José dos Campos e na RMSP. As maiores concentrações foram observadas na RMSP, entretanto, não são registradas ultrapassagens do padrão de 8 horas (9 ppm) desde 2008. De maneira geral, as concentrações desse poluente sofreram redução gradual ao longo do tempo, principalmente em razão da redução das emissões dos veículos leves novos associada à renovação natural da frota existente, embora essa queda nos últimos anos venha ocorrendo de maneira mais lenta.

Em 2020, houve uma redução nas concentrações médias na RMSP, em especial, nas estações próximas a vias de tráfego intenso (microescala), em relação a 2019, que pode estar relacionada à diminuição do número de veículos circulando, principalmente nos primeiros meses da quarentena.

## Dióxido de Enxofre

Na RMSP, as concentrações sofreram redução sensível ao longo dos anos como resultado, principalmente, do controle exercido sobre as fontes fixas e da redução do teor de enxofre dos combustíveis, tanto industrial como automotivo. Os valores obtidos estão abaixo dos padrões de qualidade do ar, tanto de curto prazo quanto de longo prazo.

Na Baixada Santista, houve ultrapassagens do padrão diário ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nas estações Cubatão-Centro e Cubatão-Vila Parisi.

No interior, não houve ultrapassagens do padrão diário e nem do padrão anual.

## Considerações Gerais

No estado de São Paulo, destacam-se algumas áreas críticas em termos de poluição do ar, especialmente a RMSP e os polos industriais, alguns dos quais vêm ganhando relevância nos últimos anos. A seguir, são apresentadas algumas considerações sobre a RMSP, Cubatão e Santa Gertrudes.

### RMSP

Na Região Metropolitana de São Paulo, os problemas de qualidade do ar ocorrem especialmente em razão dos poluentes provenientes dos veículos, motivo pelo qual se enfatiza a importância das medidas de redução das emissões veiculares.

Entretanto, em que pese, ter havido em 2020, na RMSP, redução de circulação da frota e diminuição das atividades, por causa da pandemia, a consequente redução das emissões de poluentes não foi suficiente para que fossem atendidos plenamente os valores-guia preconizados pela OMS para alguns poluentes primários, como material particulado e em menor grau para  $\text{NO}_2$ . Isso indica a dificuldade da exequibilidade de atingimento desses valores, principalmente em grandes centros urbanos.

Os programas federais de controle da poluição do ar por veículos e por motocicletas, PROCONVE e PROMOT, respectivamente, têm sido responsáveis por levar os fabricantes a adotar tecnologias progressivamente mais avançadas para atender aos limites de emissão de poluentes cada vez mais restritivos. Entretanto, mesmo com limites de emissão mais restritivos e a renovação natural da frota, a redução da carga de poluentes devido ao avanço tecnológico é influenciada por outros fatores, como o aumento da frota, as condições de manutenção dos veículos, o tipo de combustível e os congestionamentos.

As características dos combustíveis vêm melhorando de forma a garantir o atendimento aos limites estabelecidos pelos programas de controle, o que também contribui para mitigar a emissão de poluentes atmosféricos.

Veículos novos, leves e pesados, com novos limites de emissão mais restritivos, começam a ser produzidos a partir de 2022 e devem propiciar ganhos em médio e longo prazos. Iniciativas adicionais sobre a frota circulante, tais como programas de inspeção e fiscalização, são importantes para a manutenção dessas emissões nos níveis desejados. Também devem ser adotadas medidas que busquem a renovação da frota e a introdução de tecnologias mais limpas, com a substituição gradual dos combustíveis fósseis por fontes renováveis e de baixa emissão de poluentes tóxicos e de gases de efeito estufa.

No caso do ozônio, o quadro reinante conduz à necessidade de maior controle dos compostos orgânicos voláteis (COV) e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), precursores da formação desse poluente por processos fotoquímicos.

Nesse sentido, as novas fases do PROCONVE estabelecem um maior controle sobre as emissões de  $\text{NO}_x$  e COV, incluindo o controle nos veículos das emissões evaporativas de abastecimento. No entanto, benefícios mais significativos em termos de qualidade do ar são esperados ao longo dos anos, com a gradual renovação da frota. No caso das fontes fixas, melhorias nos controles sobre o armazenamento e transferência de combustíveis também deverão trazer reduções importantes nas emissões de COV.

Além do ozônio, os processos fotoquímicos ainda geram uma gama de substâncias agressivas, denominadas genericamente de oxidantes fotoquímicos, e contribuem para a formação de aerossóis secundários, que em razão de seu pequeno tamanho podem penetrar profundamente no sistema respiratório, afetando a saúde.

A atual situação da poluição do ar na RMSP requer também medidas complementares que viabilizem a redução do número de viagens motorizadas e dos congestionamentos, como a redução das distâncias a serem percorridas, a maior oferta de transporte público não poluente, o aumento da eficiência do transporte público por ônibus e do transporte de carga, a melhoria da gestão do sistema viário complementada com ações de planejamento do uso do solo voltado para a redução do impacto da mobilidade e da logística.

Também devem ser adotadas medidas que busquem a renovação da frota e a introdução de tecnologias mais limpas, com a substituição gradual dos combustíveis fósseis por fontes renováveis, de baixa emissão ou emissão zero de poluentes tóxicos e de gases de efeito estufa.

Dessa forma, a redução dos níveis de poluição do ar não deve se basear, exclusivamente, em medidas tecnológicas para a redução das emissões dos veículos isoladamente, mas numa ação integrada dos diversos setores da sociedade.

## Cubatão

A qualidade do ar em Cubatão é determinada, principalmente, por fontes industriais, caracterizando um problema totalmente diferente dos grandes centros urbanos. É importante ressaltar que as altas concentrações de poluentes em Cubatão são observadas quase que exclusivamente na área industrial, e que os níveis de concentração da maioria dos poluentes monitorados permanentemente na área central são semelhantes aos observados em alguns bairros da RMSP.

Na área central de Cubatão, em 2020, houve duas ultrapassagens do padrão diário de qualidade do ar para o poluente  $\text{SO}_2$ , e não houve ultrapassagens pelo poluente ozônio e nem para material particulado.

A principal preocupação em Vila Parisi, na área industrial, são as altas concentrações de material particulado. Em 1984, o Plano de Prevenção de Episódios Agudos de Poluição do Ar foi implementado na área, observando-se em muitas ocasiões a declaração de estados de Alerta e Emergência. Os níveis caíram significativamente nos anos 1980 e 1990, mas ainda se mantêm acima dos padrões de qualidade do ar. Nos últimos quatro anos, as concentrações médias das estações Cubatão-Vila Parisi e Cubatão-Vale do Mogi têm se mantido praticamente estáveis, o que pode estar relacionado às condições meteorológicas mais favoráveis observadas na região, nesses anos, bem como a manutenção da paralisação parcial de alguns processos industriais de empresas locais. Em 2020, devido à pandemia, houve também redução de atividades de produção industrial, principalmente, nas unidades de fertilizantes.

Na área industrial, em 2020, os níveis de  $\text{SO}_2$  ultrapassaram uma única vez o padrão diário de qualidade do ar para esse poluente, na estação Cubatão-Vila Parisi. Deve-se considerar que a redução nas emissões de  $\text{SO}_2$ , além de diminuir os níveis atmosféricos desse poluente, também propicia a redução do teor de sulfatos secundários, que contribuem para a formação do material particulado na região. Outra razão para se controlarem as emissões de  $\text{SO}_2$  é a proteção da vegetação da área, uma vez que estudos têm mostrado que curtas exposições a altas concentrações desse poluente podem causar danos à vegetação.

O problema de poluição do ar em Cubatão, a despeito de sua complexidade, tem seu equacionamento encaminhado e parte dos planos de controle já foi consolidada, e ações estão previstas no Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias (PREFE). Além da ênfase ao cumprimento das metas de controle estabelecidas, deve-se ressaltar que foi estabelecido um programa de manutenção das reduções obtidas. Dada a grande quantidade de equipamentos de controle instalados, é de fundamental importância um programa de vigilância das condições de seu funcionamento, uma vez que tão importante quanto a instalação do sistema de controle é a sua operação e manutenção adequadas.

## Polo Cerâmico de Santa Gertrudes

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes destaca-se pela concentração da atividade ceramista de fabricação de pisos de revestimento a partir da argila, sendo responsável por uma parcela considerável da produção nacional de piso cerâmico. Esse polo engloba os municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Rio Claro e Ipeúna, incluindo empresas nos municípios de Limeira e Piracicaba.

Nesse polo, as atividades de extração, beneficiamento e transporte de matéria prima constituem-se nas principais fontes de emissão de material particulado (MP), notadamente por emissões fugitivas, e a concentração da atividade nos municípios faz com que os impactos na qualidade do ar sejam significativos. Merece atenção o município de Santa Gertrudes, onde as estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB registram elevadas concentrações de partículas inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ ).

Visando à redução das desconformidades registradas na qualidade do ar no que se refere ao material particulado, em face da concentração de atividades desse setor inseridas na região, a CETESB estabeleceu, no âmbito do Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias (PREFE), um plano específico para o Setor de Indústrias de Pisos Cerâmicos e Mineração de Argila, incluindo os municípios de Santa Gertrudes, Rio Claro, Ipeúna e Cordeirópolis, e empresas do setor dos municípios de Limeira e Piracicaba (CETESB, 2016b).

O Plano possui um conjunto de ações a serem implementadas pelos empreendimentos, com prazos definidos, para cada tipo de fonte de emissão de material particulado (MP): áreas de secagem de argila; áreas de mineração de argila; armazenamento temporário de argila; transporte de argila; setores de armazenamento, transferência e beneficiamento; e pátios de carga e descarga nas unidades industriais, visando à redução das emissões em fontes pontuais e operações não pontuais.

As ações desenvolvidas pela CETESB, até o momento, já resultaram na eliminação da maior parte dos pátios de secagem do entorno de núcleos urbanos, na implantação de cortina vegetal em áreas de mineração, na implantação de equipamentos de controle em fornos de monoqueima para controle de fluoretos,

adequação de cobertura de veículos para transporte de argila, armazenamento de argila em galpões fechados nas indústrias, pavimentação dos pátios de movimentação de máquinas e veículos nas indústrias, implantação de equipamentos de controle nas áreas de beneficiamento (moagem, peneiramento, prensagem) de argila nas indústrias, implantação de enclausuramento e equipamentos de controle nos pontos de transferências de esteiras transportadoras e implantação de sistema de lavagem dos veículos, após descarga da argila nas indústrias. Também foram realizadas ações em pátios de logística, de caminhões que transportam os produtos cerâmicos, tendo como resultado a pavimentação e relocação de pátios na área urbana.

Alguns avanços foram obtidos com as ações implementadas. Outras ainda serão discutidas com o setor produtivo, pois envolvem ações adicionais e que fazem parte do processo de busca de uma solução sustentável para mitigação do impacto causado pela atividade.

# 1 • Introdução

O objetivo principal deste relatório é apresentar o diagnóstico da qualidade do ar no estado de São Paulo a partir das redes de monitoramento da CETESB. Além dos resultados obtidos no ano, são apresentadas também análises de tendências de comportamento para diversos poluentes amostrados e informações relativas às principais fontes de emissão nas regiões de maior interesse.

O estado de São Paulo possui áreas com diferentes características e vocações econômicas que demandam formas diferenciadas de monitoramento e controle da poluição. Desde a década de 1970, a CETESB mantém redes de monitoramento da qualidade do ar para avaliar os níveis de poluição atmosférica em diferentes escalas de abrangência. Inicialmente, o monitoramento era efetuado exclusivamente por estações manuais, as quais são utilizadas até hoje em 16 municípios. Em 1981, foi iniciado o monitoramento automático que, além de ampliar o número de poluentes medidos, permitiu o acompanhamento dos resultados em tempo real. A partir de 2008, houve uma expansão significativa da rede automática que contou, em 2020, com 63 estações automáticas localizadas em 36 municípios, compreendendo uma população de aproximadamente 26,4 milhões de habitantes.

Foi também na década de 1970 que a CETESB iniciou a publicação anual da série relatórios Qualidade do Ar no estado de São Paulo, consolidando os dados do monitoramento no estado. Este relatório passou por diversas modificações ao longo do tempo, considerando que grande parte das informações sobre qualidade do ar está disponível no endereço eletrônico da CETESB.

Destaca-se que, em 2020, o Decreto Estadual nº 64.881, de 22 de março de 2020, decretou medida de quarentena no estado de São Paulo, consistente em restrição de atividades de maneira a evitar a possível contaminação ou propagação do coronavírus. Essa quarentena vigorou a partir de 24/03/2020, estendendo-se por todo o ano, como medida necessária ao enfrentamento da pandemia pela COVID-19.



## 2 • Parâmetros, Padrões e Índices

### 2.1 Parâmetros de Qualidade do Ar

O nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação das substâncias poluentes presentes no ar. Conforme a Resolução CONAMA nº 491 de 19/11/2018 (BRASIL, 2018a), considera-se poluente atmosférico "qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade".

Com relação à sua origem, os poluentes podem ser classificados como:

- Primários: aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão;
- Secundários: aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes e/ou constituintes naturais na atmosfera.

Quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, mede-se o grau de exposição dos receptores (seres humanos, outros animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento desse poluente na atmosfera a partir de suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas). O sistema pode ser visualizado da seguinte forma:



É importante frisar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em razão das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. É por isso que a qualidade do ar piora com relação aos parâmetros monóxido de carbono, material particulado e dióxido de enxofre durante os meses de inverno, quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Já o ozônio apresenta maiores concentrações na primavera e verão, por ser um poluente secundário que depende, dentre outros fatores, da intensidade de luz solar para ser formado.

A determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por questões de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes definidos em razão de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis. De forma geral, o grupo de poluentes consagrados universalmente como indicadores mais abrangentes da qualidade do ar é composto pelos poluentes já citados, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado e ozônio, mais o dióxido de nitrogênio. A razão da escolha desses parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam à saúde e ao meio ambiente.

A **Tabela 1** mostra um quadro geral dos principais poluentes considerados indicadores da qualidade do ar, bem como suas características, quais suas origens principais e seus efeitos ao meio ambiente. As informações sobre prevenção de riscos à saúde e os efeitos da poluição sobre a saúde serão apresentados nas **Tabelas 5 e 6**.

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

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis Finas (MP <sub>2,5</sub> )	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 <sub>10</sub> ) 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 $\leq 10$ 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 $\leq 50$ 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 <sub>2</sub> )	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser oxidado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 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 <sub>2</sub> )	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (os quais contribuem para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas, 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 <sub>3</sub> )	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; às plantas ornamentais.

Fonte: CETESB (2021)

## 2.2 Padrões de Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar (PQAr), segundo publicação da Organização Mundial da Saúde (OMS), variam de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas e vários outros fatores políticos e sociais, que por sua vez dependem, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar. As diretrizes recomendadas pela OMS levam em conta essa heterogeneidade e, em particular, reconhecem que, ao formularem políticas de qualidade do ar, os governos devem considerar cuidadosamente suas circunstâncias locais antes de adotarem os valores propostos como padrões nacionais. A OMS também preconiza que o processo de estabelecimento de padrões visa atingir as menores concentrações possíveis no contexto de limitações locais, capacidade técnica e prioridades em termos de saúde pública (WHO, 2005).

O Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013 (SÃO PAULO, 2013), estabelece padrões de qualidade do ar para o estado de São Paulo, tendo por base as diretrizes estabelecidas pela OMS.

Esse Decreto preconiza que a administração da qualidade do ar no território do estado de São Paulo será efetuada por meio 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) e 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 ( $\text{MP}_{10}$ )	24 horas	120	100	75	50
	MAA <sup>1</sup>	40	35	30	20
partículas inaláveis finas ( $\text{MP}_{2,5}$ )	24 horas	60	50	37	25
	MAA <sup>1</sup>	20	17	15	10
dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ )	24 horas	60	40	30	20
	MAA <sup>1</sup>	40	30	20	-
dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ )	1 hora	260	240	220	200
	MAA <sup>1</sup>	60	50	45	40
ozônio ( $\text{O}_3$ )	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas	120	100	75	50
	MAA <sup>1</sup>	40	35	30	20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas	-	-	-	240
	MGA <sup>2</sup>	-	-	-	80
chumbo** (Pb)	MAA <sup>1</sup>	-	-	-	0,5

Fonte: CETESB (2021) 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 vigentes em vermelho.

Nota 3:

Padrões Nacionais (BRASIL, 2018a) = Padrões Estaduais (SÃO PAULO, 2013), exceto para o padrão de curto prazo para  $\text{SO}_2$

Padrão nacional de curto prazo para  $\text{SO}_2$  (BRASIL, 2018a):  $\text{PI1}=125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PI2}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PI3}=30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $\text{PF}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

As Metas Intermediárias devem ser atendidas em 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** – Critérios para episódios agudos 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 (2021) adaptado do Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013)

A Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018a), revogou a Resolução CONAMA nº 3/1990 (BRASIL, 1990) e estabeleceu novos padrões nacionais de qualidade do ar e critérios para episódios críticos, que podem ser visualizados no [Apêndice 7](#). Os novos valores nacionais, tanto para os padrões quanto para episódios críticos, são os mesmos estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), com exceção para os padrões de curto prazo para o dióxido de enxofre, conforme explicitado na **Nota 3** da **Tabela 2**.

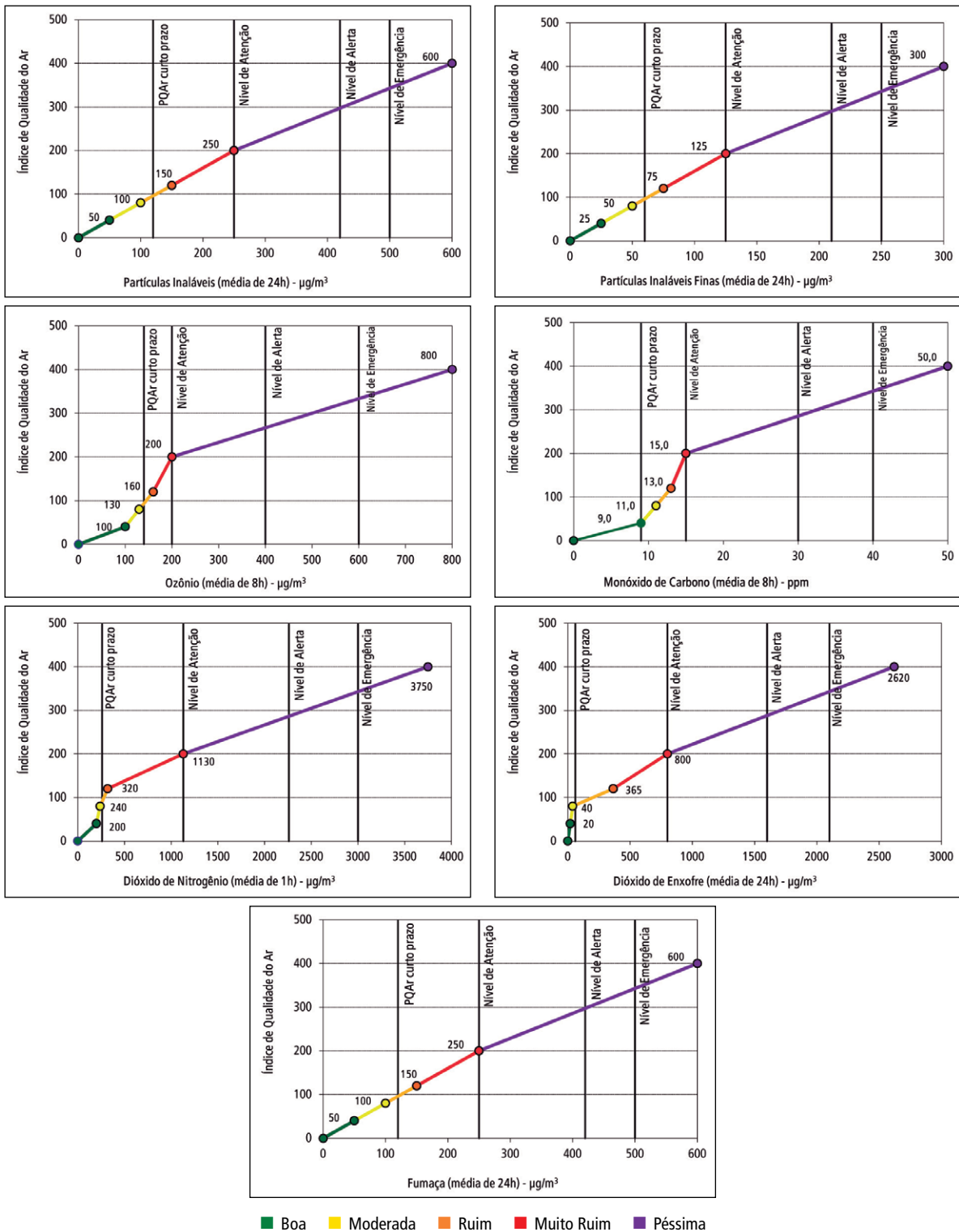
No [Apêndice 1](#) são apresentados, como exemplo de níveis de referência internacionais, os padrões de qualidade do ar adotados pela Agência Ambiental Americana (ESTADOS UNIDOS, 2017), os valores-guia recomendados pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005) para os principais poluentes e os critérios adotados pela Comunidade Europeia (EUROPA, 2008).

## 2.3 Índice de Qualidade do Ar

Os dados de qualidade do ar e meteorológicos das estações automáticas de monitoramento são divulgados e continuamente atualizados no endereço eletrônico da CETESB ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)), que apresenta ainda a classificação da qualidade do ar e, dependendo dos níveis monitorados, informações de prevenção de riscos à saúde. Diariamente, é divulgado o Boletim de Qualidade do Ar com a classificação e os índices de cada estação (CETESB, 2021a).

Essa classificação é baseada no cálculo de um índice de qualidade do ar, uma ferramenta matemática desenvolvida para simplificar o processo de divulgação. Considerando-se as medições de curto prazo, para cada poluente medido é calculado um índice, obtido por meio de uma função linear segmentada, que relaciona a concentração do poluente com o valor do índice, resultando um número adimensional. Conforme pode ser verificado no **Gráfico 1**, cada segmento de reta está associado a uma faixa de qualidade, sendo que os pontos de inflexão delimitam os diferentes níveis de qualidade, conforme valores apresentados na **Tabela 4**. Exemplificando, para partículas inaláveis o segmento de reta verde (qualidade BOA) corresponde à faixa de índice de 0 a 40 e a uma faixa de concentração de 0 a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (média de 24h), o segmento amarelo (qualidade MODERADA) a uma faixa de índice de 41 a 80 e a uma faixa de concentração de > 50 a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (média de 24h), e assim por diante.

**Gráfico 1** – Relação entre a concentração de curto prazo, índice e classificação da qualidade do ar.



Fonte: CETESB (2021)

Para efeito de divulgação, utiliza-se o índice mais elevado, dentre os índices calculados para cada poluente, 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). Tanto o cálculo do índice quanto os critérios de classificação da qualidade do ar foram alterados em razão dos padrões estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013). A classificação da qualidade do ar está associada a efeitos à saúde e, portanto, independe do padrão de qualidade/meta intermediária em vigor. A relação entre índice, qualidade do ar e efeitos à saúde é apresentada na **Tabela 5**.

**Tabela 4 – Índice Geral**

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	MP <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 8h	CO (ppm) 8h	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 1h	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	Fumaça (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	Significado
N1 - BOA	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20	0 - 50	
N2 - MODERADA	41-80	>50 - 100	>25 - 50	>100 - 130	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40	>50 - 100	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	>100 - 150	>50 - 75	>130 - 160	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365	>100 - 150	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	>150 - 250	>75 - 125	>160 - 200	>13-15	>320 - 1130	>365 - 800	>150 - 250	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	> 250	>125	> 200	> 15	> 1130	>800	> 250	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 (2021)

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 PQAr é ultrapassado.

Na **Tabela 5** estão descritos os principais efeitos à saúde para cada poluente e na **Tabela 6** são descritas ações preventivas para que as pessoas minimizem os efeitos dos poluentes na saúde.

**Tabela 5** – Qualidade do Ar e Efeitos à Saúde

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	MP <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 8h	CO (ppm) 8h	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 1h	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h
N1 - BOA	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
N2 - MODERADA	41 - 80	>50 - 100 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço.	>25 - 50 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço.	>100 - 130 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço.	>9 - 11 Pessoas com doenças cardíacas podem apresentar sintomas, como cansaço e dor no peito.	>200 - 240 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço.	>20 - 40 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço.
N3 - RUIM	81 - 120	>100 - 150 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.	>50 - 75 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.	>130 - 160 Pessoas com doenças respiratórias, como asma, e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.	>11 - 13 População em geral pode apresentar sintomas, como cansaço. Pessoas com doenças cardíacas têm os sintomas como cansaço e dor no peito agravados.	>240 - 320 População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço. Pessoas com doenças respiratórias e crianças têm os sintomas agravados.	>40 - 365 População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço. Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados.
N4 - MUITO RUIM	121-200	>150 - 250 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>75 - 125 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>160 - 200 Aumento dos sintomas respiratórios em crianças e pessoas com doenças pulmonares, como asma. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>13 - 15 Aumento de sintomas em pessoas cardíacas. Aumento de sintomas cardiovasculares na população em geral.	>320 - 1130 Aumento dos sintomas respiratórios em crianças e pessoas com doenças pulmonares, como asma. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>365 - 800 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.
N5 - PÉSSIMA	>200	>250 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio.	>125 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio.	>200 Agravamento de sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e doença pulmonar obstrutiva crônica.	>15 Agravamento das doenças cardiovasculares, como infarto do miocárdio e insuficiência cardíaca congestiva.	>1130 Agravamento de sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e doença pulmonar obstrutiva crônica.	>800 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio.

Fonte: CETESB (2021)

Tabela 6 – Qualidade do Ar e Prevenção de Riscos à Saúde

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	MP <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 8h	CO (ppm) 8h	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 1h	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h
N1 - BOA	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
N2 - MODERADA	41 - 80	>50 - 100 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares procurem reduzir esforço pesado ao ar livre.	>25 - 50 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares procurem reduzir esforço pesado ao ar livre.	>100 - 130 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares procurem reduzir esforço pesado ao ar livre.	>9 - 11 Pessoas com doenças cardíacas, como angina, devem reduzir esforço físico pesado ao ar livre e evitar vias de tráfego intenso.	>200 - 240 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares procurem reduzir esforço pesado ao ar livre.	>20 - 40 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares procurem reduzir esforço pesado ao ar livre.
N3 - RUIM	81 - 120	>100 - 150 Reduzir o esforço físico pesado ao ar livre, principalmente pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças.	>50 - 75 Reduzir o esforço físico pesado ao ar livre, principalmente pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças.	>130 - 160 Reduzir o esforço físico pesado ao ar livre, principalmente pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças.	>11 - 13 Pessoas com doenças cardíacas, como angina, devem reduzir esforço físico pesado ao ar livre e evitar vias de tráfego intenso.	>240 - 320 Reduzir o esforço físico pesado ao ar livre, principalmente pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças.	>40 - 365 Reduzir o esforço físico pesado ao ar livre, principalmente pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças.
N4 - MUITO RUIM	121-200	>150 - 250 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar esforço físico pesado ao ar livre; o restante da população deve reduzir o esforço físico pesado ao ar livre.	>75 - 125 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar esforço físico pesado ao ar livre; o restante da população deve reduzir o esforço físico pesado ao ar livre.	>160 - 200 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar esforço físico pesado ao ar livre; o restante da população deve reduzir o esforço físico pesado ao ar livre.	>13 - 15 Pessoas com doenças cardíacas, como angina, devem evitar esforço físico e vias de tráfego intenso.	>320 - 1130 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar esforço físico pesado ao ar livre; o restante da população deve reduzir o esforço físico pesado ao ar livre.	>365 - 800 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar esforço físico pesado ao ar livre; o restante da população deve reduzir o esforço físico pesado ao ar livre.
N5 - PÉSSIMA	>200	>250 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar qualquer esforço físico ao ar livre; o restante da população deve evitar o esforço físico pesado ao ar livre.	>125 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar qualquer esforço físico ao ar livre; o restante da população deve evitar o esforço físico pesado ao ar livre.	>200 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar qualquer esforço físico ao ar livre; o restante da população deve evitar o esforço físico pesado ao ar livre.	>15 Pessoas com doenças cardíacas, como angina, devem evitar qualquer esforço físico ao ar livre e vias de tráfego intenso.	>1130 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar qualquer esforço físico ao ar livre; o restante da população deve evitar o esforço físico pesado ao ar livre.	>800 Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, idosos e crianças devem evitar qualquer esforço físico ao ar livre; o restante da população deve evitar o esforço físico pesado ao ar livre.

Fonte: CETESB (2021)



## 3 • Redes de Monitoramento

### 3.1 Tipos de Rede e Parâmetros Monitorados

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 (UGRHs). A UGRHI está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo de água principal. Neste relatório, para efeito de interpretação dos dados, as estações de monitoramento da qualidade do ar serão apresentadas por UGRHI.

#### 3.1.1 Rede Automática

A Rede Automática foi composta, em 2020, por 61 estações fixas e duas estações móveis que monitoraram em 36 municípios, pertencentes a 12 UGRHs. Os municípios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), pertencentes à UGRHI 6, contaram com 28 estações fixas e uma estação móvel, enquanto que as outras 11 UGRHs contaram com 33 estações fixas e uma estação móvel, distribuídas conforme **Tabela 7** e ilustradas no **Mapa 1**. Os endereços das estações podem ser encontrados na **Tabela A** do [Apêndice 2](#).

**Tabela 7** – Configuração da Rede Automática – 2020 (Continua)

UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS																
		MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	BEN	TOL	ERT	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD
<b>ESTAÇÕES FIXAS</b>																		
2	Guaratinguetá	X	X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
	Jacareí		X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
	São José dos Campos		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X		
	São José dos Campos - Jd. Satélite	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
	São José dos Campos - Vista Verde									X	X		X	X	X	X	X	X
	Taubaté	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 2</b>		<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
4	Ribeirão Preto	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 4</b>		<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
5	Americana		X						X			X	X	X	X	X	X	
	Campinas - Centro		X					X				X	X					
	Campinas - Taquaral		X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X

Tabela 7– Configuração da Rede Automática – 2020 (Continua)

UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS															
		MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	BEN	TOL	ERT	UR	TEMP	VV	DV	P
5	Campinas - V. União	X						X				X	X	X	X	X	X
	Jundiaí	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X		
	Limeira	X	X		X	X	X	X						X	X	X	X
	Paulínia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Paulínia - Sta. Terezinha	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	
	Piracicaba	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X		
	Rio Claro - Jd. Guanabara	X	X					X				X	X	X	X	X	X
	Santa Gertrudes	X	X		X	X	X					X	X	X	X		
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>5</b>
6	Capão Redondo		X					X				X	X	X	X	X	X
	Carapicuíba		X				X	X				X	X	X	X	X	X
	Cerqueira César		X	X	X	X	X	X									
	Cid. Universitária - USP-IPEN	X						X									
	Congonhas	X	X	X	X	X	X	X									
	Diadema		X					X									
	Grajaú-Parelheiros	X	X					X	X			X	X				
	Guarulhos - Paço Municipal	X	X					X				X	X	X	X	X	X
	Guarulhos - Pimentas	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
	Ibirapuera	X			X	X	X	X	X			X	X			X	
	Interlagos		X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
	Itaim Paulista	X	X		X	X	X	X	X						X	X	
	Itaquera							X									
	Marg. Tietê - Pte dos Remédios	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
	Mauá	X	X						X								
	Mooca	X						X	X						X	X	
	Nossa Senhora do Ó		X						X			X	X				
	Osasco	X	X	X	X	X	X	X							X	X	
	Parque D. Pedro II	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X
	Pico do Jaraguá	X			X	X	X	X	X				X	X	X	X	
Pinheiros	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
Santana	X							X						X	X		
Santo Amaro		X		X	X	X	X	X						X	X		
S. André - Capuava		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X		
S. Bernardo - Centro	X			X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	
S. Bernardo - Pauliceia		X															
S. Caetano	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	
Taboão da Serra		X					X					X	X				
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 6</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>8</b>

Tabela 7 – Configuração da Rede Automática – 2020 (Conclusão)

UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS																
		MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	BEN	TOL	ERT	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD
7	Cubatão - Centro		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X		
	Cubatão - Vale do Mogi		X	X	X	X	X		X				X	X	X	X		X
	Cubatão - V. Parisi		X	X	X	X	X								X	X		
	Santos		X						X				X	X	X	X	X	X
	Santos-Ponta da Praia	X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 7</b>		<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
10	Sorocaba		X		X	X	X		X				X	X	X	X		
	Tatuí		X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 10</b>			<b>2</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>				<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
13	Araraquara		X		X	X	X		X				X	X	X	X		
	Bauru		X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
	Jaú		X		X	X	X		X				X	X	X	X		
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 13</b>			<b>3</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		<b>3</b>				<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
15	Catanduva		X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
	São José do Rio Preto	X	X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 15</b>		<b>1</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>				<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
19	Araçatuba		X						X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 19</b>			<b>1</b>						<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
21	Marília		X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 21</b>			<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
22	Presidente Prudente		X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	X
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 22</b>			<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL MONITORES FIXOS</b>		<b>30</b>	<b>52</b>	<b>16</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>51</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>33</b>	<b>29</b>
		<b>ESTAÇÕES MÓVEIS</b>																
6	Perus	X	X						X									
3	São Sebastião		X						X									
<b>TOTAL MONITORES MÓVEIS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>						<b>2</b>									
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>31</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>53</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>33</b>	<b>29</b>

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

MP<sub>2,5</sub> Partículas inaláveis finas  
 MP<sub>10</sub> Partículas inaláveis  
 SO<sub>2</sub> Dióxido de enxofre  
 NO Monóxido de nitrogênio  
 NO<sub>2</sub> Dióxido de nitrogênio  
 NO<sub>x</sub> Óxidos de nitrogênio

CO Monóxido de carbono  
 O<sub>3</sub> Ozônio  
 BEN Benzeno  
 TOL Tolueno  
 ERT Enxofre reduzido total

UR Umidade relativa do ar  
 TEMP Temperatura  
 VV Velocidade do vento  
 DV Direção do vento  
 P Pressão atmosférica  
 RAD Radiação Total e UVA

### 3.1.2 Rede Manual

A Rede Manual de monitoramento da qualidade do ar, em 2020, contou com 22 locais de amostragem distribuídos em 16 municípios, pertencentes a 6 UGRHIs, conforme apresentado na **Tabela 8** e ilustradas no **Mapa 2**. A relação das estações, bem como os endereços dos pontos de monitoramento da Rede Manual, são apresentados nas **Tabelas B e C** do **Apêndice 2**.

**Tabela 8** – Configuração da Rede Manual – 2020 (Continua)

UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS								
		MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>	FMC	SO <sub>2</sub>	PTS	ACETAL	FORMAL	BEN	TOL
5	Cordeirópolis - Módolo		X							
	Jundiá - Centro			X						
	Paulínia - Bairro Cascata				X					
	Paulínia - João Aranha				X					
	Piracicaba - Algodal		X							
	Salto - Centro			X	X					
	Santa Gertrudes - Jd. Luciana		X							
<b>TOTAL UGRHI 5</b>			<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>					
6	Campos Elíseos			X	X					
	Cerqueira César	X		X	X	X				
	Ibirapuera			X						
	Osasco					X				
	Pinheiros			X	X	X				
	Santo Amaro	X				X				
	Santo André - Capuava	X				X	X	X	X	X
	São Bernardo do Campo					X				
	Tatuapé			X	X					
<b>TOTAL UGRHI 6</b>		<b>3</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
7	Cubatão - Vila Parisi					X				
	Guarujá - Vicente de Carvalho		X							
<b>TOTAL UGRHI 7</b>			<b>1</b>			<b>1</b>				
8	Franca - Cidade Nova		X							
<b>TOTAL UGRHI 8</b>			<b>1</b>							
9	Jaboticabal - Jd. Kennedy		X							
<b>TOTAL UGRHI 9</b>			<b>1</b>							

**Tabela 8** – Configuração da Rede Manual – 2020 (Conclusão)

UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS								
		MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>	FMC	SO <sub>2</sub>	PTS	ACETAL	FORMAL	BEN	TOL
10	Itu - Centro			X						
	Sorocaba - Centro			X						
<b>TOTAL UGRHI 10</b>				<b>2</b>						
<b>TOTAL MONITORES</b>		<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

MP<sub>2,5</sub> Partículas inaláveis finas

MP<sub>10</sub> Partículas inaláveis

FMC Fumaça

SO<sub>2</sub> Dióxido de enxofre

PTS Partículas totais em suspensão

ACETAL Acetaldeído

FORMAL Formaldeído

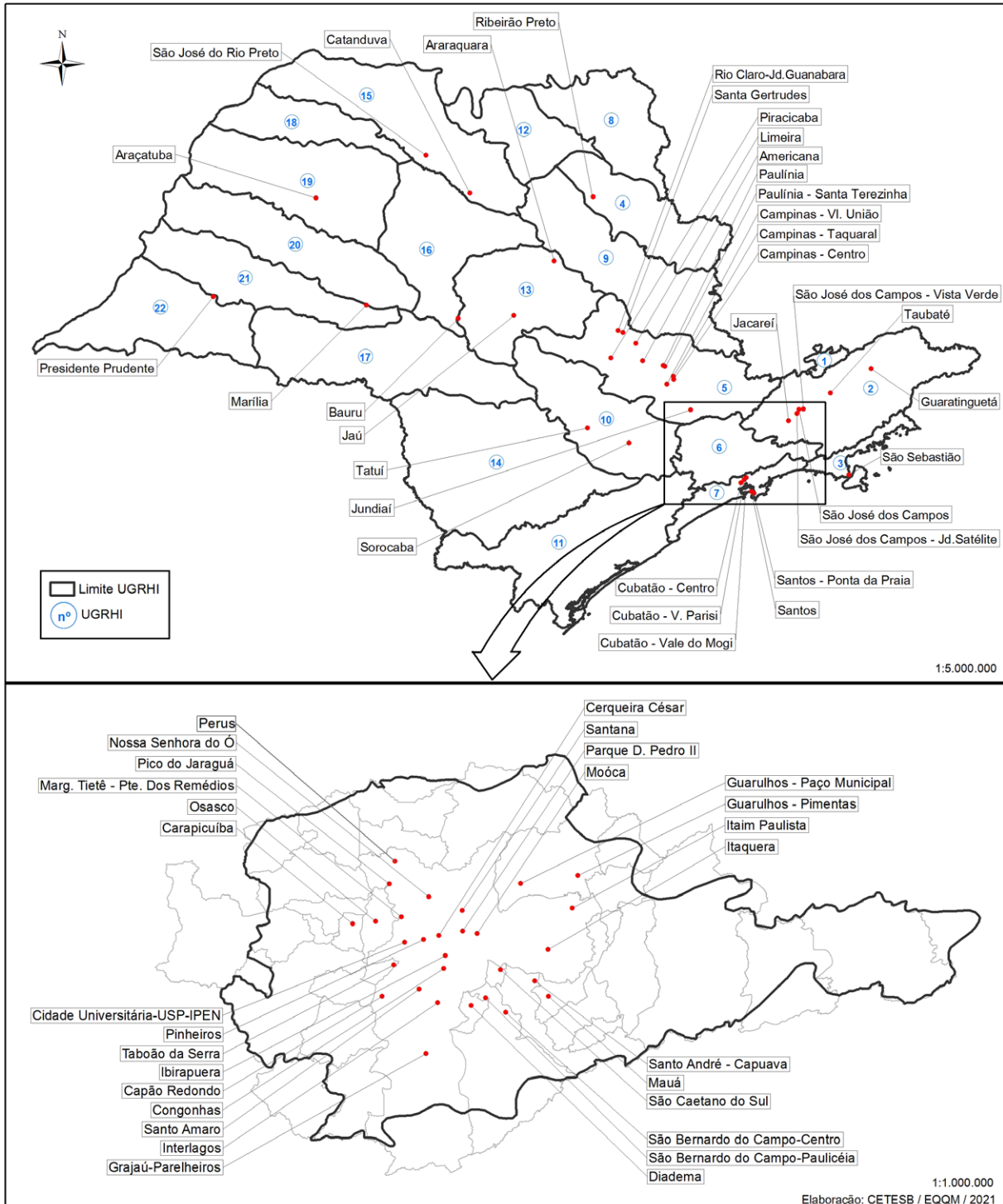
BEN Benzeno

TOL Tolueno

### 3.1.3 Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo

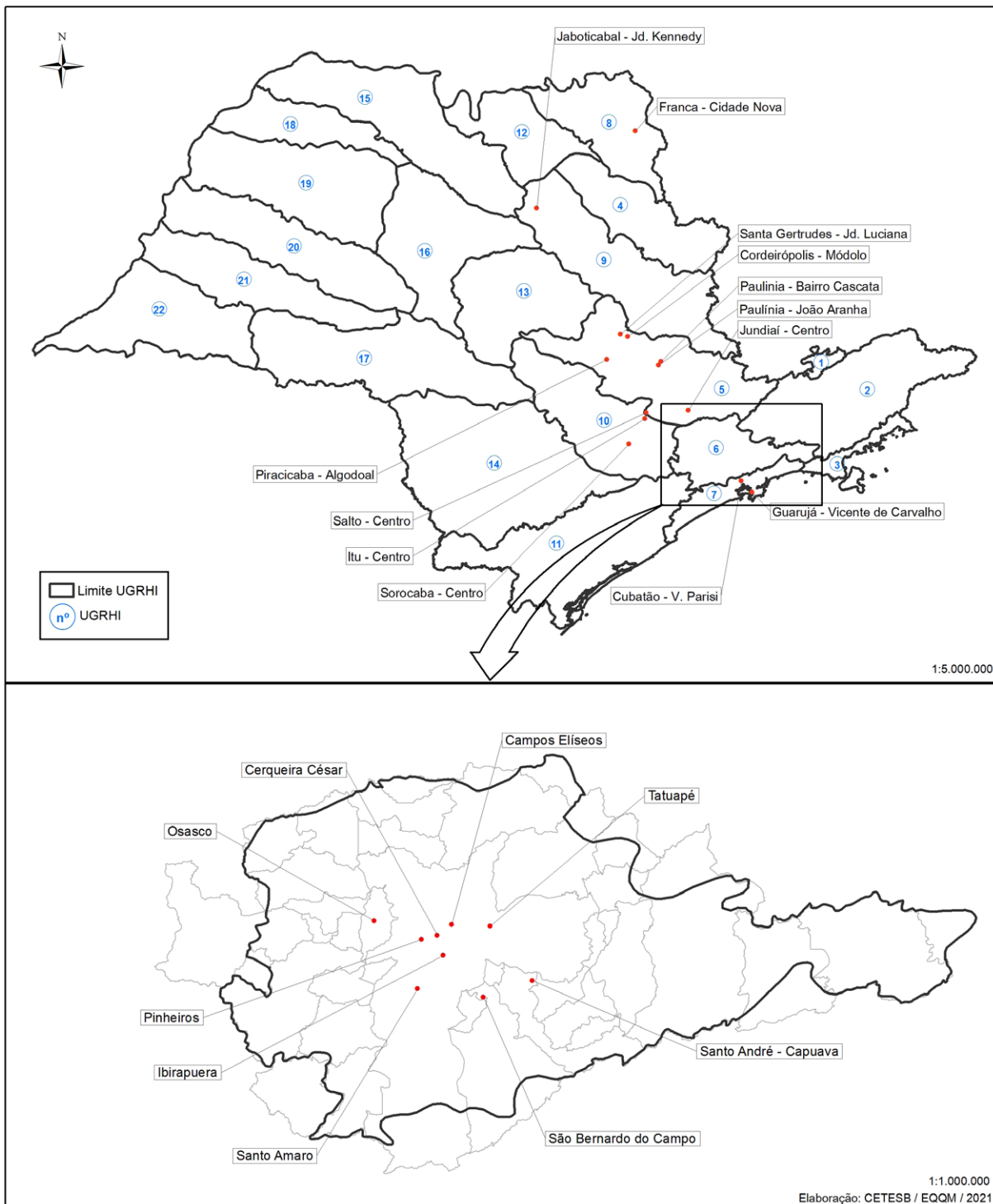
Nos Mapas 1 e 2, são apresentadas as localizações das estações automáticas e manuais no estado de São Paulo, considerando divisão das UGRHIs.

**Mapa 1** – Localização das estações da Rede Automática – 2020.



Fonte: CETESB (2021)

**Mapa 2** – Localização das estações e pontos de amostragem da Rede Manual – 2020.



Fonte: CETESB (2021)

## 3.2 Metodologia de Monitoramento

Os métodos utilizados para medição dos diversos parâmetros amostrados pelas redes de monitoramento são apresentados na **Tabela 9** a seguir. As estações da Rede Automática se caracterizam pela capacidade de processar na forma de médias horárias, no próprio local e em tempo real as amostragens realizadas a intervalos de cinco segundos. Essas médias são transmitidas para a central de telemetria e armazenadas em servidor de banco de dados dedicado, onde passam por processo de validação técnica periódica e, posteriormente, são disponibilizadas de hora em hora no endereço eletrônico da CETESB. Já nas estações da Rede Manual, a amostragem é realizada durante 24 horas a cada 6 dias e durante 1 mês no caso dos amostradores passivos. As amostras coletadas são analisadas nos laboratórios da CETESB, podendo, eventualmente no caso de material particulado, serem caracterizadas quanto à sua composição, fornecendo indícios da fonte das emissões.

Os dados da Rede Automática e da Rede Manual podem ser acessados no QUALAR – Sistema de Informações de Qualidade do Ar, disponível no endereço eletrônico da CETESB (CETESB, 2021b).

**Tabela 9** – Métodos de medição dos parâmetros

REDE	PARÂMETRO	MÉTODO
Rede Automática	partículas inaláveis finas - MP <sub>2,5</sub>	radiação Beta
	partículas inaláveis - MP <sub>10</sub>	radiação Beta
	dióxido de enxofre	fluorescência de pulso (ultravioleta)
	óxidos de nitrogênio	quimiluminescência
	monóxido de carbono	infravermelho não dispersivo (GFC)
	ozônio	ultravioleta
	benzeno/tolueno	cromatografia gasosa / detecção por fotoionização (PID)
	enxofre reduzido total	oxidação térmica - fluorescência de pulso (ultravioleta)
Parâmetros Meteorológicos	direção e velocidade de vento	ultrassônico
	temperatura do ar	temistor resistivo de platina (PT100)
	umidade relativa do ar	elemento capacitivo
	radiação solar global	fotovoltaico
	pressão atmosférica	transdutor de pressão
	radiação UVA	fotovoltaico
Rede Manual	partículas inaláveis finas - MP <sub>2,5</sub>	gravimétrico / impactação virtual (dicotômico)
		gravimétrico / impactação e ciclone
	partículas inaláveis - MP <sub>10</sub>	gravimétrico / amostrador de grandes volumes acoplado a um separador inercial
		gravimétrico / impactação
	partículas totais em suspensão	gravimétrico / amostrador de grandes volumes
	fumaça	refletância
	dióxido de enxofre	cromatografia iônica / amostrador passivo
	acetaldeído/formaldeído	cromatografia líquida de alto desempenho/detecção UV-visível
benzeno/tolueno	cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas	

Fonte: CETESB (2021)

## 3.3 Metodologia de Tratamento dos Dados

Nas seções a seguir, são detalhadas a metodologia e as informações utilizadas para o tratamento e apresentação dos dados.

### 3.3.1 Representatividade de Dados

A adoção de critérios de representatividade de dados é de extrema importância em sistemas de monitoramento. O não atendimento a esses critérios para uma determinada estação ou período significa que as falhas de medição ocorridas comprometem a interpretação do resultado obtido.

Os critérios de representatividade temporal de dados utilizados pela CETESB e considerados para a elaboração deste relatório são:

#### 3.3.1.1 Rede Automática

Média horária:	3/4 das medidas válidas na hora;
Média diária:	2/3 das médias horárias válidas no dia;
Média mensal:	2/3 das médias diárias válidas no mês;
Média anual:	1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro.

#### 3.3.1.2 Rede Manual

Média diária:	pelo menos 16 horas de amostragem*;
Média mensal:	2/3 das médias diárias válidas no mês;
Média anual:	1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro.

\* Esse critério foi alterado em 2015 de forma a ficar coerente com o critério adotado na Rede Automática. O critério adotado anteriormente para a Rede Manual era de pelo menos 22 horas de amostragem no dia.

### 3.3.2 Representatividade espacial das estações

A rede de monitoramento da CETESB foi concebida para atender de forma otimizada a uma série de objetivos, garantindo a medição da qualidade do ar em locais de diferentes características, de modo que as estações atendam a necessidades de monitoramento distintas e que permitam fornecer informações, entre outras, sobre:

- os mais altos níveis de concentração de poluentes esperados para a área de abrangência da rede;
- as concentrações representativas das áreas de maior densidade populacional;
- o impacto da poluição no meio ambiente devido a determinadas fontes ou grupos de fontes;
- os níveis médios de concentração de poluentes na atmosfera para a região.

O conceito de escala espacial de representatividade para um determinado poluente diz respeito à extensão da parcela de ar no entorno da estação de monitoramento que apresenta concentrações relativamente uniformes e similares às concentrações medidas na estação.

Os resultados do monitoramento em uma dada estação devem representar as concentrações do poluente de interesse numa escala espacial compatível com os objetivos do monitoramento. Dependendo dos objetivos, as escalas de representatividade mais apropriadas para as estações que compõem uma rede de monitoramento, e que estão estabelecidas no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), são:

- microescala: relativa à representatividade espacial de áreas de dimensão de poucos metros até 100 metros;
- média escala: relativa à representatividade espacial de blocos de áreas urbanas (poucos quarteirões com características semelhantes) com dimensões entre 101 e 500 metros;
- escala de bairro: relativa à representatividade espacial de áreas de bairros urbanos com atividade uniforme e dimensões entre 501 e 4.000 metros;
- escala urbana: relativa à representatividade espacial de cidades ou regiões metropolitanas, da ordem de 4 a 50 km.

No [Apêndice 5](#), é apresentada uma tabela resumo da classificação da representatividade espacial das estações das redes automática e manual. Informações detalhadas dessa classificação podem ser obtidas no relatório "[Classificação expedita da representatividade espacial das estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB no Estado de São Paulo](#)" (CETESB, 2016a).

### 3.3.3 Observações sobre o monitoramento

Para apresentar resultados representativos da poluição atmosférica, o monitoramento deve atender a uma série de critérios técnicos e ser realizado de maneira periódica e contínua para avaliar as condições mais diversas. A ocorrência de interferências no entorno da estação ou falhas no monitoramento afetam a interpretação dos dados obtidos. As principais ocorrências e observações registradas foram:

- Congonhas (UGRHI 6): desde 2012, toda a extensão da Av. dos Bandeirantes está enquadrada como uma das Vias Estruturais Restritas – VER, com horários de restrição específicos para trânsito de caminhões. A Portaria nº 137/18 SMT.GAB da Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes da Cidade de São Paulo (CET, 2018), publicada em 04/08/18, que estabeleceu a padronização do trânsito de caminhões no município de São Paulo, restringe o trânsito de caminhões, nessa via, de 2ª a 6ª feira das 5h às 21h e aos sábados das 10h às 14h.
- Marginal Tietê-Ponte dos Remédios (UGRHI 6): a Marginal Tietê, em todas as suas denominações, no sentido Rod. Castelo Branco-Rod. Ayrton Senna e sentido Rod. Ayrton Senna-Rod. Castelo Branco (pista local, central e expressa) está enquadrada como uma das Vias Estruturais Restritas (VER), com restrição ao trânsito de caminhões de 2ª a 6ª feira das 5h às 9h e das 17h às 21h e aos sábados das 10h às 14h, nessa via (CET,2018);
- Grajaú-Parelheiros (UGRHI 6): há movimentação de veículos pesados, na via próxima à estação, com transporte de resíduos sólidos para aterro;

- Santo André-Paço Municipal (UGRHI 6): estação automática desativada em 20/02/2020.
- Cubatão (UGRHI 7): na área industrial de Cubatão, Vila Parisi e Vale do Mogi, ocorreram, desde 2016, a paralisação de alguns processos industriais de empresas locais;
- Cordeirópolis (UGRHI 5): alteração no trajeto de caminhões devido à proibição municipal de circular no perímetro urbano.



# 4 • Fontes de Poluição do Ar no Estado de São Paulo

Neste capítulo serão apresentadas as principais fontes de emissão de poluentes atmosféricos que influenciam, de forma direta ou indiretamente, na avaliação da qualidade do ar no estado de São Paulo.

## 4.1 Considerações gerais sobre estimativas de emissão de fontes móveis e fontes estacionárias

A seguir são realizadas diversas considerações sobre as estimativas de emissão das fontes móveis e estacionárias, apresentadas nas **Tabelas 13 e 15**.

As estimativas relativas às fontes móveis apresentadas neste relatório foram obtidas a partir dos dados constantes no relatório "[Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2019](#)" (CETESB, 2020b), que traz os dados de emissões da frota circulante do período de 2006 a 2019.

Essa metodologia contém incertezas, relacionadas à frota circulante, ao consumo de combustível e aos fatores de emissão, que são refletidas nas estimativas de emissão. Essas incertezas impactam os resultados de forma inversamente proporcional à abrangência geográfica da estimativa, ou seja, menores para todo o estado, intermediárias para determinadas regiões e maiores quando se observam as emissões das cidades de forma isolada.

A estimativa de emissão do combustível (hidrocarbonetos) evaporado nos veículos foi feita apenas para a frota de automóveis e comerciais leves movidos a gasolina ou etanol. Para este poluente não foram consideradas as emissões provenientes de evaporação de outros tipos de veículos, como motocicletas e veículos a diesel e da ventilação do reservatório de óleo do motor, que nos veículos pesados são abertos à atmosfera. Estão incluídas ainda as emissões evaporativas provenientes do abastecimento dos veículos nos postos de combustível.

No caso do material particulado não foram consideradas outras possíveis contribuições, como o desgaste dos pneus, dos freios, a ressuspensão da poeira presente no pavimento e a formação de aerossóis secundários a partir dos gases emitidos. Além disso, deve-se ponderar que o tipo e o tamanho do material particulado emitido pelas diferentes fontes são variáveis, o que compromete a comparação direta entre os valores estimados para fontes móveis e fixas constantes neste relatório.

Para o cálculo das emissões de  $SO_x$ , no ano de 2019, adotou-se que todo o enxofre contido no combustível foi transformado em  $SO_2$ . Os teores de enxofre utilizados nas estimativas foram:

- Diesel S10: 10 mg de enxofre por kg;
- Diesel S500: 500 mg de enxofre por kg;
- Gasolina S50: 50 mg de enxofre por kg;
- Considera-se ainda que o etanol não contém enxofre em sua composição para efeito de cálculo das estimativas de emissão.

Para atualizar as informações relativas às fontes fixas, em 2009 e 2010, a CETESB realizou um levantamento das emissões de fontes estacionárias tendo como referência o ano de 2008. Os resultados foram obtidos a partir da consolidação de dados declarados pelos empreendimentos e utilizados para a estimativa das emissões na RMSP, que foi reajustada em razão da elaboração do Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias (PREFE), em 2014 (CETESB, 2014).

Deve-se considerar que as estimativas de emissão das fontes fixas levam em conta as empresas consideradas prioritárias, selecionadas com base na tipologia industrial, na capacidade produtiva e no tipo e quantidade de combustível utilizado. As bases e os terminais de combustíveis foram considerados apenas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e na Região Metropolitana de Campinas (RMC). Para a RMC, foram efetuadas estimativas de emissão das bases distribuidoras de combustíveis líquidos. Para isso foram compilados os dados dos estudos de emissão entregues à CETESB, em atendimento às exigências técnicas do processo de licenciamento ambiental. Para a RMSP, foram utilizadas as informações disponíveis no PREFE 2014.

Para as demais localidades citadas na **Tabela 11**, as estimativas das emissões das fontes fixas foram as disponibilizadas pelas Agências Ambientais da CETESB: em 2010, do município de Presidente Prudente; em 2012, de Bauru e Ribeirão Preto; em 2015, de Jaú e Piracicaba; em 2016, de São José do Rio Preto; em 2018, de Araraquara, Guaratinguetá, Sorocaba, Tatuí e Taubaté; em 2019, de Araçatuba, Catanduva e Marília; em 2020, de Cubatão, Jacareí, Jundiaí, Limeira e São José dos Campos.

Ao se comparar as estimativas de emissão das fontes fixas e móveis, deve-se levar em conta que nem todas as emissões de ambas as categorias de fontes puderam ser quantificadas, o que prejudica a análise comparativa entre elas.

## 4.2 Fontes de Poluição do Ar no Estado de São Paulo

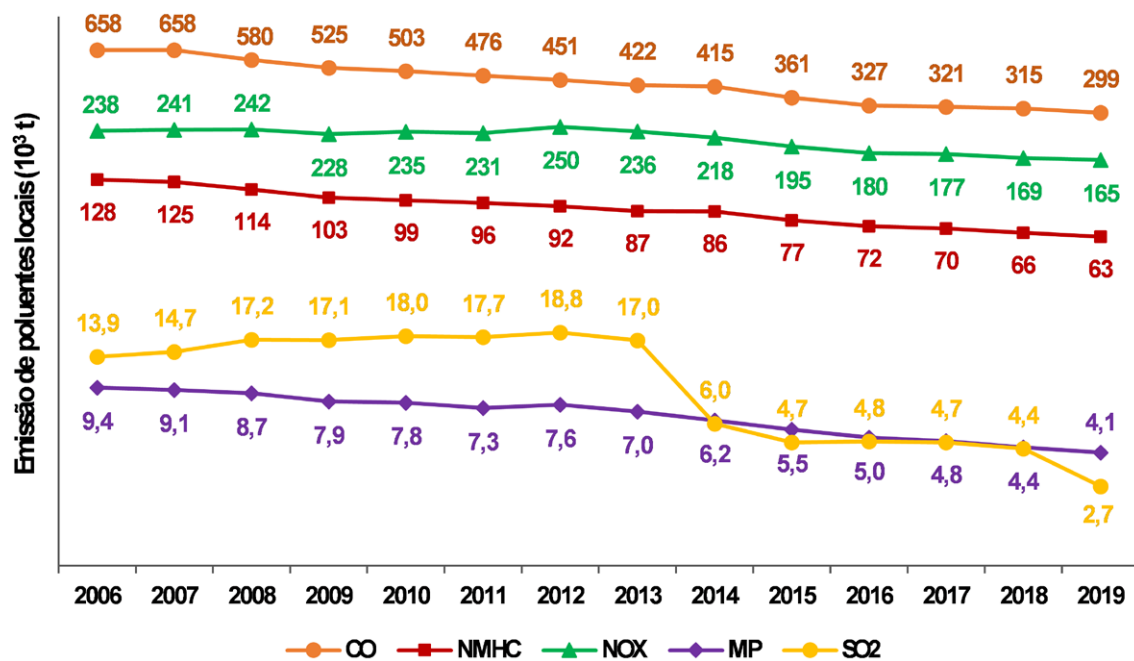
Localizado na região sudeste do Brasil, o estado de São Paulo possui área aproximada de 249.000 km<sup>2</sup>, que corresponde a 2,9% do território nacional. É a unidade da federação de maior ocupação territorial, maior contingente populacional, em torno de 46,3 milhões de habitantes (IBGE, 2020), maior desenvolvimento econômico (agrícola - destacando-se a atividade sucroalcooleira, industrial e serviços) e maior frota automotiva. Como consequência, apresenta grande alteração na qualidade do ar, destacando-se as Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas, o município de Cubatão e a região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. A **Tabela 10** apresenta a estimativa da frota circulante no estado de São Paulo em dezembro de 2019.

**Tabela 10** – Estimativa da frota de veículos do estado de São Paulo em 2019

Categoria		Combustível	Frota Circulante
Automóveis		Gasolina C	2.471.472
		Etanol Hidratado	180.593
		<i>Flex-fuel</i>	7.702.530
Comerciais leves		Gasolina C	464.581
		Etanol Hidratado	17.096
		<i>Flex-fuel</i>	955.640
		Diesel	494.667
Caminhões	Semileves	Diesel	31.147
	Leves		103.835
	Médios		59.984
	Semipesados		113.252
	Pesados		132.085
Ônibus	Urbanos	Diesel	63.337
	Micro-ônibus		15.593
	Rodoviários		28.513
Motocicletas		Gasolina C	1.772.646
		<i>Flex-fuel</i>	777.231
<b>TOTAL</b>			<b>15.384.201</b>

Fonte: CETESB (2021) adaptado do Relatório de Emissões Veiculares 2019 (CETESB, 2020b)

O **Gráfico 2** apresenta a evolução das emissões veiculares de poluentes locais no período de 2006 a 2019 no estado de São Paulo. Pode-se observar que, mesmo com o crescimento constante da frota, que perdurou até 2014, a emissão dos poluentes seguiu decrescente, motivada pela incorporação de veículos com novas tecnologias em substituição aos veículos antigos e mais poluidores. A emissão de SO<sub>2</sub> sofreu redução drástica em 2014, ocorrida em razão da alteração do teor de enxofre do diesel a partir de 2013 e em especial da gasolina a partir de 2014. Em 2019, o aumento do consumo do diesel S10, em comparação ao diesel S500, explica nova queda das emissões desse poluente (CETESB, 2020b).

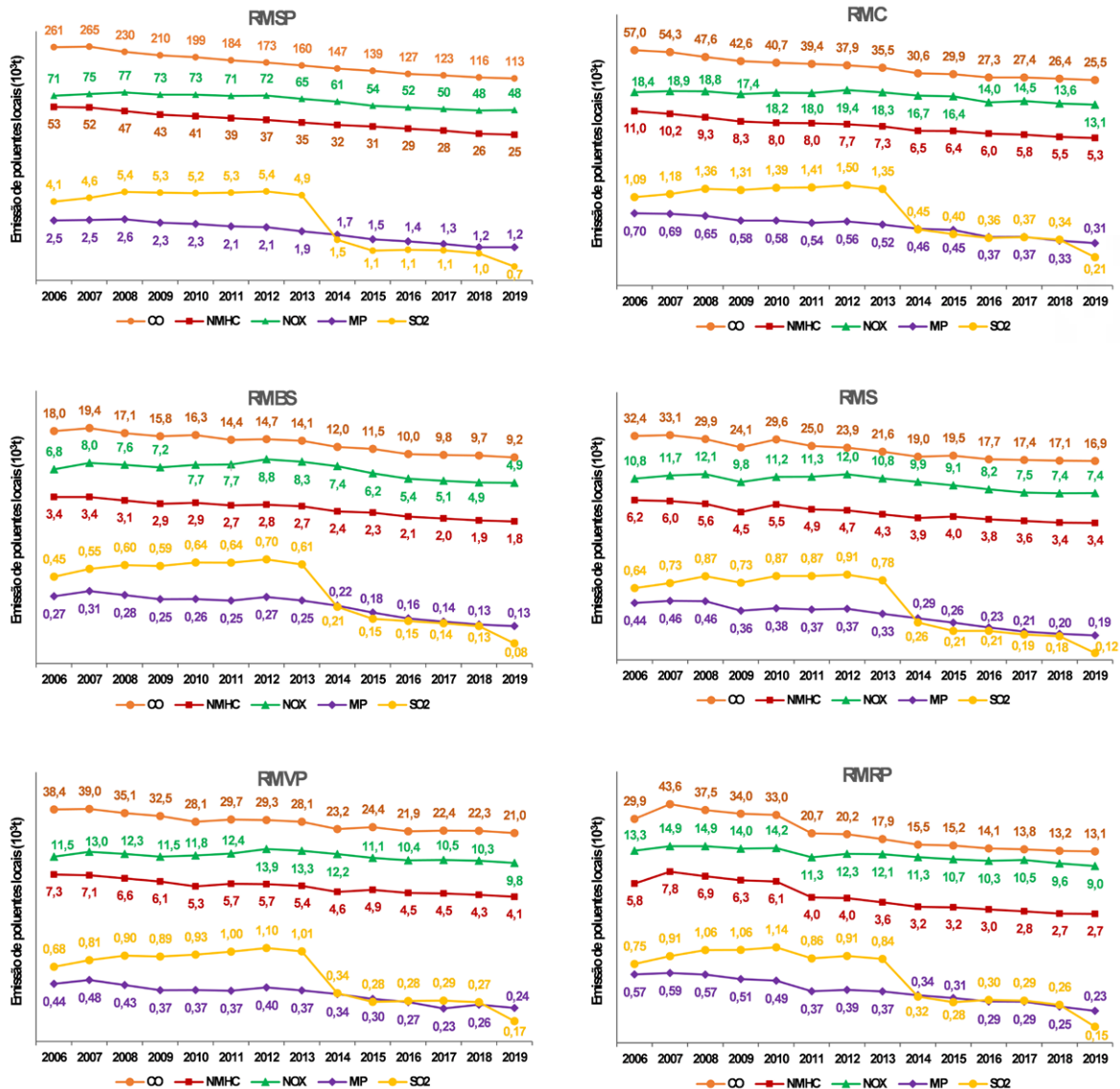
**Gráfico 2** – Evolução das emissões de poluentes veiculares no estado de São Paulo

Fonte: CETESB (2021) adaptado do Relatório de Emissões Veiculares 2019 (CETESB, 2020b)

Nota: Gráfico em escala logarítmica.

No **Gráfico 3** são apresentadas as evoluções das emissões de poluentes veiculares nas seis regiões metropolitanas do estado. Assim como ocorre no estado de São Paulo, em razão da incorporação de veículos com novas tecnologias em substituição aos veículos antigos (mais poluidores), pode-se observar que a emissão de poluentes de origem veicular apresenta uma tendência de queda. Em relação a 2018, houve redução das emissões para alguns dos poluentes, entretanto, há variações entre as regiões metropolitanas que se devem ao perfil da frota e do consumo de combustíveis automotivos de cada região.

**Gráfico 3 – Evolução das emissões de poluentes veiculares nas Regiões Metropolitanas**



Fonte: CETESB (2021)

Nota 1: Gráficos em escala logarítmica.

Nota 2:

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

RMC – Região Metropolitana de Campinas

RMBS – Região Metropolitana da Baixada Santista

RMS – Região Metropolitana de Sorocaba

RMVP – Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte

RMRP – Região Metropolitana de Ribeirão Preto

Nota 3: Dados atualizados conforme mensagem eletrônica recebida em 2021 CETESB, 2021d)

Na **Tabela 11**, a seguir, é apresentado um resumo das estimativas de população, frota veicular e das emissões de fontes fixas e móveis para os locais que possuem monitoramento automático da qualidade do ar no estado de São Paulo.

**Tabela 11** – Estimativas de população, frota e emissão das fontes de poluição do ar no estado de São Paulo (Continua)

UGRHI	Locais com monitoramento automático			Emissão (1000 t/ano)					
	Município	População <sup>1</sup>	Frota <sup>2</sup>	Fontes	CO	HC	NO <sub>x</sub>	MP	SO <sub>x</sub>
2	Guaratinguetá	122.505	38.922	Fixa (3 ind.)	0,003	0,28	0,40	0,08	0,06
				Móvel	1,30	0,24	0,83	0,02	0,01
	Jacareí	235.416	69.947	Fixa (10 ind.)	2,81	0,52	2,98	0,85	0,59
				Móvel	1,60	0,33	0,83	0,02	0,01
	São José dos Campos	729.737	236.456	Fixa (4 ind.)	1,99	0,69	3,87	0,34	5,74
				Móvel	5,29	1,10	2,07	0,05	0,04
Taubaté	317.915	112.002	Fixa (2 ind.)	0,07	0,02	0,05	< 0,01	--	
			Móvel	2,96	0,57	0,64	0,01	0,01	
3	São Sebastião	90.328	21.741	Fixa	--	--	--	--	--
				Móvel	0,55	0,10	0,19	0,01	0,00
4	Ribeirão Preto	711.825	292.317	Fixa	--	--	--	--	--
				Móvel	5,79	1,19	2,52	0,06	0,04
5	Região Metropolitana de Campinas	3.304.338	1.241.164	Fixa (36 ind.)	2,61	6,39	9,78	1,97	13,54
				Base de combustível líquido (12 emprend.)	--	2,30 <sup>3</sup>	--	--	--
				Móvel	25,52	5,35	13,15	0,31	0,21
	Jundiaí	423.006	185.511	Fixa (2 ind.)	0,24	0,23	0,07	0,31	0,01
				Móvel	4,33	0,89	1,83	0,04	0,03
	Limeira	308.482	112.801	Fixa (3 ind.)	--	0,01	0,84	2,08	0,78
				Móvel	2,60	0,53	1,70	0,04	0,03
	Piracicaba	407.252	160.466	Fixa (6 ind.)	0,02	0,39	1,83	1,08	0,18
				Móvel	3,84	0,78	1,73	0,04	0,03
	Rio Claro	208.008	84.605	Fixa	--	--	--	--	--
				Móvel	1,66	0,32	0,72	0,02	0,01
	Santa Gertrudes	27.381	8.416	Fixa	--	--	--	--	--
Móvel				0,18	0,04	0,22	0,005	0,00	
6	Região Metropolitana de São Paulo	21.893.842	7.324.690	Fixa	4,18 <sup>4</sup>	5,6 <sup>5</sup>	26,1 <sup>5</sup>	3,57 <sup>5</sup>	5,59 <sup>4</sup>
				(n° indústrias)	(62)	(124)	(162)	(193)	(146)
				Base de combustível líquido (9 emprend.)	--	3,68 <sup>5</sup>	--	--	--
				Móvel	112,97	24,89	48,27	1,22	0,72
7	Cubatão	131.626	28.322	Fixa (20 ind.)	1,03	0,55	2,43	0,51	4,95
				Móvel	--	--	--	--	--
	Santos	433.656	153.261	Fixa	--	--	--	--	--
				Móvel	2,43	0,49	1,39	0,04	0,02
10	Tatuí	122.967	43.104	Fixa (4 ind.)	0,10	0,02	1,16	1,22	0,39
				Móvel	1,09	0,21	0,50	0,01	0,01
	Sorocaba e Votorantim	810.956	299.713	Fixa (8 ind.)	0,60	0,07	0,24	0,39	0,30
				Móvel	6,39	1,33	1,78	0,04	0,03

**Tabela 11** – Estimativas de população, frota e emissão das fontes de poluição do ar no estado de São Paulo (Conclusão)

UGRHI	Locais com monitoramento automático			Emissão (1000 t/ano)					
	Município	População <sup>1</sup>	Frota <sup>2</sup>	Fontes	CO	HC	NO <sub>x</sub>	MP	SO <sub>x</sub>
13	Araraquara	238.339	92.041	Fixa (5 ind.)	--	--	2,10	1,95	--
				Móvel	2,09	0,42	0,88	0,02	0,01
	Bauru	276.982	152.114	Fixa (1 ind.)	--	--	0,01	0,05	--
				Móvel	3,08	0,65	1,27	0,03	0,02
	Jaú	151.881	51.738	Fixa (2 ind.)	--	--	0,52	0,27	--
				Móvel	1,16	0,23	0,39	0,01	0,01
15	Catanduva	122.497	49.971	Fixa (4 ind.)	--	--	1,80	1,10	--
				Móvel	1,09	0,22	0,95	0,02	0,02
	São José do Rio Preto	464.983	206.455	Fixa	--	--	--	--	--
				Móvel	4,29	0,87	2,33	0,05	0,04
19	Araçatuba	198.129	85.063	Fixa (3 ind.)	--	--	0,27	0,97	< 0,01
				Móvel	1,88	0,36	1,00	0,02	0,02
21	Marília	240.590	88.512	Fixa	--	--	--	--	--
				Móvel	1,79	0,36	0,79	0,02	0,01
22	Presidente Prudente	230.371	90.339	Fixa (2 ind.)	--	< 0,01	0,28	0,28	< 0,01
				Móvel	1,92	0,39	1,16	0,03	0,02

Fonte: CETESB (2021)

Nota 1:

1 - Estimativa de População, em 01/07/20, adaptado de (IBGE, 2020).

2 - Estimativa de frota: 2019. Dados atualizados conforme mensagem eletrônica recebida em jan/2021 CETESB, 2021c)

3 - Ano de referência do levantamento: 2009. Os empreendimentos participantes deste levantamento foram selecionados utilizando a metodologia top-down, baseado nas informações da Agência Nacional do Petróleo (ANP) sobre entregas de combustíveis do ano de 2009.

4 - Ano de referência do inventário de fontes fixas: 2008.

5 - Ano de referência do inventário de fontes fixas: 2008. Estimativa de emissão baseada no PREFE 2014.

Nota 2:

Ano de referência do inventário de fontes móveis: 2019

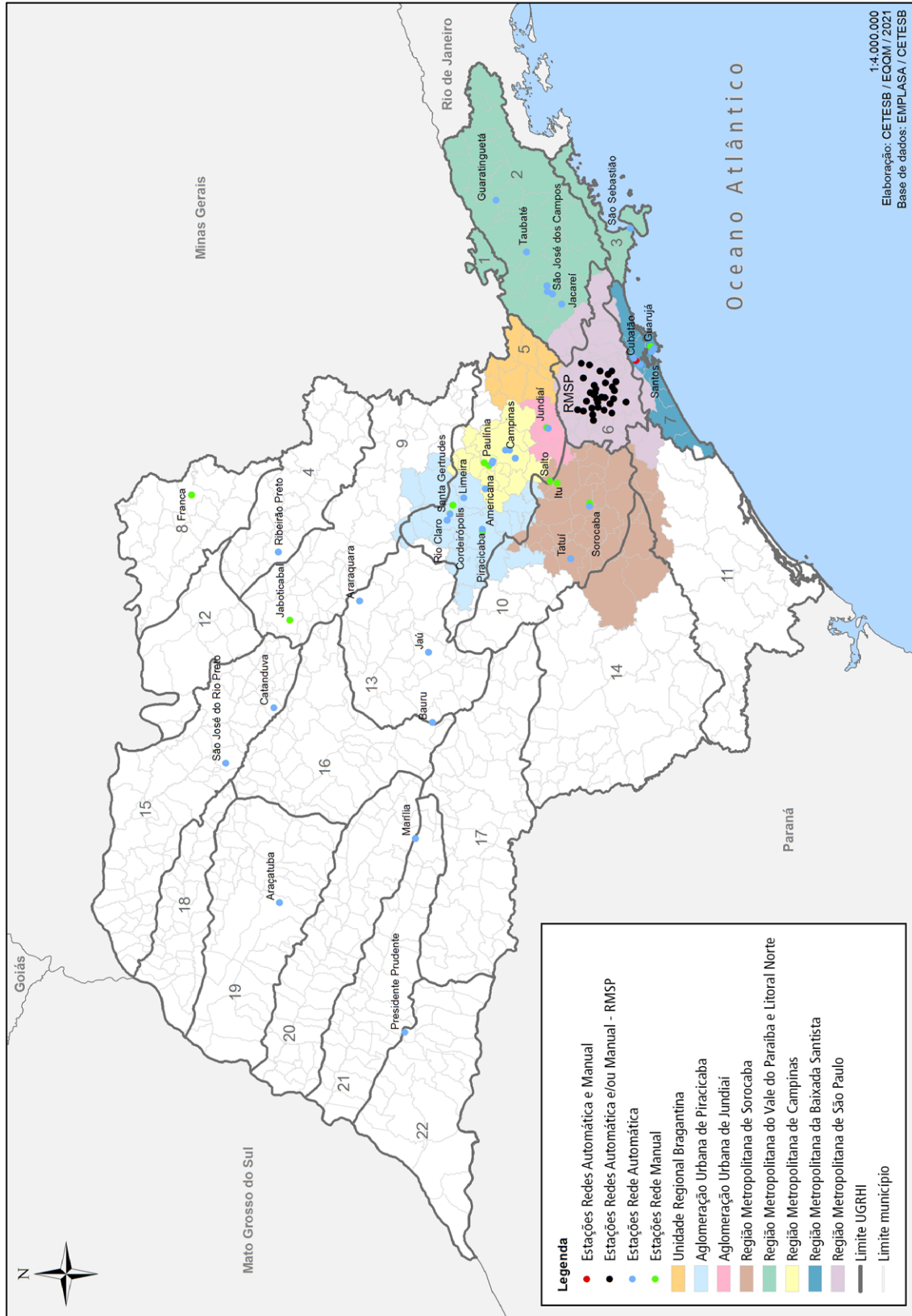
Nota 3:

Estimativas de fontes fixas: informações disponibilizadas pelas Agências Ambientais da CETESB: em 2010, de Presidente Prudente e RMC; em 2012, de Bauru e Ribeirão Preto; em 2014, da RMSP; em 2015, de Jaú e Piracicaba; em 2016, de São José do Rio Preto; em 2018, de Araraquara, Guaratinguetá, Sorocaba, Tatuí e Taubaté; em 2019, de Araçatuba, Catanduva e Marília; em 2020, de Cubatão, Jacareí, Jundiaí, Limeira e São José dos Campos.

A seguir são apresentadas, resumidamente, as fontes de poluição do ar que se destacam nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) onde há monitoramento da qualidade do ar.

As Regiões Metropolitanas de São Paulo (39 municípios), Campinas (20 municípios), Baixada Santista (9 municípios), Vale do Paraíba e Litoral Norte (39 municípios) e Sorocaba (27 municípios); as Aglomerações Urbanas de Piracicaba (23 municípios) e de Jundiaí (7 municípios); e a Unidade Regional de Bragantina (10 municípios) formam uma rede metropolitana integrada, com funções produtivas complementares, que é denominada Macrometrópole Paulista (EMPLASA, 2019) e está representada no **Mapa 3**. Essa Macrometrópole, atualmente composta por 174 municípios, possui cerca de 75% da população do estado, 75% da frota circulante e produz cerca de 82% do PIB estadual. Nesse extenso território concentram-se também os maiores portos e aeroportos, o mais movimentado complexo rodoviário e grandes polos de conhecimento e inovação do país.

Mapa 3 – Composição da Macrometrópole Paulista



Fonte: CETESB (2021) adaptado de EMPLASA (2019)

Na UGRHI 2, que está inserida na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVP), destaca-se São José dos Campos pelo seu porte e por possuir indústrias consideradas prioritárias para o controle da poluição atmosférica. O município está localizado na porção média do rio Paraíba do Sul, distante 70 km a nordeste da capital do estado, cortado pela Rodovia Presidente Dutra, que liga os dois maiores centros produtores e consumidores do país, as Regiões Metropolitanas de São Paulo e do Rio de Janeiro.

Na UGRHI 3, que também está inserida na RMVP, destaca-se no litoral norte do estado de São Paulo, o município de São Sebastião, distante 180 km da capital, onde está localizado o Porto de São Sebastião ou Companhia Docas de São Sebastião, com diversos terminais para petróleo e derivados, além da movimentação de outros produtos de importação e exportação, tais como, minerais, cereais, veículos, produtos siderúrgicos, máquinas e equipamentos e cargas gerais.

Na UGRHI 5 está localizada a Região Metropolitana de Campinas, formada por 20 municípios, que possui uma população em torno de 3,3 milhões de habitantes e uma frota aproximada de 1,24 milhão de veículos. Nessa UGRHI encontra-se também a maioria dos municípios que formam os Aglomerados de Piracicaba e de Jundiaí, que juntos totalizam 2,4 milhões de habitantes. Muitos dos municípios dessa UGRHI possuem alto grau de industrialização, de serviços e desenvolvimento agrícola. Todas essas atividades trouxeram o desenvolvimento econômico em conjunto com impactos de ordem ambiental. Destacam-se a cidade de Campinas, com uma população superior a um milhão de habitantes, considerada a sede da região; o município de Paulínia, que conta com um grande parque industrial, principalmente petroquímico; e o polo cerâmico nas regiões de Santa Gertrudes e Rio Claro.

Na UGRHI 6 encontra-se a Região Metropolitana de São Paulo, que, devido a sua complexidade, será tratada com mais detalhe na seção seguinte.

Destacam-se na UGRHI 7 o município de Santos, em razão da população e intensa atividade portuária, com a maior movimentação de granéis e contêineres do país; e o município de Cubatão, dado o porte de suas fontes industriais compostas predominantemente por empresas do setor petroquímico, siderúrgico e de fertilizantes. Cubatão ficou conhecida como uma área afetada por problemas sérios de poluição atmosférica em razão das grandes emissões de poluentes industriais, da sua topografia acidentada e das condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes.

Na UGRHI 10 destaca-se o município de Sorocaba pelo seu porte e por possuir indústrias consideradas prioritárias para o controle da poluição atmosférica. Está localizado a 90 km a oeste da capital do estado e está inserida na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS). A RMS é constituída por 27 municípios, possui população em torno de 2,2 milhões de habitantes e uma frota veicular aproximada de 727 mil veículos. Na UGRHI 10, encontram-se também as maiores indústrias cimenteiras do estado, além de áreas de queima de palha de cana-de-açúcar.

No interior do estado, nas regiões Centro e Norte, há também monitoramento na UGRHI 4 (Pardo), UGRHI 8 (Sapucaí/Grande), UGRHI 9 (Mogi-Guaçu) e UGRHI 13 (Tietê/Jacaré). Nos municípios dessas UGRHIs existem, geralmente, extensas áreas de atividades agrícolas (principalmente, cítricos e cana-de-açúcar). Essa intensa atividade acarretou o desenvolvimento de indústrias de transformação (açúcar, álcool e sucos), levando a um crescimento econômico e populacional e aumento da frota veicular das principais cidades. Como fontes de emissões atmosféricas, de maneira genérica, podem ser citadas: a frota veicular, as usinas de açúcar e álcool e as demais atividades industriais. Na região Norte do estado, encontra-se a Região Metropolitana

de Ribeirão Preto, que conta com 34 municípios, com cerca de 1,74 milhão de habitantes e uma frota veicular aproximada de 588 mil veículos.

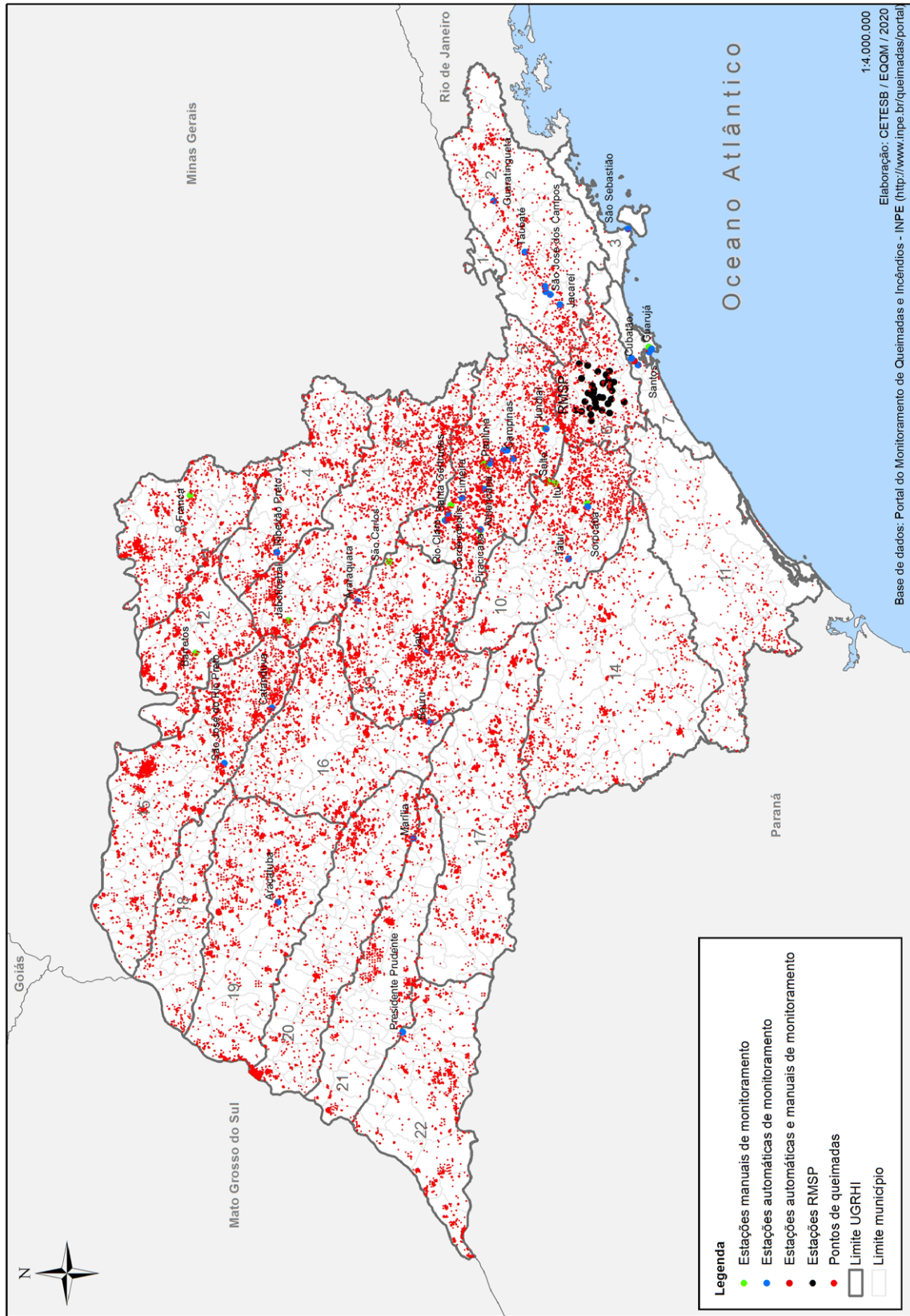
Nas regiões Noroeste, Oeste e Sudoeste do estado, há monitoramento na UGRHI 15 (Turvo/Grande), UGRHI 19 (Baixo Tietê), UGRHI 21 (Peixe) e UGRHI 22 (Pontal do Paranapanema). Nas UGRHIs 15 e 19 existem grandes extensões de plantio de cana-de-açúcar e usinas de produção de álcool e açúcar, que podem contribuir para as emissões atmosféricas, principalmente, tanto por queima de palha de cana como pelo processo industrial das referidas usinas. Nas UGRHIs 21 e 22, há predomínio da atividade pecuária, com emissões pouco significativas de poluentes regulamentados, mas também existem áreas de plantio de cana-de-açúcar e usinas de produção de álcool e açúcar que podem contribuir para as emissões atmosféricas.

A cultura de cana-de-açúcar é a principal atividade agrícola do estado de São Paulo, que é o maior produtor de etanol do Brasil, respondendo por aproximadamente 48% da produção nacional (CONAB, 2019). Em 2020 (safra 2019/2020), a área de colheita de cana foi de 5,1 milhões de hectares de cana no estado, 1,8% menor em relação à safra 2018/2019 (CONAB, 2019). Da área total de colheita menos de 13 mil hectares tiveram autorização para queima (CETESB, 2021e), ou seja, estima-se que nessa última safra, 99,8% da colheita da cana-de-açúcar das usinas e fornecedores de cana signatários ao Protocolo Etanol Mais Verde foram realizadas sem o emprego de fogo (CETESB, 2021e). A queima de palha de cana-de-açúcar é uma atividade que gera a emissão de poluentes e de gases de efeito estufa.

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 (SÃO PAULO, 2021a), 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, 2020b). Em 2020, houve redução de autorizações para queima de palha de cana-de-açúcar, em relação a 2019.

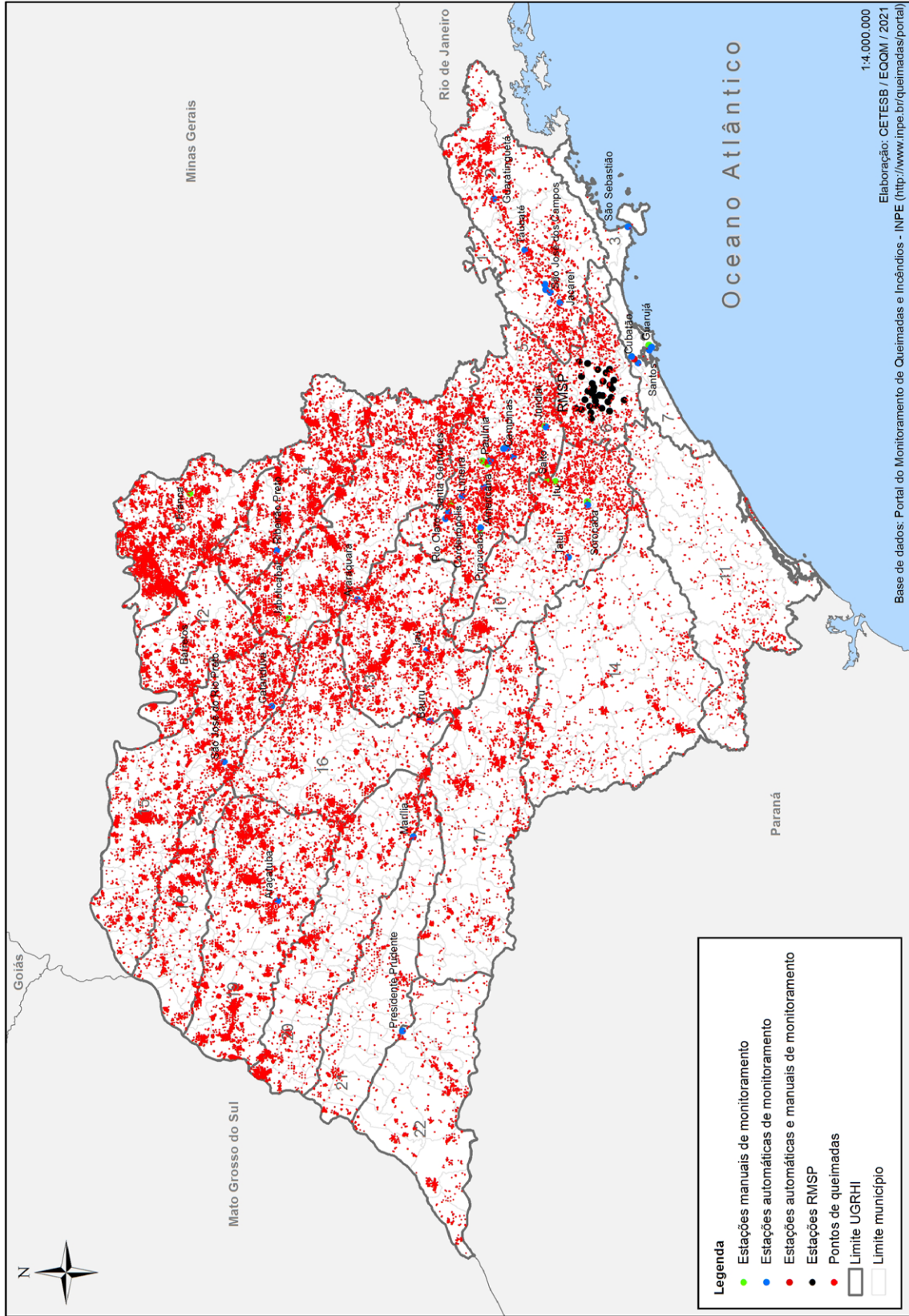
Nos **Mapas 4 e 5** são mostrados os focos de queimada observados por satélites ambientais no estado de São Paulo, em 2019 e 2020, respectivamente (INPE, 2019 e 2020). Esses focos de queimada são resultado de ocorrências em quaisquer formas de vegetação, incluindo eventos de queima de palha da cana-de-açúcar. Em 2020, houve um grande aumento (99%) do número de focos de queimada em todo o estado de São Paulo, em relação a 2019. As maiores ocorrências se deram nos meses de agosto-setembro-outubro, correspondendo a 71% do total de focos registrados no ano. Setembro se destacou com a ocorrência de 37% dos focos registrados, sendo que o número observado nesse mês foi o maior valor dentre os meses de setembro, desde o início do monitoramento por satélite em 1998.

**Mapa 4** – Localização das estações de monitoramento e dos focos de queimadas, observados por satélites ambientais, no estado de São Paulo – 2019.



Fonte: CETESB (2021) adaptado da base de dados do INPE (2019)

**Mapa 5** – Localização das estações de monitoramento e dos focos de queimadas, observados por satélites ambientais, no estado de São Paulo – 2020.



Fonte: CETESB (2021) adaptado da base de dados do INPE (2020)

### 4.3 Fontes de Poluição do Ar na RMSP

A deterioração da qualidade do ar na RMSP é decorrente das emissões atmosféricas provenientes dos veículos e das indústrias. A **Tabela 12** apresenta a estimativa da frota circulante da RMSP em dezembro de 2019. Nota-se que a RMSP concentrou 48% da frota do estado em apenas 3,2% do território. Agrava o fato que, na RMSP, residem 21,9 milhões de habitantes (IBGE, 2020), que corresponde a 47% da população total do estado.

**Tabela 12** – Estimativa da frota de veículos da RMSP em 2019

Categoria		Combustível	Frota Circulante na RMSP	% Frota RMSP/Estado
Automóveis		Gasolina C	1.365.883	55%
		Etanol Hidratado	73.844	41%
		<i>Flex-fuel</i>	3.829.899	50%
Comerciais leves		Gasolina C	271.519	58%
		Etanol Hidratado	6.516	38%
		<i>Flex-fuel</i>	420.465	44%
		Diesel	215.244	44%
Caminhões	Semileves	Diesel	12.173	39%
	Leves		40.579	39%
	Médios		23.472	39%
	Semipesados		44.698	39%
	Pesados		51.927	39%
Ônibus	Urbanos	Diesel	33.137	52%
	Micro-ônibus		8.236	53%
	Rodoviários		14.822	52%
Motocicletas		Gasolina C	696.463	39%
		<i>Flex-fuel</i>	215.813	28%
TOTAL			7.324.690	48%

Fonte: CETESB (2021)

Nota: Dados atualizados conforme mensagem eletrônica recebida em 2021 CETESB, 2021c)

A estimativa de emissão por tipo de fonte é mostrada na **Tabela 13** e a contribuição relativa de cada fonte de poluição na RMSP está apresentada na **Tabela 14** e pode ser mais facilmente visualizada no **Gráfico 4**. Nessa comparação, deve-se levar em conta todas as considerações efetuadas na seção 4.1. No caso específico de partículas inaláveis, as estimativas de contribuição relativa das fontes foram feitas a partir de dados obtidos no estudo de modelo receptor (CETESB, 2002). Portanto, as porcentagens constantes na **Tabela 14** e no **Gráfico 4**, no que se refere ao  $MP_{10}$ , não foram geradas a partir dos dados constantes da **Tabela 13**.

As fontes móveis e fixas foram responsáveis pela emissão para a atmosfera de aproximadamente 117 mil t/ano de monóxido de carbono, 34 mil t/ano de hidrocarbonetos, 74 mil t/ano de óxidos de nitrogênio,

4,8 mil t/ano de material particulado e 6,3 mil t/ano de óxidos de enxofre. Desses totais, os veículos são responsáveis por 96% das emissões de CO, 73% de HC, 65% de NO<sub>x</sub>, 11% de SO<sub>x</sub> e 40% de MP.

Observa-se que os veículos leves são as principais fontes de emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos, sendo os automóveis a gasolina os maiores emissores de CO (28%). Apesar de o tamanho da frota de veículos a gasolina ser menor do que o da frota de veículos *flex*, as emissões desse primeiro segmento são maiores em razão da maior idade média dos veículos a gasolina. O segmento das motocicletas, mesmo tendo frota menor, também tem participação significativa na emissão de CO e HC (16% e 7%, respectivamente) por causa de seus fatores de emissão serem historicamente maiores.

Destacam-se também as emissões de NO<sub>x</sub> dos veículos pesados, equivalentes a 48% do total. Essa participação não deve se alterar em curto prazo, já que a redução importante da emissão de NO<sub>x</sub> nos veículos pesados vai se dar somente quando a parcela de veículos produzidos a partir de 2012, que possui tecnologia que permite atender à Fase P7 do PROCONVE, for majoritária. Em 2019, essa parcela de veículos correspondia a aproximadamente 31%.

A redução dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio, considerados os principais precursores de ozônio, pode contribuir para a diminuição das concentrações desse poluente na atmosfera. Entretanto, além da frota circulante e das bases de combustível, outras fontes de emissão de precursores de O<sub>3</sub> na RMSP são consideradas importantes, como as emissões evaporativas de combustíveis que ocorrem no momento do reabastecimento dos tanques e de gasolina, bem como de fontes industriais que emitem compostos orgânicos voláteis e óxidos de nitrogênio. Para sanar parte desse problema, foi introduzida nova exigência de controle, aprovada pela Resolução CONAMA nº 492/2018 (BRASIL, 2018b) voltada para veículos leves, que limitará a emissão durante o reabastecimento a partir do ano de 2023. Observa-se que a mesma resolução e ainda, as Resoluções CONAMA nº 490/2018 (BRASIL, 2018) e CONAMA nº 493/2019 (BRASIL, 2019), voltadas para veículos pesados e motocicletas, respectivamente, introduziram novas exigências para a redução da emissão dos demais poluentes que serão incorporadas ao longo da próxima década. No caso de veículos pesados, a nova fase P8 do PROCONVE, que se iniciará em 2023, obrigará os novos caminhões e ônibus a reduzir a emissão de NO<sub>x</sub> em aproximadamente 80%. Da mesma forma que a fase atual (P7), o impacto dessa redução deverá acontecer apenas em meados da década de 2030, quando o volume de veículos em circulação fabricados sob o regramento da P8 deverá ser significativo na frota circulante, perspectiva baseada na evolução atual da frota P7 que, mesmo após quase 10 anos de lançamento, sequer atingiu 50% de participação.

Para os óxidos de enxofre, são importantes as emissões dos veículos, mas principalmente as emissões das indústrias.

No caso das partículas inaláveis, além dos veículos e das indústrias, contribuem ainda outros fatores, como a ressuspensão de poeira do solo e a formação de aerossóis secundários.

**Tabela 13** – Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar na RMSP

Categoria		Combustível	Emissão (1000 t/ano)					
			CO	HC	NO <sub>x</sub>	MP	SO <sub>x</sub>	
MÓVEIS	Automóveis	Gasolina C	33,13	6,89	4,43	0,02	0,05	
		Etanol Hidratado	7,39	1,37	0,58	nd	nd	
		Flex-Gasolina C	10,66	3,53	1,05	0,02	0,05	
		Flex-Etanol Hidratado	23,22	6,23	1,75	nd	nd	
	Comerciais Leves	Gasolina C	6,06	1,21	0,62	0,004	0,02	
		Etanol Hidratado	0,56	0,11	0,05	nd	nd	
		Flex-Gasolina C	1,47	0,51	0,17	0,002	0,01	
		Flex-Etanol Hidratado	3,46	0,85	0,28	nd	nd	
		Diesel	0,69	0,17	2,91	0,13	0,09	
	Caminhões	Semileves	Diesel	0,14	0,04	0,76	0,03	0,01
		Leves		0,66	0,18	3,62	0,14	0,06
		Médios		0,44	0,13	2,46	0,11	0,04
		Semipesados		1,21	0,26	7,21	0,18	0,15
		Pesados		1,23	0,29	7,73	0,18	0,15
	Ônibus	Urbanos	Diesel	1,66	0,30	8,33	0,20	0,01
		Micro-ônibus		0,12	0,02	0,67	0,02	0,001
		Rodoviários		0,82	0,20	4,89	0,13	0,08
	Motocicletas	Gasolina C	18,37	2,35	0,68	0,04	0,007	
		Flex-Gasolina C	1,07	0,13	0,06	0,005	0,001	
		Flex Etanol Hidratado	0,61	0,09	0,03	nd	nd	
<b>Total Emissão Veicular (2019)</b>			<b>112,97</b>	<b>24,89</b>	<b>48,27</b>	<b>1,22</b>	<b>0,72</b>	
FIXA	Operação de Processo Industrial (2008) (Número de indústrias inventariadas)		4,18 <sup>1</sup> (62)	5,6 <sup>2</sup> (124)	26,1 <sup>2</sup> (162)	3,57 <sup>2</sup> (193)	5,59 <sup>1</sup> (146)	
	Base de combustível líquido (2008) (9 empreendimentos)		-	3,68 <sup>2</sup>	-	-	-	
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>117,15</b>	<b>34,17</b>	<b>74,37</b>	<b>4,79</b>	<b>6,31</b>	

Fonte: CETESB (2021)

Nota 1:

1 - Ano de referência do inventário: 2008.

2 - Ano de referência do inventário de fontes: 2008. Estimativa de emissão baseada no PREFE 2014.

nd: não disponível.

Nota 2:

- a) As emissões evaporativas provenientes da frota de automóveis e comerciais leves do ciclo Otto estão incorporadas nas próprias emissões de HC, incluindo também a estimativa de emissão evaporativa de abastecimento dos veículos nos postos de combustível.
- b) Ano de referência do inventário de fontes móveis: 2019. Dados atualizados conforme mensagem eletrônica recebida em 2021 CETESB, 2021c)

**Tabela 14** – Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP

Categoria		Combustível	Poluentes (%)					
			CO	HC	NO <sub>x</sub>	MP <sub>10</sub> <sup>1</sup>	SO <sub>x</sub>	
MÓVEIS	Automóveis	Gasolina C	28,28	20,18	5,96	0,68	0,85	
		Etanol Hidratado	6,31	4,01	0,78	nd	nd	
		Flex-Gasolina C	9,10	10,33	1,42	0,59	0,78	
		Flex-Etanol Hidratado	19,82	18,23	2,35	nd	nd	
	Comerciais Leves	Gasolina C	5,17	3,55	0,84	0,13	0,24	
		Etanol Hidratado	0,48	0,31	0,07	nd	nd	
		Flex-Gasolina C	1,25	1,51	0,22	0,08	0,14	
		Flex-Etanol Hidratado	2,96	2,49	0,37	nd	nd	
		Diesel	0,59	0,50	3,91	4,27	1,40	
	Caminhões	Semileves	Diesel	0,12	0,13	1,02	1,10	0,20
		Leves		0,56	0,54	4,87	4,48	0,98
		Médios		0,38	0,39	3,31	3,75	0,58
		Semipesados		1,03	0,75	9,70	6,07	2,32
		Pesados		1,05	0,84	10,39	5,83	2,32
	Ônibus	Urbanos	Diesel	1,41	0,89	11,20	6,67	0,17
		Micro-ônibus		0,11	0,07	0,90	0,50	0,02
		Rodoviários		0,70	0,58	6,57	4,31	1,34
	Motocicletas	Gasolina C	15,68	6,88	0,91	1,38	0,11	
		Flex-Gasolina C	0,91	0,39	0,08	0,16	0,02	
		Flex Etanol Hidratado	0,52	0,28	0,04	nd	nd	
<b>% Emissão Veicular (2019)</b>			<b>96,43</b>	<b>72,85</b>	<b>64,90</b>	<b>40,00</b>	<b>11,47</b>	
FIXAS	Operação de Processo Industrial (2008)		3,57	16,39	35,10	10,00	88,53	
	Base de combustível líquido (2008)		-	10,77	-	-	-	
OUTRAS	Ressuspensão de partículas		-	-	-	25,00	-	
	Aerossóis secundários		-	-	-	25,00	-	
<b>TOTAL</b>			<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	

Fonte: CETESB (2021)

Nota1:

1 - Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis (CETESB, 2002). A contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre todos os veículos de acordo com os dados de emissão disponíveis.

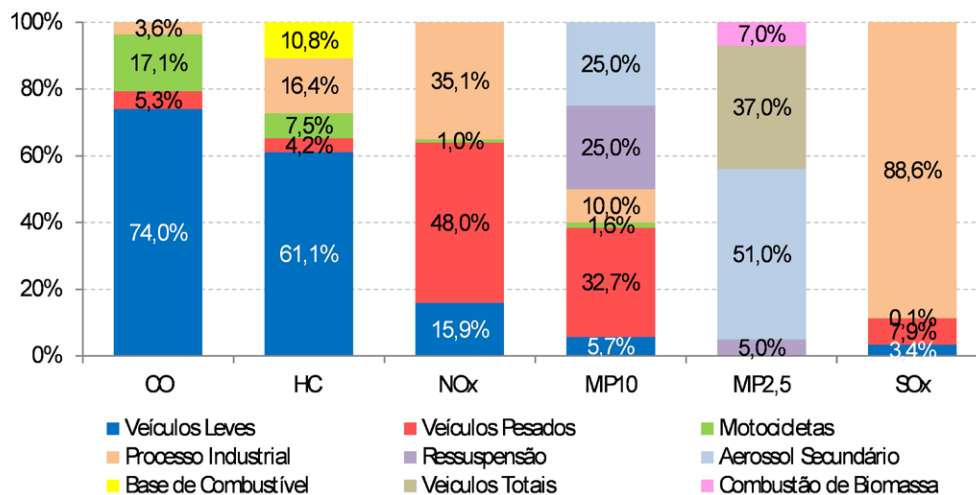
nd: não disponível.

Nota 2:

Ano de referência do inventário de fontes móveis: 2019, com dados atualizados conforme mensagem eletrônica recebida em 2021 (CETESB, 2021c)

O **Gráfico 4** apresenta as estimativas de emissões relativas dos diversos poluentes por tipo de fonte. Para o cálculo das contribuições relativas de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ , foram levados em consideração os resultados dos estudos do Balanço Químico de Massa (CETESB, 2002), nos quais foram estimadas as contribuições das diversas fontes na formação do material particulado, por meio da técnica do modelo receptor que utiliza dados da composição química das partículas da atmosfera e das fontes.

**Gráfico 4** – Emissões relativas por tipo de fonte – RMS



Fonte: CETESB (2021)

Nota 1:  $MP_{10}$  - Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis (CETESB, 2002). A contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre todos os veículos de acordo com os dados de emissão disponíveis (**Tabela 14**).

Nota 2:  $MP_{2,5}$  - Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis finas realizado em Cerqueira César em 1996/1997, sendo a contribuição dos veículos apresentada de forma global (CETESB, 2002).

Nota 3: As emissões de HC provenientes do abastecimento dos veículos nos postos de combustível foram incorporadas nos veículos leves (CETESB, 2019b).



# 5 • Qualidade do Ar no Estado de São Paulo

Nesta seção serão apresentados as análises meteorológicas e os resultados do monitoramento da qualidade do ar no estado de São Paulo.

## 5.1 Aspectos Gerais da Meteorologia no Estado de São Paulo

### 5.1.1 Aspectos Climáticos no Estado de São Paulo

Em termos de precipitação, o clima do estado de São Paulo pode ser dividido em duas estações predominantes: uma estação chuvosa, que compreende o período de outubro a abril, e outra estação seca, que vai de maio a setembro. A estação chuvosa é influenciada pelo aquecimento continental que, associado à convecção tropical, sistemas extratropicais (frentes frias) e áreas de instabilidade continental, favorece a ocorrência de chuvas abundantes. Na estação seca, o clima é predominantemente influenciado por sistemas de alta pressão, tanto subtropicais quanto polares, e as chuvas geralmente ocorrem pela passagem rápida de frentes frias provenientes do sul do continente, sendo essa estação caracterizada não só pela diminuição da precipitação, mas também pela diminuição das temperaturas e ocorrência de períodos de grande estabilidade atmosférica.

Além das características gerais observadas nessas duas estações, o estado apresenta ainda regiões com fortes contrastes climáticos, resultado das diferentes características geográficas, como relevo e vegetação. Entre os fatores geográficos que influenciam na climatologia nas escalas local e regional, destacam-se a proximidade do mar e a presença de montanhas e depressões, que criam fenômenos como brisa marítima e terrestre, circulação de vale-montanha etc.

Em relação à dispersão de poluente, as concentrações mais altas dos poluentes primários ocorrem, via de regra, no período compreendido entre os meses de maio e setembro, devido à maior ocorrência de inversões térmicas em baixos níveis, alta porcentagem de calmaria, ventos fracos e baixos índices pluviométricos.

Em relação aos poluentes secundários, principalmente o ozônio, ocorrem níveis mais altos com maior frequência no período compreendido entre setembro e março (primavera e verão), meses mais quentes e com maior incidência de radiação solar no topo da atmosfera. Entretanto, o maior número de ocorrências de ozônio é registrado na transição entre os períodos seco e chuvoso no estado de São Paulo. Estudos mostraram que a maior frequência de alto nível de ozônio não ocorre necessariamente nos meses mais quentes (janeiro e fevereiro), provavelmente em razão do aumento da nebulosidade devido à atividade convectiva, que reduz a quantidade de radiação solar incidente no período da tarde e, conseqüentemente, diminui a formação do ozônio na baixa atmosfera.

### 5.1.2 Aspectos Meteorológicos no Estado de São Paulo em 2020

A atuação dos fenômenos globais El Niño (fase quente) e La Niña (fase fria) têm grande influência no comportamento das variáveis meteorológicas e, conseqüentemente, na qualidade do ar de todo o estado de São Paulo. Esses fenômenos representam, grosso modo, uma alteração do sistema de interação oceano-atmosfera no Oceano Pacífico Equatorial, produzindo alterações meteorológicas e climáticas em todo o globo terrestre, que também influenciam na circulação do vento em altitude e afetam o regime de chuvas nas diversas regiões do globo, inclusive do Brasil (CPTEC, 2021).

Para a análise da caracterização das condições meteorológicas no estado de São Paulo, durante o ano de 2020, foram utilizadas informações disponíveis na página de vários órgãos relacionados à meteorologia. Descrição mais detalhada sobre a origem dessas informações encontra-se no final deste item.

No ano de 2020, nos dois primeiros trimestres, houve o predomínio da neutralidade para o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS). Entretanto, no decorrer dos meses de maio e junho, as águas do oceano Pacífico Equatorial começaram a se resfriar, indicando o desenvolvimento do fenômeno La Niña. Entre os meses de julho e agosto, houve a intensificação do resfriamento das águas oceânicas e, em setembro, o fenômeno La Niña se estabeleceu na região, permanecendo em atividade até o final do ano. O resfriamento das águas superficiais na costa do Pacífico Equatorial Oeste reduziu as atividades convectivas na região e, conseqüentemente, influenciou no regime de chuvas em regiões do Brasil, ocasionando anomalias negativas de precipitação nas regiões Central e Sudeste do Brasil (INMET, 2020b; IAG, 2020). Embora as passagens de sistemas frontais pelo litoral paulista tenham sido frequentes, algumas dessas tiveram fraca atuação sobre a parte continental, sendo observadas anomalias negativas de precipitação em vários locais, tais como na RMSP e, principalmente, no interior do estado.

A seguir serão apresentadas, por trimestre, as condições meteorológicas que predominaram em 2020 sobre o estado de São Paulo.

No primeiro trimestre, em janeiro, foram observados dois episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), no entanto, esses sistemas se posicionaram no setor mais ao norte da região sudeste, e, além disso, apenas um sistema frontal atingiu o estado de São Paulo. Dessa forma, as chuvas foram inferiores às médias climatológicas em praticamente todo o estado, com exceção dos municípios de São José dos Campos, Franca, Ribeirão Preto e Presidente Prudente. Em fevereiro também foram observados dois episódios de ZCAS, o primeiro logo após a passagem de um sistema frontal que provocou registros recordes de precipitação e o segundo episódio, provocado por um sistema frontal oceânico, que começou no dia 27 de fevereiro e se estendeu até 9 de março. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), fevereiro foi o mês mais chuvoso desde o início dos registros, em 1943, no estado de São Paulo. As chuvas registradas pela Defesa Civil foram superiores às médias climatológicas em praticamente todos os municípios, com exceção de Barretos (pouco abaixo da média) e Sorocaba (abaixo da média). O mês de março, por sua vez, foi o quinto março mais seco (com menor índice pluviométrico) desde o início das medições e o março mais seco dos últimos 36 anos. Essa situação ocorreu devido à presença frequente de um anticiclone (sistema de alta pressão) que impediu o avanço de frentes frias até o estado. Apenas uma frente fria com atividade atingiu todo o estado e, com exceção de Santos que foi pouco acima da média, as precipitações foram inferiores às médias climatológicas em todas as regiões do estado.

Quanto às temperaturas, o mês de janeiro teve médias mensais das máximas temperaturas superiores ou próximas às respectivas médias climatológicas na maioria dos municípios, com exceção de Guarulhos, Santo André, São José dos Campos e Marília. Em fevereiro, essas médias mensais foram inferiores ou próximas às respectivas médias em todo o estado. Em março, as médias de temperatura foram superiores às respectivas médias climatológicas nas regiões Centro, Norte, Sudoeste Oeste/Noroeste e Baixada Santista, enquanto nas demais regiões do estado, foram inferiores ou próximas da média, situação na qual se inclui São Paulo.

No segundo trimestre as condições oceânicas e atmosféricas observadas na região do oceano Pacífico Equatorial, nos meses de abril e maio, mantiveram as condições de neutralidade do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS). No entanto, o mês de maio já começou a apresentar resfriamento das águas oceânicas em relação a abril, e no mês de junho o oceano Pacífico Equatorial passou a apresentar indicativo de condições de La Niña.

Nos meses de abril e maio, as precipitações no estado continuaram inferiores às médias climatológicas, com exceção de Presidente Prudente que foi um pouco acima da média em abril e na média em maio. Por outro lado, em junho, as precipitações foram acima das respectivas médias climatológicas em praticamente todo o estado, no entanto, essas chuvas ocorreram em poucos dias, no início do mês, principalmente entre os dias 3 e 8 de junho e no final do mês, principalmente entre os dias 26 e 28, devido às duas frentes frias atuantes. Uma outra frente fria provocou precipitações na faixa litorânea, entre os dias 14 e 16 de junho, porém com acumulados bem menores do que os observados em decorrência dos outros sistemas frontais, mencionados anteriormente. Em São José do Rio Preto, o acumulado de precipitações ficou próximo à normal climatológica, enquanto que em Araraquara, Barretos e Franca ficaram abaixo das respectivas normais.

Em relação às temperaturas, nos meses de abril e maio, as médias mensais foram inferiores ou próximas às respectivas médias climatológicas na RMSP, Vale do Paraíba e regiões Norte (maio), Sul, Sudoeste (maio), nas demais regiões foram superiores às respectivas ou próximas das médias, com exceção de Ribeirão Preto, em abril, que foi pouco inferior à média. Em junho, essas médias mensais foram superiores ou próximas às respectivas médias climatológicas em todo o estado.

No terceiro trimestre, as condições oceânicas do Pacífico Equatorial no mês de julho apresentaram condições de neutralidade em relação ao ENOS, porém continuou com indicativo de desenvolvimento de condições de La Niña. Em agosto e setembro as condições oceânicas passaram a apresentar condições de La Niña, principalmente em setembro. As precipitações em julho e setembro foram inferiores às médias climatológicas em todo o estado. Já em agosto, foram superiores às respectivas médias climatológicas na RMSP, no Vale do Paraíba, nas regiões Sudoeste, Sul (exceção de Sorocaba) e Centro (exceção de Araraquara). Nas demais regiões do estado, foram inferiores. As precipitações em agosto, quando se deram, foram concentradas em poucos dias, principalmente entre os dias 16 e 23 de agosto, devido à passagem de uma frente fria e atuação de um anticiclone pós-frontal, que se estabeleceu principalmente nas faixas sul e leste do estado.

Quanto às temperaturas, em julho as médias mensais das máximas temperaturas foram superiores ou próximas às respectivas médias climatológicas em praticamente todo o estado, com exceção de São José dos Campos e Barretos. Em agosto foram abaixo da média na RMSP, no Vale do Paraíba e nas regiões Centro, Sul, Sudoeste, além de Ribeirão Preto (região Norte). Nas demais localidades foram acima ou próximas da média. Em setembro houve a atuação de uma massa de ar seco e quente que perdurou por quase todo o mês. As médias das máximas foram acima das respectivas médias climatológicas em todo o estado, algumas delas bem acima como Araçatuba que registrou média das máximas de 6,2 °C acima da média climatológica, Bauru

(5,1 °C acima) e Barretos (5,0 °C acima). Na capital, a estação Mirante de Santana do INMET registrou média das temperaturas máximas 4,9 °C acima da média climatológica, sendo o setembro mais quente desde 1943, quando tiveram início as medições nessa estação.

No quarto trimestre, as condições oceânicas do Pacífico Equatorial continuaram apresentando condições de La Niña. As precipitações em outubro e novembro foram inferiores ou próximas às médias climatológicas em praticamente todo o estado, com exceção da Capital, em outubro, e São José dos Campos e Santos, em novembro. Em dezembro, com exceção de Osasco, Araçatuba, Registro e Itapeva, as precipitações foram superiores ou próximas às médias climatológicas em todos os demais municípios.

Em relação às temperaturas, em outubro as médias mensais das máximas temperaturas foram superiores ou próximas às respectivas médias climatológicas em praticamente todo o estado, com exceção de São José dos Campos. As altas temperaturas foram consequência de um bloqueio atmosférico que ocorreu na primeira semana do mês, mantendo a atuação de uma massa de ar quente e seco sobre o estado de São Paulo, provocando recordes de temperatura em várias regiões do estado. Destaca-se que no dia 7 de outubro, o INMET registrou a temperatura de 43,5 °C em Lins, que passou a ser o novo recorde histórico do estado de São Paulo. Na Capital (estação meteorológica Mirante de Santana), foram registradas as temperaturas de 37,4 °C, no dia 2 de outubro, e 37,3 °C, no dia 7 de outubro, que passaram a ser, respectivamente, o segundo e terceiro maiores valores de toda a série histórica (1943-2020). A partir da segunda semana do mês, o bloqueio atmosférico foi se rompendo permitindo a penetração de frentes frias, brisas marítimas e da atuação de áreas de instabilidade. Em novembro, as médias mensais das máximas temperaturas foram inferiores ou próximas às respectivas médias climatológicas em praticamente todo o estado, com exceção de Campinas e Registro. Em dezembro, as médias mensais das máximas temperaturas voltaram a ser superiores ou próximas às respectivas médias climatológicas em praticamente todo o estado, com exceção de São José dos Campos e Barretos.

Pode-se dizer que 2020 foi um ano com muitos contrastes meteorológicos, quando foram observados recordes de médias mensais das máximas temperaturas em setembro e de recordes de temperaturas máximas absolutas em outubro. Além disso, 2020 teve o mês de fevereiro mais chuvoso desde o início das medições (em 1943) e o mês de março mais seco dos últimos 36 anos.

Para essa análise da caracterização das condições meteorológicas no estado de São Paulo, durante o ano 2020, descritas acima, foram utilizadas as informações sobre precipitação pluviométrica e outras variáveis meteorológicas disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020a) e na Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) de São Paulo (CEPDEC, 2020), 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, 2021b), do Portal Agrometeorológico e Hidrológico no estado de São Paulo (CIIAGRO, 2020) e do Banco de dados hidrológicos do Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2020). Além dessas informações foram utilizadas as análises dos boletins Prognósticos Climáticos (INMET, 2020b) elaboradas em conjunto pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pelo INMET e pela Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME); análises de Relatório Climático Mensal do Grupo de Estudos Climáticos (GrEC) do IAG/USP (IAG, 2020); relatórios de Síntese Climática Mensal do CPTEC/INPE; e Notas Técnicas do INMET (INMET, 2020c).

### 5.1.3 Aspectos meteorológicos na poluição do ar no Estado de São Paulo

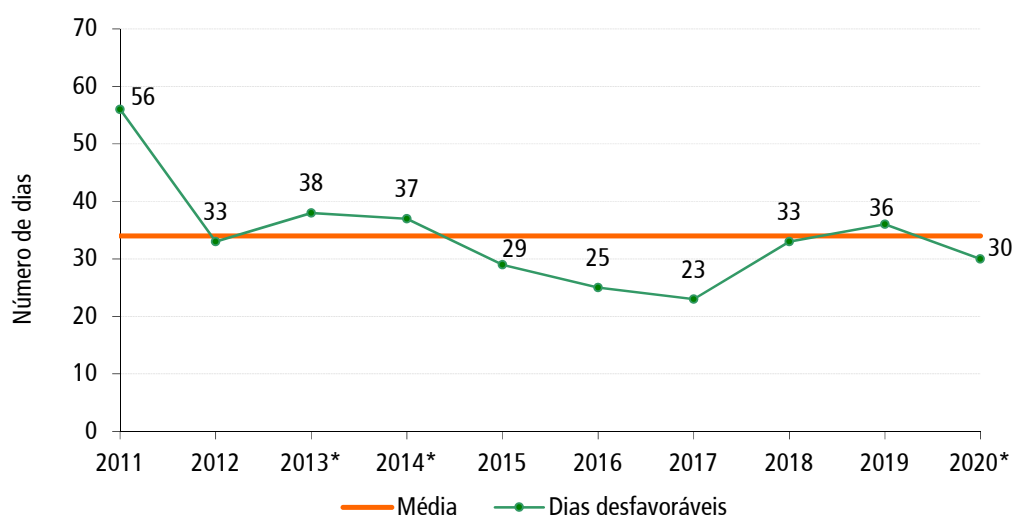
Neste item serão apresentadas as condições meteorológicas para dispersão de poluentes e para a formação de ozônio no estado de São Paulo.

#### 5.1.3.1 Condições Meteorológicas para Dispersão de Poluentes – 2020

O **Gráfico 5** apresenta o número de dias em que as condições meteorológicas, na RMSP, foram desfavoráveis à dispersão de poluentes primários, durante o ano, no período de 2011 a 2020. Essa análise é feita a partir dos parâmetros meteorológicos avaliados diariamente para a RMSP. De maneira geral, essa análise das condições meteorológicas para dispersão de poluentes pode ser extrapolada para as demais regiões do estado, pois os sistemas meteorológicos predominantes são, geralmente, de grande escala e atuam praticamente sobre todas as regiões do estado.

Em 2020, houve 30 dias com condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes primários, sendo dois dias no final de abril e 28 dias no período de maio a setembro (que correspondem a 18% dos dias de maio a setembro), ficando abaixo da média dos últimos dez anos. O período de maio a setembro é o mais desfavorável para a dispersão de poluentes primários no estado de São Paulo.

**Gráfico 5** – Número de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

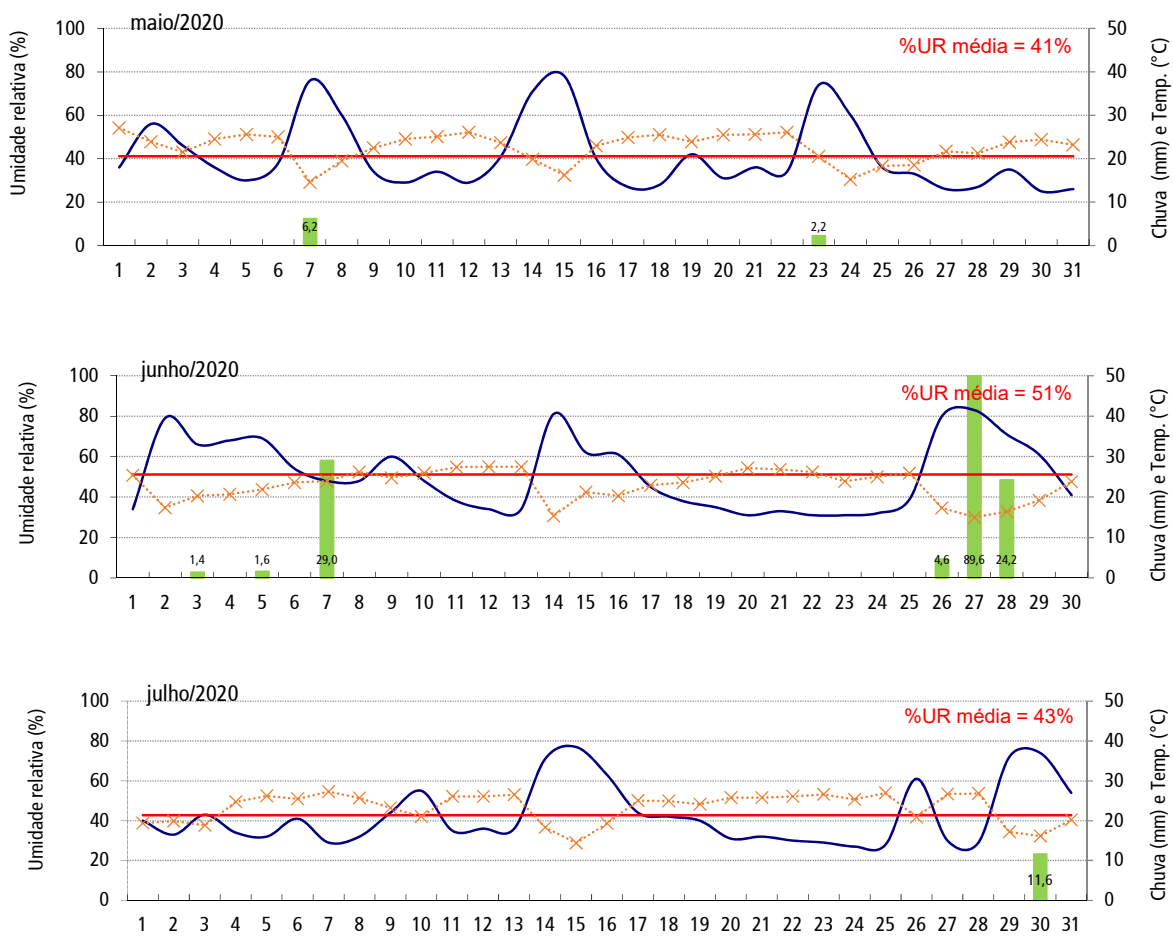
Nota: \* ano em que houve dias desfavoráveis no mês de abril.

Embora o número de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes em 2020 tenha ficado abaixo da média dos últimos dez anos (**Gráfico 5**), o total de chuva observado nos meses de maio a setembro ficou abaixo da normal climatológica para esses meses, que são os meses mais críticos para a dispersão de poluentes. Em 2020, os meses de março, abril, maio, julho e setembro tiveram os menores índices de precipitação, ficando muito abaixo das respectivas médias mensais climatológicas, com ocorrência em apenas um ou dois dias. No mês de junho, apesar de o total de chuvas do mês ter sido acima da média, as chuvas praticamente se concentraram em apenas três dias no início e em três dias no final do mês. Em agosto, as chuvas se concentraram

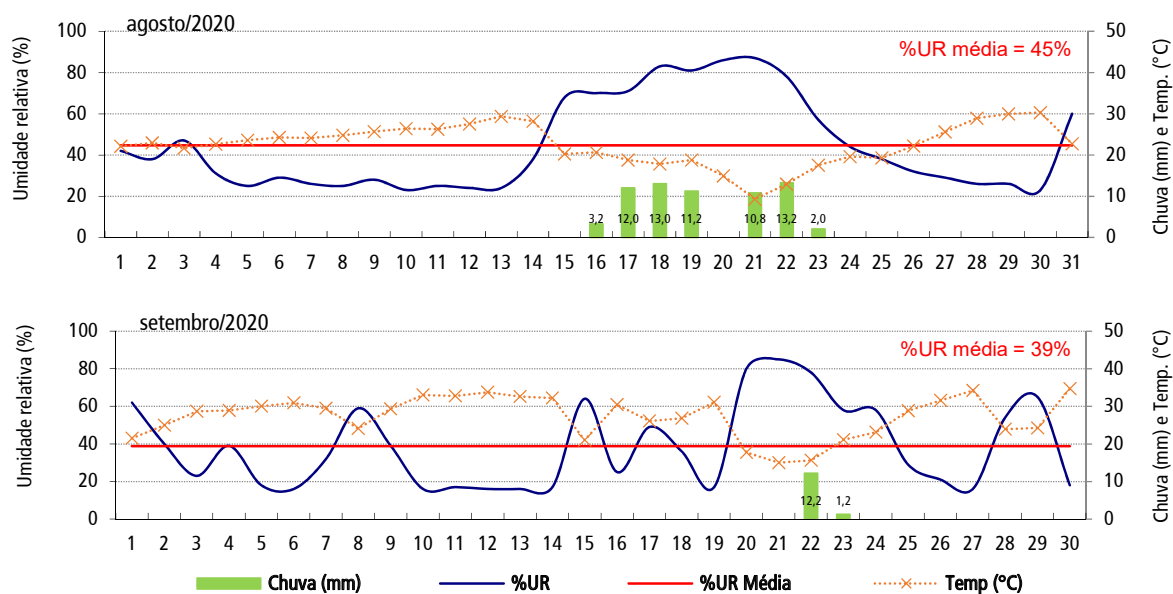
principalmente em sete dias, entre 16 e 23 de agosto. Em setembro, além da ocorrência de chuvas abaixo das médias climatológicas, os primeiros 20 dias e os seis últimos do mês foram muito quentes e com baixos percentuais de umidade relativa do ar.

Para exemplificar, o **Gráfico 6** apresenta, para os meses de maio a setembro, a precipitação diária e o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar às 15 horas, medidos na estação meteorológica Mirante de Santana do INMET, na capital paulista. Nesse horário do dia, geralmente, os valores percentuais de umidade relativa são mais baixos e os valores de temperatura são mais altos. A linha reta vermelha, em cada gráfico, representa as médias dos percentuais de umidade relativa do ar às 15 horas de cada mês. Em 2020, foram observados vários dias consecutivos com a umidade relativa abaixo de 40 % em todo o período de maio a setembro, sendo que os meses de agosto e setembro apresentaram dias com percentuais de umidade relativa abaixo de 30 %. O mês de setembro, além de apresentar dias consecutivos com umidade relativa abaixo de 20 %, teve também vários dias com temperaturas acima de 30 °C. Essa situação meteorológica se estendeu para as diversas regiões do estado, o que propiciou condições para ocorrência generalizada de focos de queimada, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, bem como condições para a ressuspensão de poeira do solo.

**Gráfico 6** – Precipitação diária e umidade relativa e temperatura do ar – RMSP (maio a setembro – Mirante de Santana) (Continua)



**Gráfico 6** – Precipitação diária e umidade relativa e temperatura do ar – RMSP (maio a setembro – Mirante de Santana) (Conclusão)



Fonte: CETESB (2021) adaptado de INMET (2020a)

A fim de ilustrar essa situação, na **Tabela 15** são apresentadas as médias mensais das mínimas diárias de umidade relativa e as médias mensais das máximas diárias de temperatura do ar nas estações da CETESB, de maio a setembro de 2020. Destaca-se, em cor vermelha, os valores médios das mínimas de umidade relativa menores do que 40 % e, em cor laranja, os valores médios das máximas temperaturas maiores do que 30,0 °C. Nota-se que o mês de setembro, com exceção das estações do litoral, foi extremamente quente e seco na maioria das estações, principalmente nas estações do interior.

**Tabela 15** – Médias mensais das mínimas diárias de umidade relativa e das máximas diárias de temperatura do ar – 2020

UGRHI	ESTAÇÕES	Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro	
		URmin (%)	Tmax (°C)	URmin (%)	Tmax (°C)	URmin (%)	Tmax (°C)	URmin (%)	Tmax (°C)	URmin (%)	Tmax (°C)
2	Guaratinguetá	-	-	49	26,5	44	26,6	39	26,6	31	32,0
	Jacareí	42	25,7	52	26,3	44	26,2	43	26,1	36	31,0
	São José dos Campos	41	25,4	49	25,9	41	26,1	41	26,0	34	31,0
	São José dos Campos-Jd.Satélite	41	25,1	47	26,4	41	25,8	40	25,7	34	30,5
	São José dos Campos-Vista Verde	40	24,8	48	25,8	39	26,3	40	25,4	34	31,3
	Taubaté	41	25,6	47	26,4	41	26,3	39	26,4	33	31,6
4	Ribeirão Preto	-	-	-	-	-	-	-	-	21	35,3
5	Campinas-Taquaral	-	26,5	-	26,4	-	27,0	-	25,8	-	-
	Campinas-V. União	33	25,4	44	26,1	35	26,4	36	26,3	-	31,7
	Jundiaí	40	24,4	51	24,7	41	25,0	42	24,9	32	30,4
	Limeira	36	26,0	46	26,6	35	27,6	34	27,2	25	33,0
	Paulínia	-	26,7	-	27,2	-	27,8	-	27,1	-	-
	Paulínia-Sta Terezinha	34	26,4	44	27,0	35	27,6	33	27,6	26	32,9
	Piracicaba	37	25,9	47	24,7	36	25,0	36	24,9	27	30,4
	Rio Claro-Jd. Guanabara	37	26,5	46	26,8	34	28,0	33	27,9	24	33,7
Santa Gertrudes	35	-	43	-	32	-	33	-	23	-	
6	Capão Redondo	45	23,2	57	23,5	48	23,5	51	23,0	44	27,8
	Carapicuíba	42	23,3	56	23,4	46	23,8	47	23,4	33	29,8
	Guarulhos-Paço Municipal	-	23,1	-	23,6	-	23,7	-	23,4	-	28,6
	Guarulhos-Pimentas	43	23,8	51	24,4	45	24,4	47	23,6	36	29,0
	Marg. Tietê-Pte dos Remédios	40	23,6	51	24,1	43	24,2	44	23,8	35	29,0
	Parque D. Pedro II	40	24,4	50	24,6	42	24,8	43	24,5	36	29,4
	Pico do Jaraguá	55	20,7	-	21,8	-	21,6	-	20,8	-	25,7
	Pinheiros	39	24,9	52	24,7	40	25,6	42	25,2	35	30,3
São Caetano do Sul	41	24,0	50	24,5	43	24,4	45	24,0	39	29,0	
7	Cubatão-Centro	48	27,0	57	27,7	53	26,6	59	25,6	69	26,5
	Cubatão-Vale do Mogi	49	26,9	58	27,6	54	26,6	61	25,1	74	26,3
	Santos	-	-	-	-	-	-	71	24,8	82	25,9
	Santos-Ponta da Praia	52	27,0	62	27,8	60	26,5	69	25,0	83	26,3
10	Sorocaba	38	25,3	48	25,7	39	26,0	40	25,7	-	-
	Tatui	32	24,7	43	25,3	33	25,7	36	25,1	25	31,0
13	Araraquara	37	25,3	41	26,8	31	27,4	26	27,3	22	32,8
	Bauru	42	27,1	52	27,4	40	28,5	40	28,1	29	34,1
	Jaú	40	27,2	49	27,7	37	28,7	38	28,3	28	34,2
15	Catanduva	42	26,7	44	27,8	34	28,5	31	29,2	24	34,3
	São José do Rio Preto	44	27,5	45	29,2	36	29,6	32	30,4	26	35,2
19	Araçatuba	46	27,9	53	28,9	38	30,1	35	30,5	25	36,6
21	Marília	-	25,6	-	26,3	-	27,2	-	28,8	-	33,2
22	Presidente Prudente	39	27,0	50	27,0	37	27,8	36	27,8	26	34,2

Fonte: Qualar (CETESB, 2021b)

Nota:

URmin = média mensal das mínimas diárias de umidade relativa do ar

Tmax = média mensal das máximas diárias de temperatura do ar

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 também a remoção desses poluentes.

De maneira geral, o ano de 2020 foi meteorologicamente mais favorável à dispersão dos poluentes do que 2019. Em 2020, a baixa pluviosidade observada na maioria dos meses de inverno também influenciou nos níveis de concentração de material particulado, sobretudo no interior do estado, pois associada aos eventos de altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, principalmente no mês de setembro, houve condições para ocorrência generalizada de focos de queimada, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, bem como de condições para a ressuspensão de poeira do solo.

No [Apêndice 3](#) são apresentados, para os últimos cinco anos, a frequência mensal de sistemas frontais que atuaram no estado de São Paulo, a distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes na RMSP e a porcentagem mensal de dias favoráveis e desfavoráveis no período de maio a setembro.

### 5.1.3.2 Condições Meteorológicas para Formação de Ozônio – 2020

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

Dessa 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 agosto. A descrição mais detalhada das condições meteorológicas mensais encontra-se no [item 5.1.2](#).

Durante o primeiro trimestre houve condições propícias à formação de concentrações elevadas de ozônio, que ocasionaram 11 dias de ultrapassagens do padrão desse poluente, sendo dois dias em janeiro e nove em março. Dessas ultrapassagens que ocorreram em março, com exceção de Jundiaí (uma ultrapassagem do padrão ocorrida em 12/03/20), todas as outras ocorreram na RMSP. As ultrapassagens do padrão nesse trimestre 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.

No segundo trimestre, apenas abril teve condições meteorológicas propícias à formação de altas concentrações de ozônio, quando ocorreram cinco dias de ultrapassagens do padrão desse poluente, sendo todas as ultrapassagens na estação Itaquera, quando, na maioria dos casos, o estado ou a faixa leste do estado se encontrava sob a atuação de uma área de instabilidade continental, em dias com altas temperaturas.

Durante o terceiro trimestre houve condições meteorológicas mais propícias à formação de ozônio, que ocasionaram 19 dias de ultrapassagens do padrão desse poluente, sendo uma em julho (apenas na RMSP) e 18 em setembro. Com exceção do dia 29/09/20, as ultrapassagens do padrão ocorreram quando o estado se encontrava sob a atuação de um anticiclone subtropical ou 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. No dia 29/09, as regiões sul e leste do estado se encontravam sob atuação de uma massa de ar frio. Nesse dia, as demais regiões do estado se encontravam sob uma massa de ar quente, com condições propícias à formação de altas concentrações de ozônio, provocando ultrapassagens do padrão de ozônio em municípios do interior do estado. Na maioria dos dias, as ultrapassagens de setembro se deram de forma generalizada, por todo o estado. No entanto,

em cinco dias, se deram apenas na RMSP e em outros quatro, apenas em municípios do interior. Nos dias em que as ultrapassagens se deram apenas nos municípios do interior, com exceção do dia 29/09 mencionado acima, o estado se encontrava sob atuação de áreas de instabilidade associadas a frentes frias localizadas próximas ao litoral do Paraná, que provocaram instabilidade na faixa leste do estado e altas temperaturas no interior.

Durante o quarto trimestre houve condições meteorológicas propícias à formação de ozônio, que ocasionaram 23 dias de ultrapassagens do padrão desse poluente, sendo 13 em outubro, oito em novembro e dois em dezembro. Com exceção dos dias 3 e 4/10, as ultrapassagens do padrão ocorreram em dias com altas temperaturas e alta incidência de radiação solar, quando o estado se encontrava sob a atuação de um anticiclone subtropical ou de uma área de instabilidade continental ou associada a uma frente fria no oceano. Nos dias 3 e 4/10, as regiões sul e leste do estado se encontravam sob atuação de uma massa de ar frio, enquanto as demais regiões do estado se encontravam sob uma massa de ar quente, com condições propícias à formação de altas concentrações de ozônio, provocando ultrapassagens do padrão de ozônio em municípios do interior do estado. Em outubro, na maioria dos dias as ultrapassagens se deram de forma generalizada, por todo o estado. No entanto, em quatro dias se deram apenas em municípios do interior e em dois, apenas na RMSP. Em novembro, em seis dias as ultrapassagens se deram apenas na RMSP e nos outros dois, ocorreram de forma generalizada. Em dezembro, no dia 4/12 as ultrapassagens ocorreram de forma generalizada e no dia 9/12 ocorreu apenas na estação Ibirapuera, quando a maioria das estações atingiu a qualidade BOA.

De modo geral, durante o ano de 2020, houve dias meteorologicamente propícios à formação de altas concentrações de ozônio, resultando em 58 dias com ultrapassagens do padrão quando se considera todo o estado. Os meses de março, setembro, outubro e novembro foram os que apresentaram as maiores ocorrências de ultrapassagens do padrão desse poluente, enquanto que, nos meses de fevereiro, maio, junho e agosto, o limite legal não foi excedido.

## 5.2 Resultados do Monitoramento da Qualidade do Ar

Nesta seção são apresentados os resultados do monitoramento de qualidade do ar no estado de São Paulo, em 2020, por grupo de poluente. A avaliação da qualidade do ar foi efetuada considerando-se os padrões estaduais estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013) e a classificação da qualidade do ar decorrente desses padrões (vide [seção 2.3](#)), que foram aplicados para os cinco últimos anos.

O [Apêndice 4](#) apresenta um resumo dos dados de monitoramento, contendo os máximos valores diários, as médias anuais e as ultrapassagens dos padrões estaduais de curto prazo, nos últimos quatro anos.

As análises dos dados de qualidade do ar consideram os períodos de curto prazo de 1, 8 e 24 horas, conforme a definição de valor diário de cada poluente, e longo prazo, que neste caso é representado pelas médias anuais das médias diárias. No caso dos particulados e do dióxido de enxofre, os valores diários são as médias das concentrações horárias, considerando o período de 24h. 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 média móvel de 8 horas do dia. As distribuições de qualidade são obtidas a partir dos dados de curto prazo. Os dados das redes de monitoramento automático e manual são diferenciados, quando necessário, pela inclusão das

siglas (A) e (M), respectivamente, à frente do nome das estações. No caso de monitoramento com amostrador passivo, é diferenciado com a sigla (P) e no caso de estação automática móvel, com a sigla (EM).

Para melhor interpretação dos resultados, dependendo do poluente, as estações de monitoramento da qualidade do ar foram agrupadas por UGRHI e, para o interior do estado, houve também o agrupamento de UGRHIs.

Nos gráficos de média anual, foi incluída como referência a indicação dos valores das Metas Intermediárias e Padrão Final estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (ver [seção 2.2](#)). Os dados apresentados nesses gráficos e os valores de padrão/metasp referem-se à média anual, portanto, não devem ser confundidos com a classificação dos municípios (descrita com mais detalhe no final desta seção), que é elaborada considerando-se valores médios de três anos, de acordo com critérios específicos estabelecidos no Decreto. Caso haja interesse nesse mesmo tipo de análise para valores de curto prazo, sugere-se consultar o Sistema de Informações de Qualidade do Ar (QUALAR).

Neste relatório também são apresentados, para avaliação de tendência de comportamento na RMSp, gráficos da média móvel de concentração de alguns poluentes com os respectivos percentis 10 e 90. Para tanto, foram calculados valores médios das médias móveis de três anos, para o parâmetro em questão, obtidos em cada estação considerada. Nesse caso, para uma maior abrangência, optou-se por utilizar a maior parte das estações com monitoramento representativo anual, em que pese a base de estações se altere durante o período considerado. Em geral, o comportamento não é muito diferente do observado, caso fossem consideradas somente as estações que possuíssem dados durante a maior parte do período.

Também no caso da RMSp, a análise de alguns poluentes considerou a escala de representatividade espacial das estações (ver [seção 3.3.2](#) e [Apêndice 5](#)), visando avaliar o comportamento dos poluentes primários nas estações classificadas como de microescala, localizadas bastante próximas a vias de tráfego e, conseqüentemente, com significativa influência das emissões veiculares. Essas estações também são importantes para a avaliação da evolução da eficácia dos programas de controle desse tipo de fonte.

Em razão do Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), com vistas à política de gerenciamento da qualidade do ar, os municípios são classificados a cada três anos, nas seguintes categorias: maior que M1 (>M1), M1, M2, M3 e MF, cotejando-se os valores observados nas estações de monitoramento com as Metas Intermediárias e o Padrão Final. Em 2019, a CETESB apresentou nova "Classificação da Qualidade do Ar – Relação de Municípios e Dados de Monitoramento", que foi aprovada pela Deliberação CONSEMA nº 20 de 24/09/2019, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo, em 26/09/2019 (SÃO PAULO, 2019). Essa classificação também está disponível para consulta, na sua versão vigente, no endereço eletrônico da CETESB (CETESB, 2019).

Na interpretação dos dados de qualidade do ar em 2020, é importante considerar que este foi um ano atípico, por causa da pandemia de COVID-19, que assolou o mundo. Em 23 de março, visando conter a disseminação do vírus, o Governo do Estado de São Paulo decretou medida de quarentena no estado, consistente em restrições de atividades (SÃO PAULO, 2020a). Essas medidas de restrição variaram durante todo o ano nas diversas regiões do estado, em razão do enquadramento nas Fases estabelecidas no Plano São Paulo do Governo do Estado (SÃO PAULO, 2020b) e foram complementadas por regramentos específicos dos municípios (SÃO PAULO, 2020c).

Essas medidas tiveram como consequência, principalmente nos primeiros meses da quarentena, a redução de algumas atividades e a diminuição de circulação dos veículos automotores, principal tipo de fonte responsável pela deterioração da qualidade do ar nas regiões mais urbanizadas do estado.

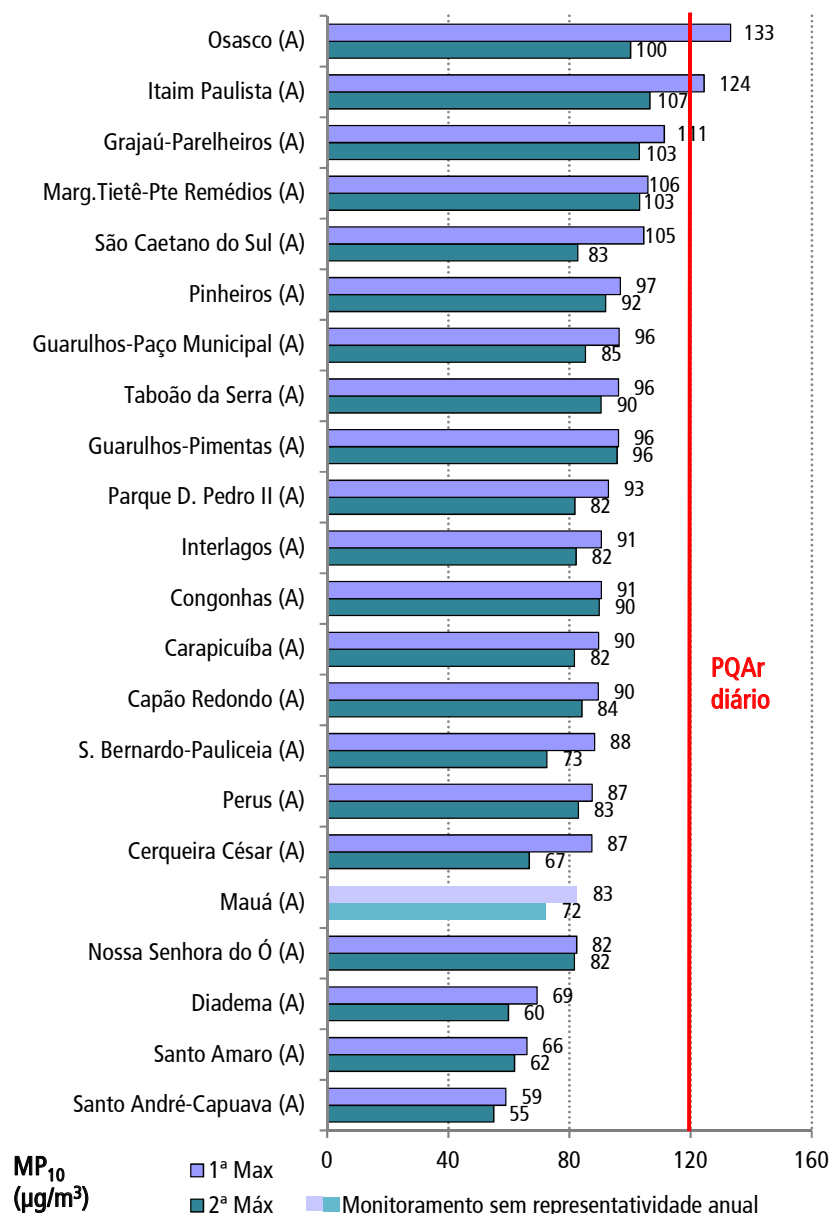
### 5.2.1 Resultados – Material Particulado

Nesta seção, são apresentados os resultados para partículas inaláveis ( $MP_{10}$ ), partículas inaláveis finas ( $MP_{2,5}$ ), fumaça (FMC) e partículas totais em suspensão (PTS).

#### 5.2.1.1 Partículas Inaláveis - $MP_{10}$

Na RMSP, em 2020, houve ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nas estações Osasco (1) e Itaim Paulista (1). No **Gráfico 7** são apresentadas as máximas concentrações diárias registradas nas estações.

**Gráfico 7** –  $MP_{10}$  – Concentrações máximas diárias – RMSP – 2020



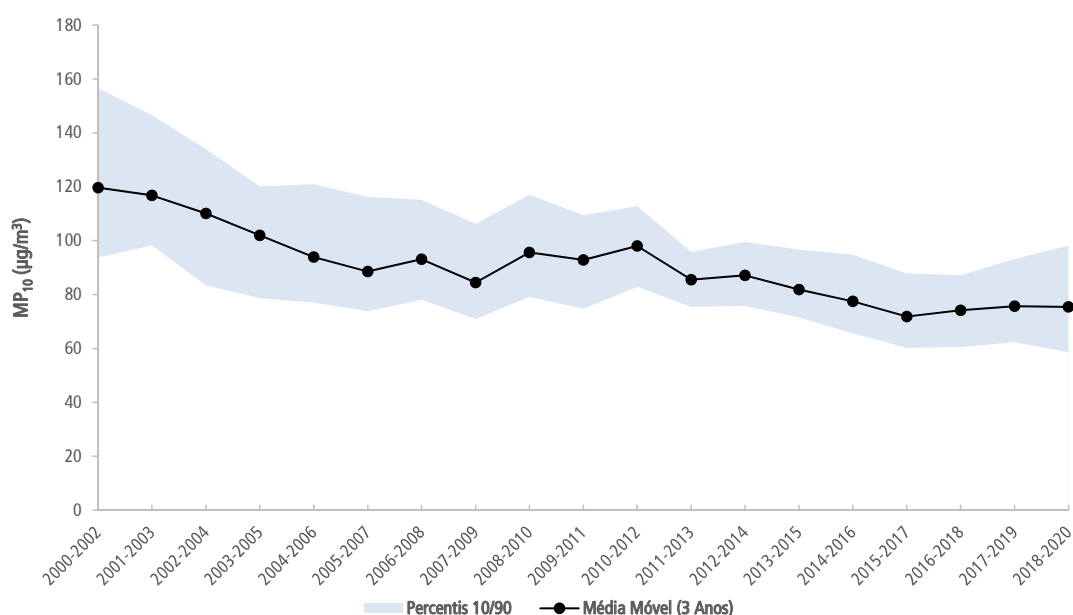
Fonte: CETESB (2021)

No **Gráfico 8** é apresentada, para a RMSP, a evolução da média das médias móveis de três anos do 4º maior valor diário (média de 24 h), de cada ano de  $MP_{10}$ , obtidas em cada estação, considerando a base de estações com monitoramento anual representativo. A média móvel, considerando o período de três anos, foi utilizada de forma a atenuar as variações meteorológicas de ano para ano. A área hachurada em azul do gráfico indica o intervalo delimitado entre os valores dos percentis 10 (limite inferior) e 90 (limite superior).

Neste caso, o percentil 90 indica que 90% das estações consideradas apresentaram média móvel de três anos abaixo do valor apresentado para esse percentil.

Observa-se uma redução dos valores médios ao longo do tempo. É observada também diminuição da amplitude de variação entre os valores do percentil 10 e do percentil 90, quando comparados os últimos anos com os anos iniciais da década de 2000, indicando uma maior homogeneidade dos valores monitorados de  $MP_{10}$  nas diversas estações.

**Gráfico 8** –  $MP_{10}$  – Evolução das médias móveis do 4º maior valor diário (média de 24h) – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

Nota:

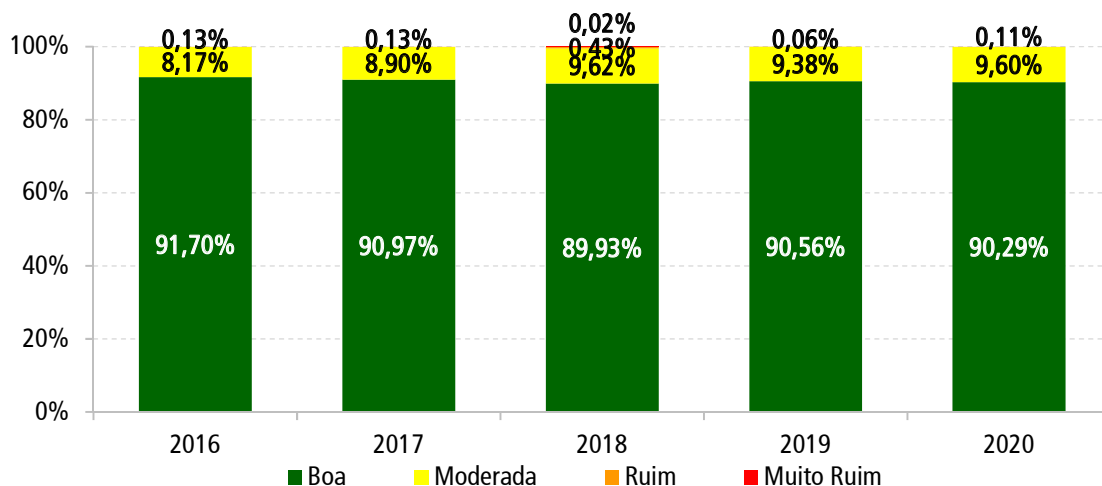
Base RMSP: Todas as estações fixas com monitoramento anual representativo, exceto: Cambuci, Centro, Guarulhos, Itaquera, Lapa, Mogi das Cruzes-EM, Pinheiros e São Miguel Paulista.

No **Gráfico 9** é apresentada a distribuição percentual da qualidade do ar nos últimos cinco anos, para o conjunto das estações da RMSP com monitoramento anual representativo. Verifica-se, nesse gráfico, que a distribuição de 2020 foi muito semelhante à de 2019. Os dias com qualidade RUIIM foram registrados nas estações Grajaú-Parelheiros, Marg. Tietê-Pte. dos Remédios e Osasco, próximas a via de tráfego, e Itaim Paulista e São Caetano do Sul.

Em que pese a redução das atividades e circulação de veículos durante a pandemia, em 2020, houve períodos de estiagem nos meses de abril, maio, junho, julho e principalmente no mês de setembro, o que prejudicou a

dispersão dos poluentes e que propiciou condições para a ressuspensão da poeira do solo, bem como a ocorrência de focos de queimadas. Essa situação contribuiu para os níveis observados desse poluente em 2020.

**Gráfico 9** – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

Nota:

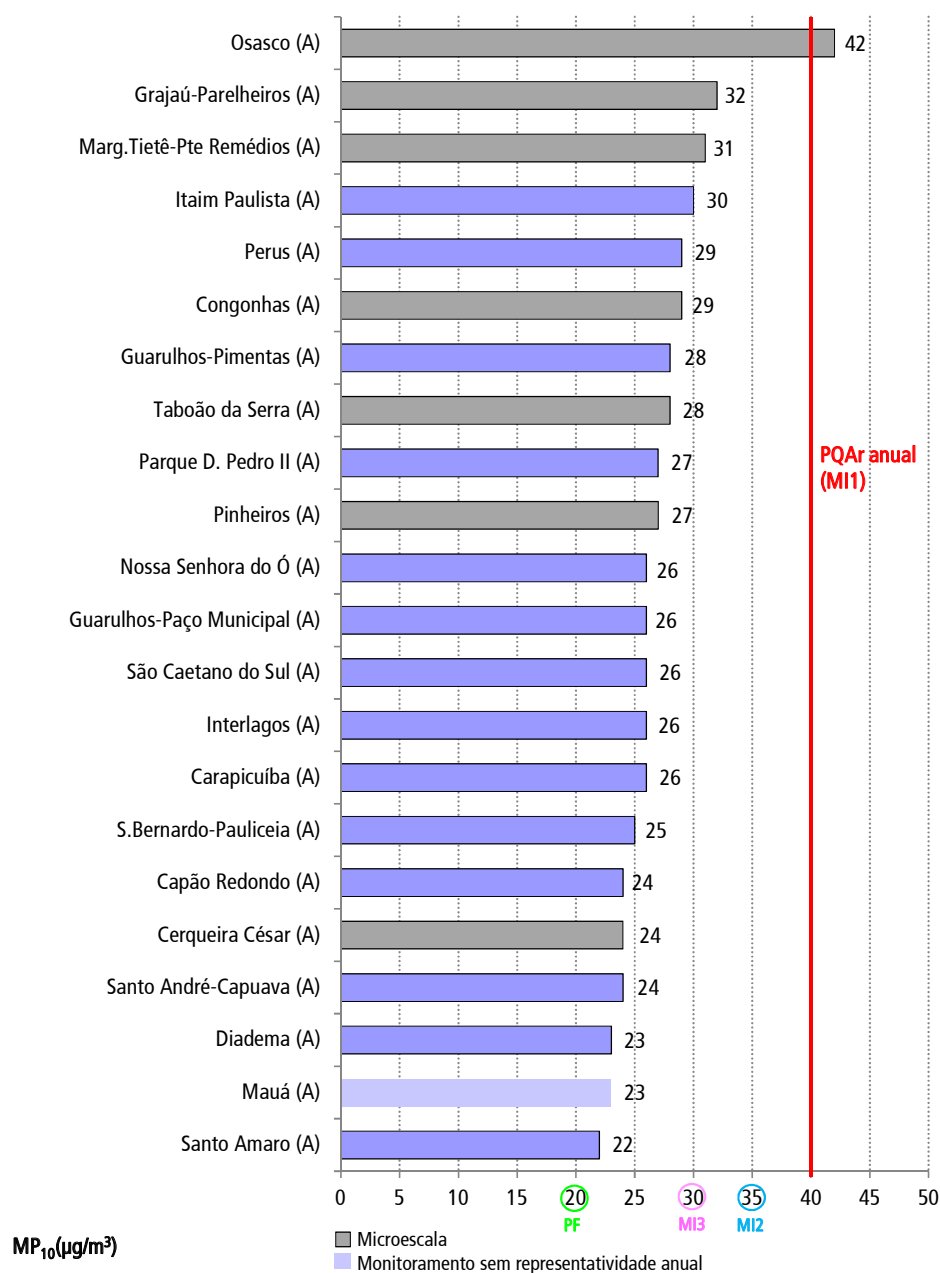
Base RMSP: Todas as estações fixas com monitoramento anual representativo.

No **Gráfico 10** são apresentadas as concentrações médias anuais de 2020 para as estações da RMSP, sendo destacadas na cor cinza as estações localizadas próximas a vias de tráfego, cujas escalas de representatividade espacial são de microescala (ver [seção 3.3.2](#) e [Apêndice 5](#)), ou seja, relativas as áreas com dimensões de poucos metros até 100 metros. Essas estações são importantes para a avaliação dos níveis de poluentes em locais que sofrem maior influência das emissões veiculares e, embora tenham abrangência espacial reduzida, representam áreas próximas a vias de tráfego com características semelhantes na RMSP.

Dentre as estações em que foram observadas as maiores concentrações anuais, várias são de microescala, indicando significativa influência das emissões veiculares.

Em 2020 houve uma única ultrapassagem do padrão de longo prazo ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na estação Osasco, na RMSP, que é classificada como de microescala por estar localizada próxima a via de tráfego intenso de veículos leves e pesados (ônibus e caminhões).

**Gráfico 10** –  $MP_{10}$  – Concentrações médias anuais RMSP – 2020



Fonte: CETESB (2020)

Nota:

MI1 = PQAr; MI2 e MI3 = Metas Intermediárias; PF = Padrão Final, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013

Comparando-se, a título ilustrativo, as médias anuais (**Gráfico 10**) das estações que atenderam ao critério de representatividade anual, com os valores de referência estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), observa-se que, em 2020, nenhuma estação atendeu ao Padrão Final (PF), que é a última etapa a ser atingida das metas progressivas, conforme o Decreto. Nota-se que, das 21 estações com representatividade anual, as médias anuais atenderam à Meta Intermediária 3 (MI3) em 18 locais e, em

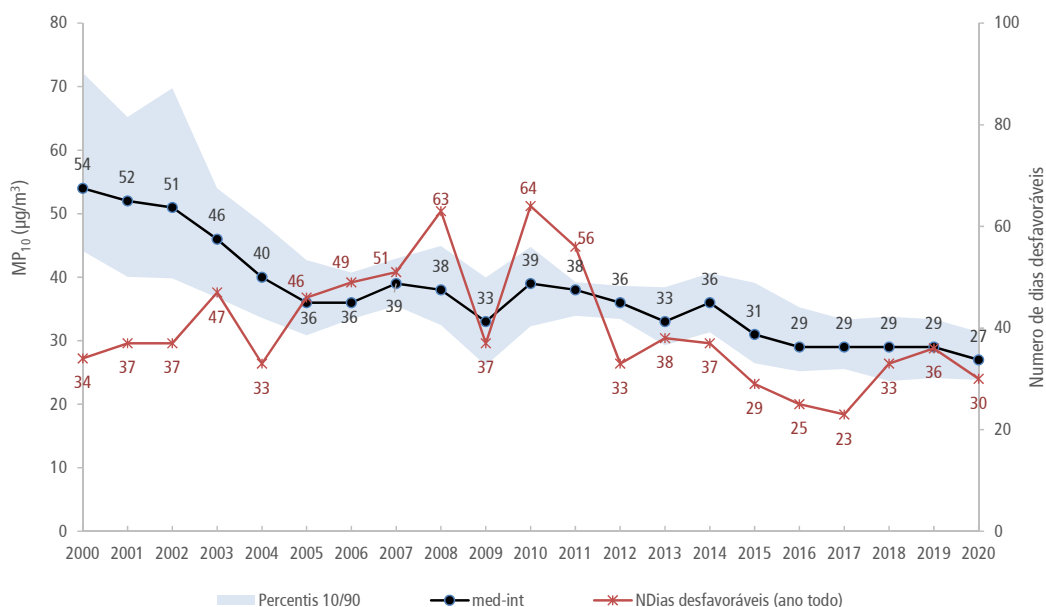
dois, atenderam à Meta Intermediária 2 (MI2). Apenas a estação Osasco, com o maior valor observado na RMSP, superou a Meta Intermediária 1 (MI1), que é o padrão de qualidade do ar vigente.

O **Gráfico 11** apresenta a evolução das concentrações médias anuais de  $MP_{10}$  na RMSP, no período de 2000 a 2020, e o número de dias meteorologicamente desfavoráveis à dispersão dos poluentes, em cada ano. Na RMSP, onde grande parte das emissões de material particulado tem origem veicular, quando se comparam as concentrações atuais com as observadas no início da década de 2000, verifica-se que houve melhora nos níveis de concentração desse poluente, em razão das ações e programas de controle de emissões ao longo dos anos. Tal fato pode ser verificado comparando-se, por exemplo, as concentrações médias em 2004 ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e em 2018 ( $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), anos em que o número de dias meteorologicamente desfavoráveis foi o mesmo.

Nos últimos anos, observa-se que as concentrações médias tendem à estabilidade, apesar de a variação das condições meteorológicas, indicando que, mesmo com as emissões dos veículos novos cada vez mais baixas, estas são suficientes apenas para compensar o aumento da frota e o comprometimento das condições de tráfego. Em 2020, observa-se uma pequena redução das concentrações médias, em relação a 2019, que pode estar associada à redução de circulação de veículos em razão das medidas de restrições efetivadas, principalmente, nos primeiros meses da quarentena, na RMSP. Embora as condições meteorológicas tenham sido mais favoráveis do que no ano anterior, houve períodos de estiagem nos meses de inverno que influenciaram nos níveis de material particulado nesse período. Caso não houvesse as restrições à circulação de veículos, possivelmente os níveis observados teriam sido mantidos no patamar dos anos anteriores.

Observa-se também uma diminuição da amplitude de variação entre os valores do percentil 10 e do percentil 90 (área hachurada em azul), quando se comparam os últimos anos com os anos do início da década de 2000, indicando uma maior homogeneidade das médias anuais registradas nas estações.

**Gráfico 11** –  $MP_{10}$  – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP



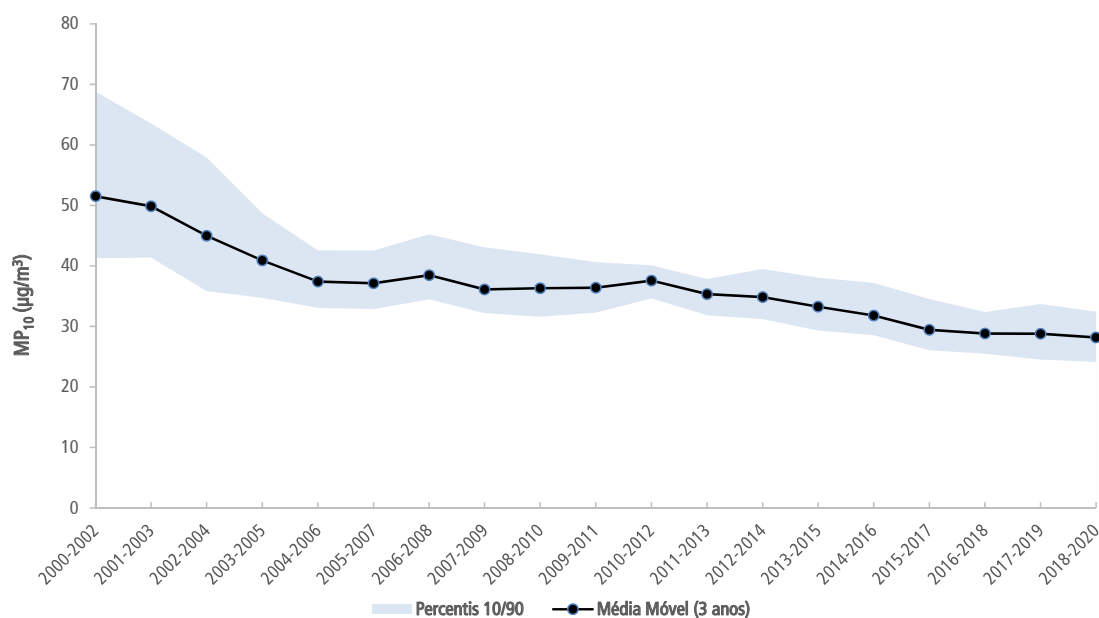
Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Todas as estações fixas com monitoramento anual representativo, exceto: Cambucí, Centro, Guarulhos, Itaquera, Lapa, Mogi das Cruzes-EM, Pinheiros e São Miguel Paulista.

De forma a se atenuar as variações meteorológicas de ano para ano, o **Gráfico 12** apresenta a evolução da média das médias móveis das concentrações médias anuais, obtidas em cada estação, considerando o intervalo de três anos.

**Gráfico 12** –  $MP_{10}$  – Evolução das médias móveis – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

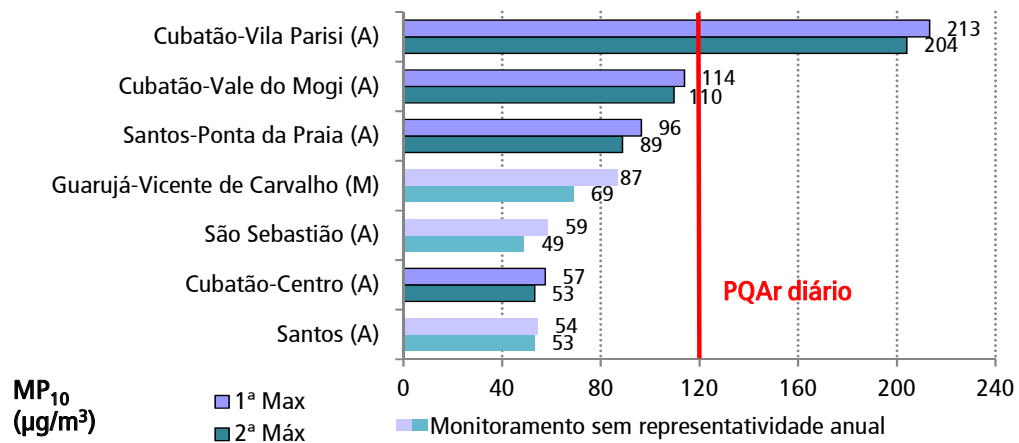
Nota:

Base RMSP: Todas as estações com monitoramento representativo no ano, exceto: Centro, Cambuci, Guarulhos, Itaquera, Lapa, Mogi das Cruzes-EM, Pinheiros e São Miguel Paulista.

Nas estações localizadas na Baixada Santista (**Gráfico 13**), as maiores concentrações foram observadas na área industrial de Cubatão. O PQAr diário ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado 44 vezes em Cubatão-Vila Parisi, sendo que o Nível de Atenção ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não foi atingido em nenhuma ocasião. Na estação Santos-Ponta da Praia não houve ultrapassagem do padrão diário. As concentrações de partículas inaláveis observadas na estação Santos-Ponta da Praia estão associadas às atividades portuárias, com movimentação de caminhões, transporte e manipulação de grãos e cereais, entre outros. Nessa estação, as maiores concentrações de  $MP_{10}$  são observadas, de maneira geral, em dias com ocorrência de períodos de calmaria, principalmente durante a noite e madrugada, precedidos de ventos provenientes do quadrante Norte-Este.

Na estação manual Guarujá-Vicente de Carvalho, que sofre influência das atividades realizadas na margem esquerda do Porto de Santos, não foi observada ultrapassagem do padrão diário de  $MP_{10}$ . Apesar de não ter tido representatividade anual em 2020, não houve interrupção das amostragens durante os meses de inverno, quando geralmente as maiores concentrações são observadas.

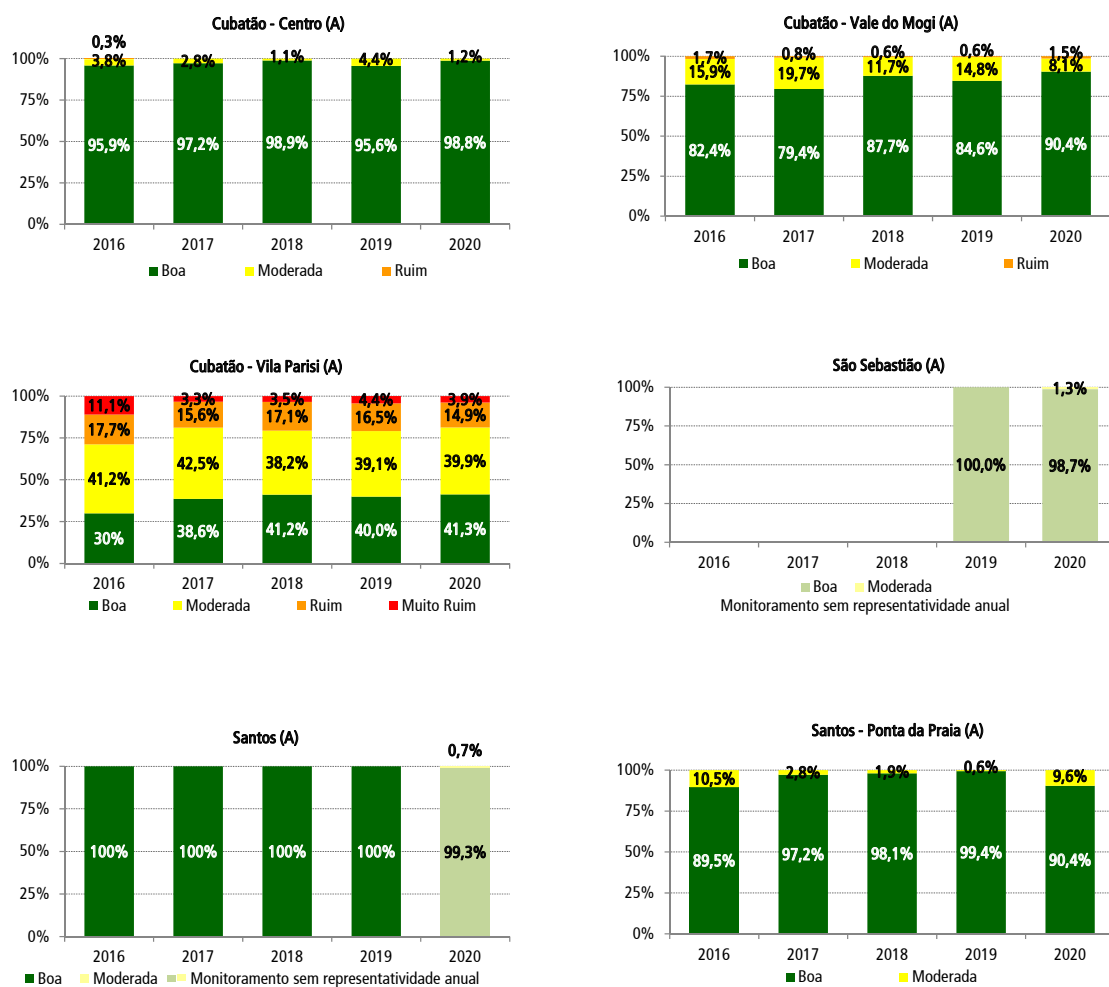
No Litoral Norte, na estação automática São Sebastião, localizada na área portuária do Porto de São Sebastião, não houve ultrapassagem do padrão diário, no período em que houve monitoramento.

**Gráfico 13** –  $MP_{10}$  – Concentrações máximas diárias – Baixada Santista e Litoral Norte – 2020

Fonte: CETESB (2021)

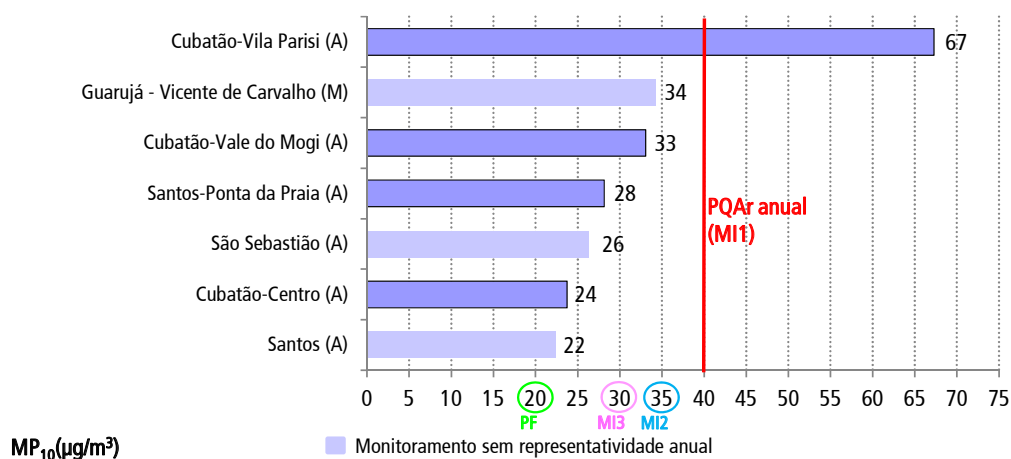
O **Gráfico 14** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar nas estações automáticas da Baixada Santista e do Litoral Norte, nos últimos cinco anos.

**Gráfico 14** – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Baixada Santista e Litoral Norte - Rede Automática



Fonte: CETESB (2021)

Em 2020, na Baixada Santista e Litoral Norte, o padrão de qualidade do ar de longo prazo foi superado apenas em Cubatão-Vila Parisi (**Gráfico 15**), localizada na área industrial de Cubatão, e não houve ultrapassagem do padrão anual nas demais estações.

**Gráfico 15** – MP<sub>10</sub> – Concentrações médias anuais – Baixada Santista e Litoral Norte – 2020

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

MI1 = PQAr; MI2 e MI3 = Metas Intermediárias; PF = Padrão Final, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013

Considerando as estações da Baixada Santista que tiveram representatividade anual dos dados em 2020, observa-se que a estação Santos-Ponta da Praia, na cidade de Santos, atendeu ao valor da Meta Intermediária 3 (MI3). Em Cubatão, com três estações medidoras, apenas a estação localizada no centro urbano, atendeu ao valor da Meta Intermediária 3 (MI3). A estação do Vale do Mogi, com influência marcante da área industrial, atendeu à Meta Intermediária 2 (MI2), enquanto a estação de Vila Parisi, não atendeu nem à Meta intermediária 1 (MI1), que é o padrão de qualidade do ar vigente.

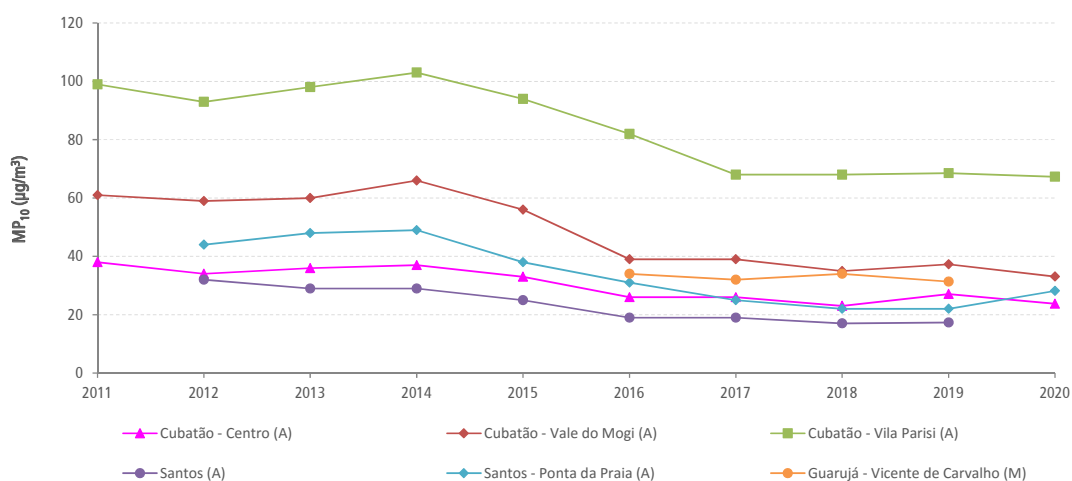
No **Gráfico 16**, observa-se que as concentrações médias de partículas inaláveis têm se mantido elevadas ao longo dos anos na região da Vila Parisi, em razão principalmente das emissões do polo industrial, com os valores médios superiores aos da região do Vale do Mogi.

Nos últimos quatro anos, as concentrações médias das estações Cubatão-Vila Parisi e Cubatão-Vale do Mogi mantiveram-se praticamente estáveis. A queda ocorrida nos anos anteriores, bem como a manutenção nos últimos anos, pode estar relacionada às condições meteorológicas mais favoráveis observadas na região, bem como a manutenção da paralisação parcial de alguns processos industriais de empresas locais, nesses anos. Em 2020, devido à pandemia, houve também redução de atividades de produção industrial, especialmente nas unidades de fertilizantes. Em Santos, na estação localizada na Ponta da Praia a concentração média teve aumento em 2020 em relação a 2019, inflexionando a curva descendente que vinha sendo observada nos anos anteriores. Esse aumento das concentrações pode estar associado à atividade portuária, principalmente, da intensa movimentação de grãos ocorrida em 2020, pois, baseado nos relatórios de movimentação portuária, houve recordes mensais de exportação de grãos (CODESP, 2020). A redução das concentrações na estação Santos-Ponta da Praia, observada nos anos anteriores, esteve associada à melhoria dos procedimentos de operação na manipulação de grãos e cereais no Porto de Santos, bem como às condições meteorológicas mais favoráveis à dispersão dos poluentes observadas nesses anos.

Em 2020, o total de chuvas em Santos foi um pouco superior à média climatológica anual, porém inferior ao observado em 2019. Os meses de janeiro, abril, maio, julho, setembro e outubro tiveram precipitações

abaixo das respectivas médias climatológicas mensais; e fevereiro teve o dobro de chuva esperada para o mês (CEDEC, 2020), situação semelhante ao observado na RMSP. Em Cubatão, o total de chuvas em 2020 foi superior aos últimos cinco anos e os meses com menores índices pluviométricos mensais foram abril, maio, julho, agosto e setembro, porém, apesar de pouco volume, houve vários dias com chuvas leves distribuídas nesses meses (DAEE, 2020a). Apesar de o total anual de chuva ter sido superior ao do ano anterior, tanto em Santos quanto em Cubatão, a distribuição das chuvas não foi semelhante entre esses dois locais, pois Santos teve menos chuva e em poucos dias, diferentemente de Cubatão que teve vários dias com chuvas leves, que provavelmente pode estar associada ao efeito de brisa marítima atuando mais intensamente na área mais próxima às encostas da Serra do Mar, como é o caso de Cubatão. Essa situação influenciou também na temperatura do ar da região, que não teve os extremos observados na RMSP e no interior do estado.

**Gráfico 16** –  $MP_{10}$  – Evolução das concentrações médias anuais – Baixada Santista



Fonte: CETESB (2021)

Em relação às estações de monitoramento localizadas nos diversos municípios do interior do estado (**Gráfico 17**), em 2020, foram observadas dez ultrapassagens do padrão diário de partículas inaláveis ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na estação manual Santa Gertrudes-Jd. Luciana. Nas estações automáticas, houve ultrapassagens do padrão diário nas seguintes estações: em Ribeirão Preto (7), Santa Gertrudes (16), Marília (2), Tatuí (1), Catanduva (2), Limeira (1), Rio Claro-Jd. Guanabara (3), Paulínia-Sta. Terezinha (1) e Araçatuba (1). Nas demais estações do interior não houve ultrapassagem do padrão diário.

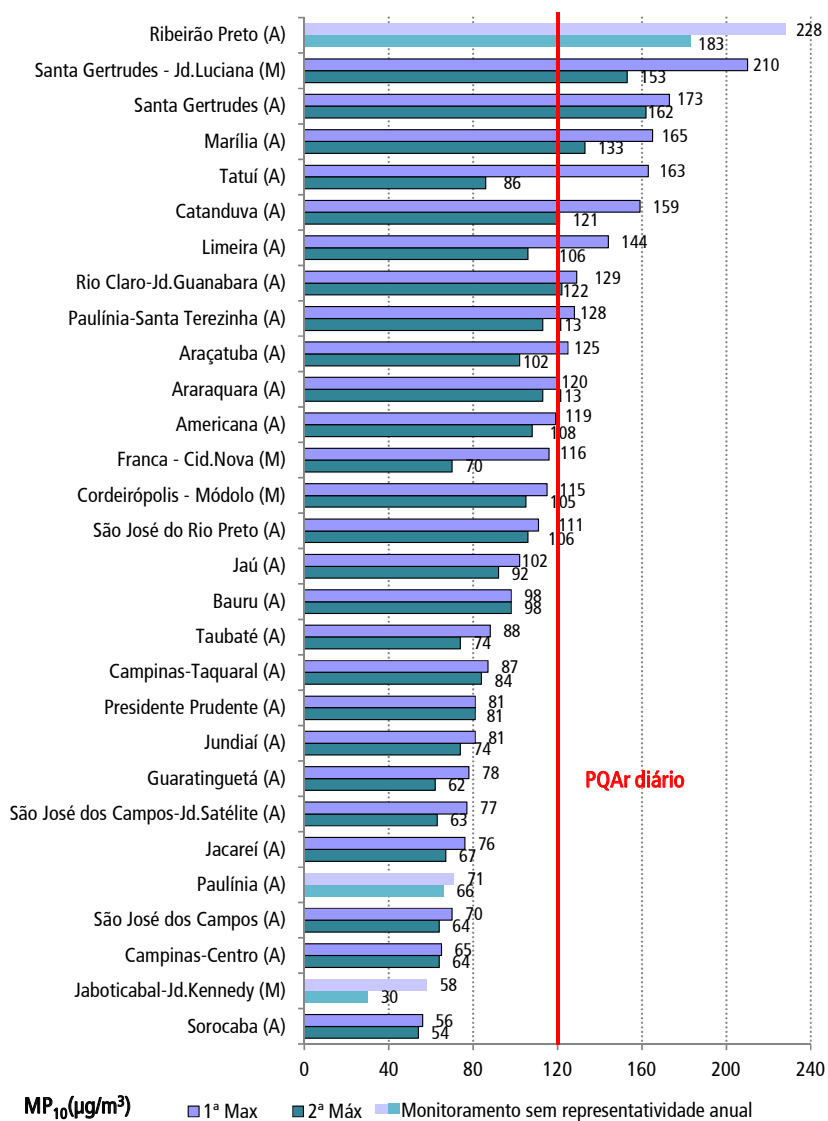
A maioria dessas ultrapassagens ocorreu durante o mês de setembro e início do mês de outubro, em razão do tempo quente e seco, quando ocorreram focos generalizados de queimadas locais que influenciaram nas altas concentrações medidas nas estações do interior do estado.

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

Em Ribeirão Preto, além da influência dos focos de queimadas locais, houve também eventos de ressuspensão de poeira do solo, que influenciaram nas altas concentrações medidas na estação. Destaca-se o evento de ventos fortes ocorrido no dia 8/10, que além de Ribeirão Preto, foi também observado nos municípios de Pradópolis e Sertãozinho.

Em Marília, entre os dias 6 e 7/10, houve ocorrências de incêndios generalizados por todo o município que, somado ao tempo seco, provocou ultrapassagem do padrão diário na estação local.

**Gráfico 17** –  $MP_{10}$  – Concentrações máximas diárias – Interior – 2020



Fonte: CETESB (2021)

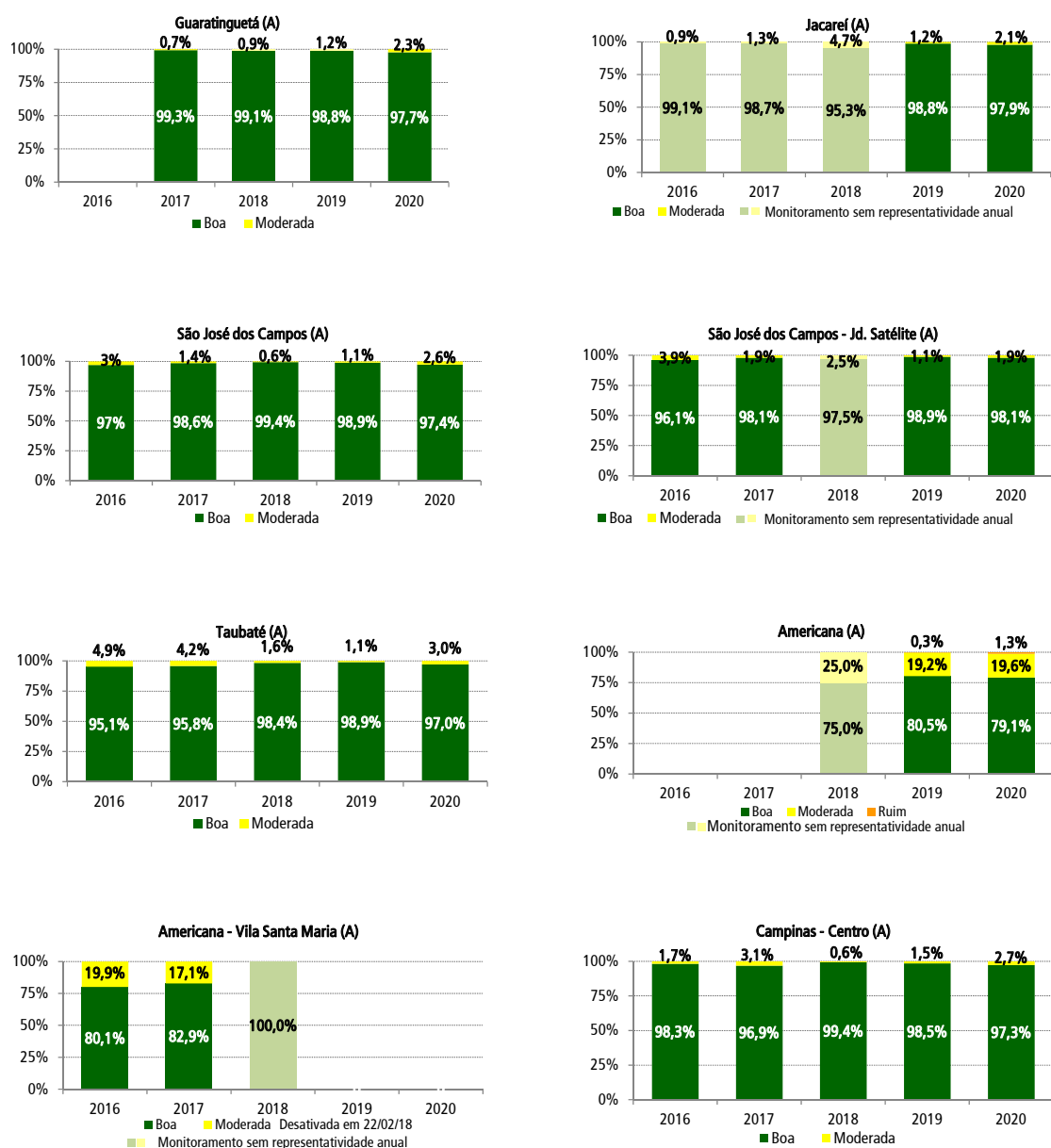
Nota:

Piracicaba sem dados em 2020

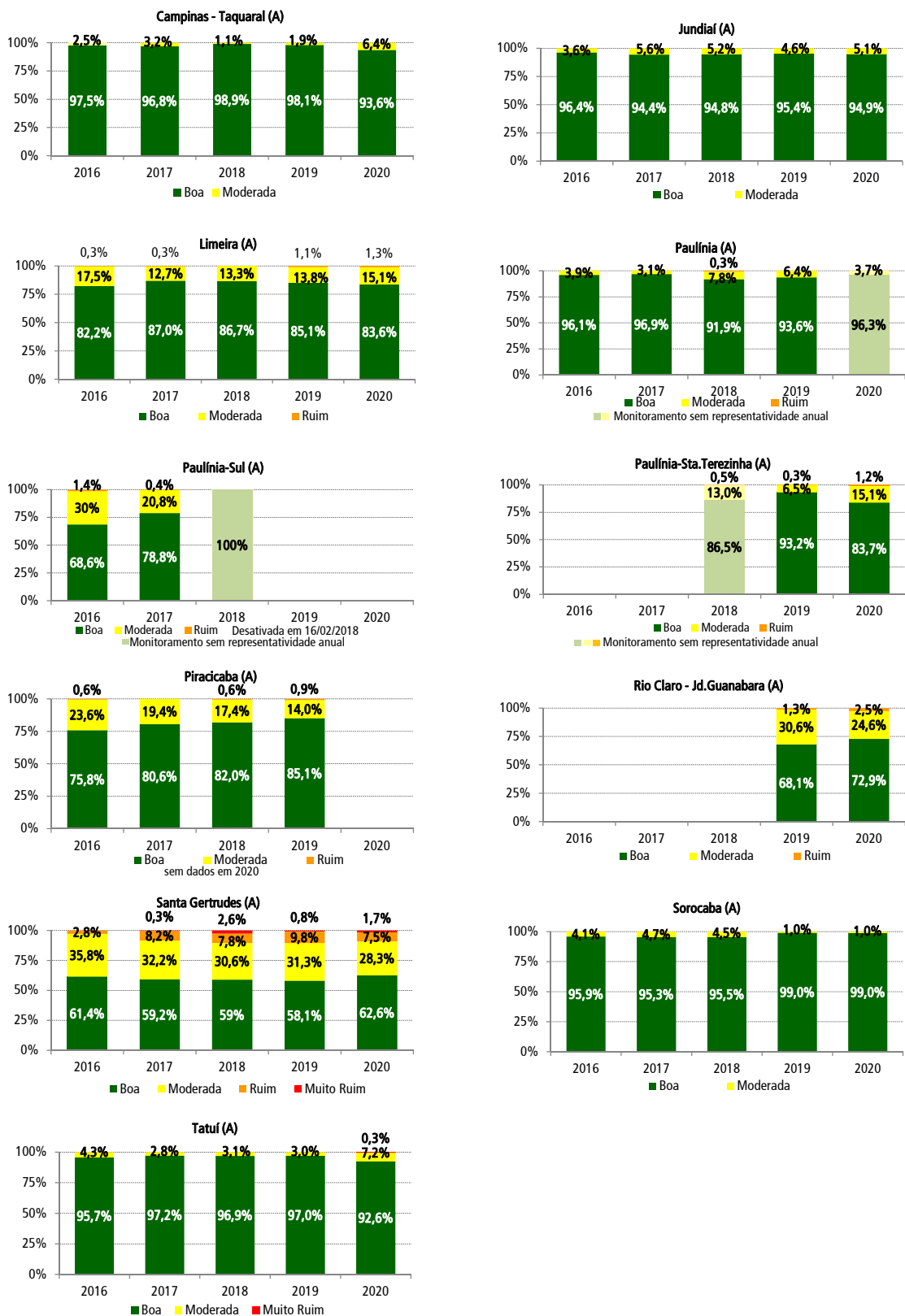
A seguir, nos **Gráficos 18 e 19**, são apresentadas as distribuições percentuais da qualidade do ar nas estações automáticas do interior do estado, nos últimos cinco anos. Comparando-se com 2019, observa-se uma redução da porcentagem de qualidade BOA em 2020 e aumento da qualidade MODERADA na maioria das estações do interior. Em alguns dias, foram observadas qualidade RUIM nas estações Americana, Limeira, Paulínia-Sta. Terezinha, Rio Claro-Jd. Guanabara, Araraquara, Jaú, São José do Rio Preto e Araçatuba; qualidade MUITO RUIM na estação Tatuí; e qualidades RUIM e MUITO RUIM nas estações Santa Gertrudes,

Ribeirão Preto, Catanduva e Marília. Essas ocorrências de qualidade RUIM e MUITO RUIM foram associadas, principalmente, a um período de dias quentes e secos, durante o mês de setembro e início de outubro, além de eventos locais, tais como: focos de queimadas, no município de Marília; ressuspensão de poeira, na região de Ribeirão Preto; e atividades ligadas ao polo ceramista, em Santa Gertrudes.

**Gráfico 18** – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior  
UGRHs 2, 5 e 10 – Rede Automática (Continua)

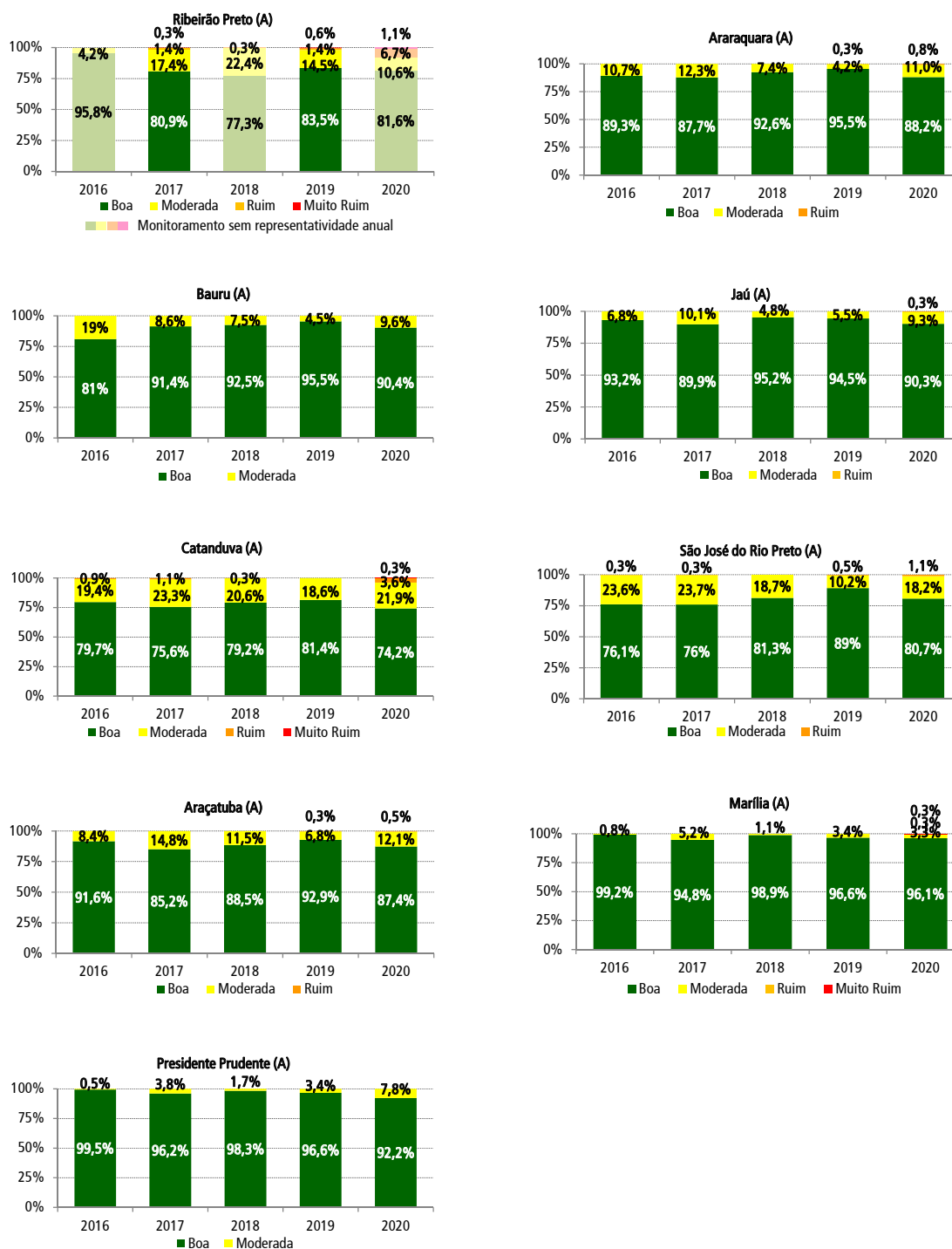


**Gráfico 18 – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior**  
 UGRHs 2, 5 e 10 – Rede Automática (Conclusão)



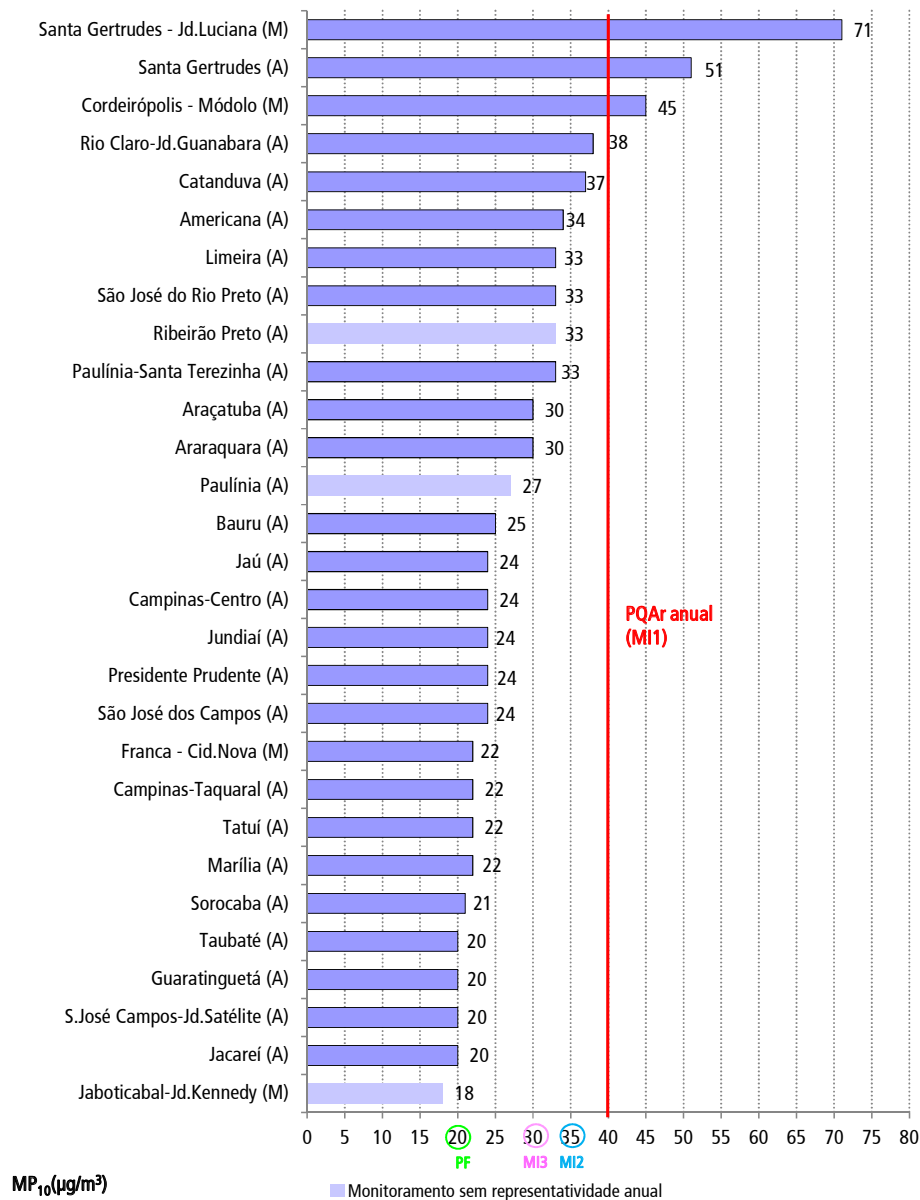
Fonte: CETESB (2021)

**Gráfico 19 – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior**  
UGRHs 4, 13, 15, 19, 21, 22 – Rede Automática



Fonte: CETESB (2021)

O padrão de longo prazo de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (**Gráfico 20**) foi ultrapassado nas estações manuais, Cordeirópolis-Módolo e Santa Gertrudes-Jd. Luciana, e na estação automática Santa Gertrudes. A concentração média anual registrada na estação manual Santa Gertrudes-Jd. Luciana foi bem maior do que a observada nos outros locais.

**Gráfico 20** – MP<sub>10</sub> – Concentrações médias anuais – Interior – 2020

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

MI1 = PQA; MI2 e MI3 = Metas Intermediárias; PF = Padrão Final, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013

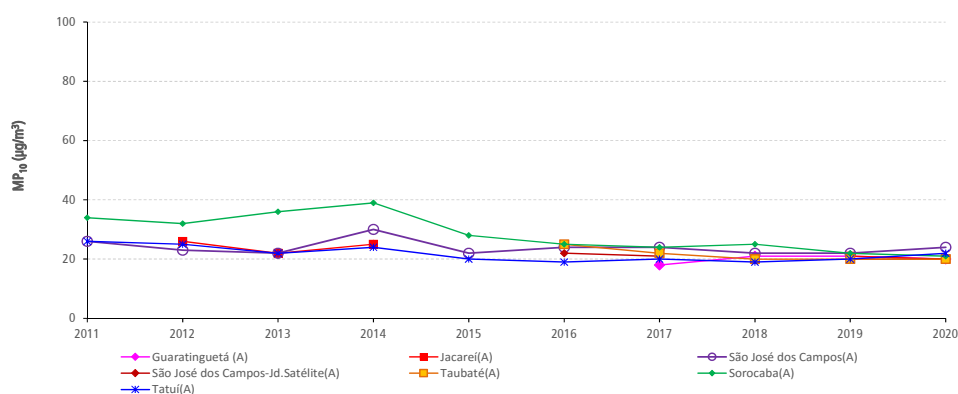
Piracicaba sem dados em 2020

Ainda em relação ao **Gráfico 20**, comparando-se, a título ilustrativo, as médias anuais com os valores de referência estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013, observa-se que em 2020 as médias anuais das estações Taubaté, Guaratinguetá, São José dos Campos-Jd. Satélite e Jacareí não ultrapassaram o Padrão Final, que é a última etapa das metas progressivas a ser atingida. Das 26 estações que atenderam ao critério de representatividade anual no interior do estado, a Meta Intermediária 3 (MI3) foi atendida em 18 estações, enquanto a Meta Intermediária 2 (MI2) foi atendida em outros quatro locais. Observa-se que, entre as cinco

estações restantes, Rio Claro-Jd. Guanabara e Catanduva atenderam à Meta Intermediária 1 (MI1) e as demais, Santa Gertrudes-Jd. Luciana, Santa Gertrudes e Cordeirópolis-Módolo, que sofrem influência mais direta de atividades produtivas, não atenderam a essa meta, que é o padrão de qualidade do ar vigente.

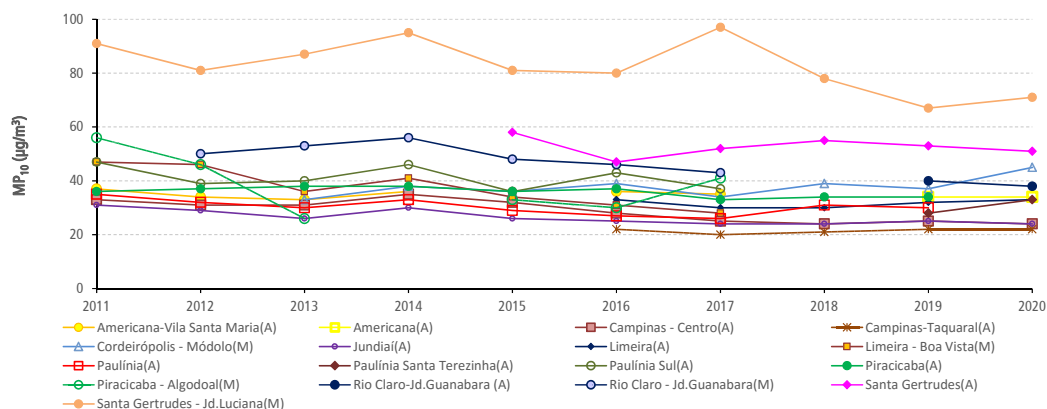
Os **Gráficos 21, 22 e 23** mostram a evolução das concentrações médias anuais de  $MP_{10}$  das estações do interior do estado nos últimos dez anos, considerando o critério de representatividade anual dos dados. Observa-se que, quando comparadas as médias anuais de 2020 com as de 2019, houve ligeiro aumento na maioria das estações do interior do estado. Esse aumento observado nas concentrações médias pode estar associado ao período de estiagem, com dias quentes e secos, ocorrido durante o mês de setembro e início de outubro, que conseqüentemente propiciou, além de dias com condições desfavoráveis à dispersão de poluentes, condições para a ocorrência generalizada de focos de queimadas e ressuspensão de poeira do solo, em diversas regiões do interior do estado.

**Gráfico 21** –  $MP_{10}$  – Evolução das concentrações médias anuais – Interior UGRHs 2 e 10



Fonte: CETESB (2021)

**Gráfico 22** –  $MP_{10}$  – Evolução das concentrações médias anuais – Interior UGRHI 5

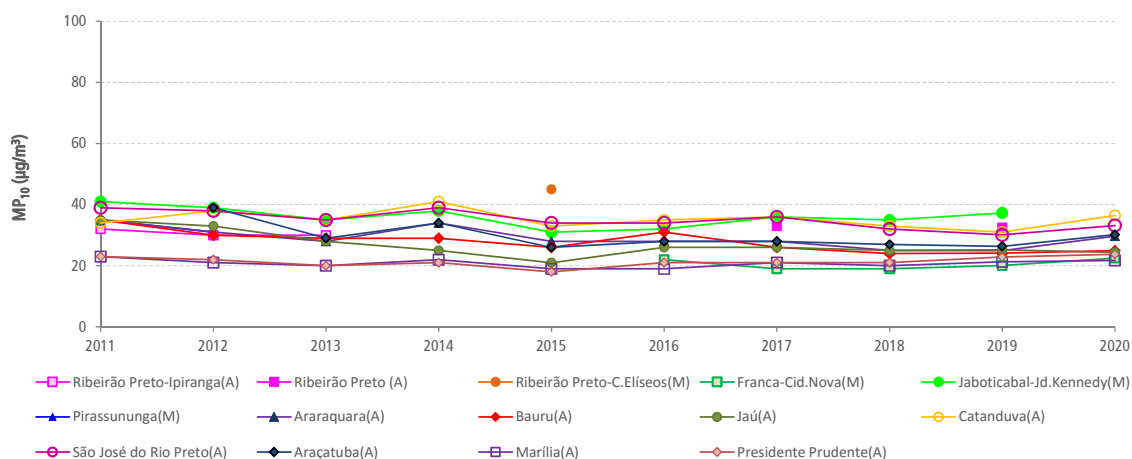


Fonte: CETESB (2021)

Em Cordeirópolis, possivelmente o aumento da concentração em 2020 pode ter ocorrido devido à mudança da rota dos caminhões, que passaram a transitar por vias não pavimentadas.

As médias anuais obtidas em 2020, na região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, foram influenciadas pela redução parcial das atividades devido à pandemia, que ocorreu principalmente nos meses de abril e maio de 2020.

**Gráfico 23** –  $MP_{10}$  – Evolução das concentrações médias anuais – Interior  
UGRHIs 4, 13, 15, 19, 21 e 22

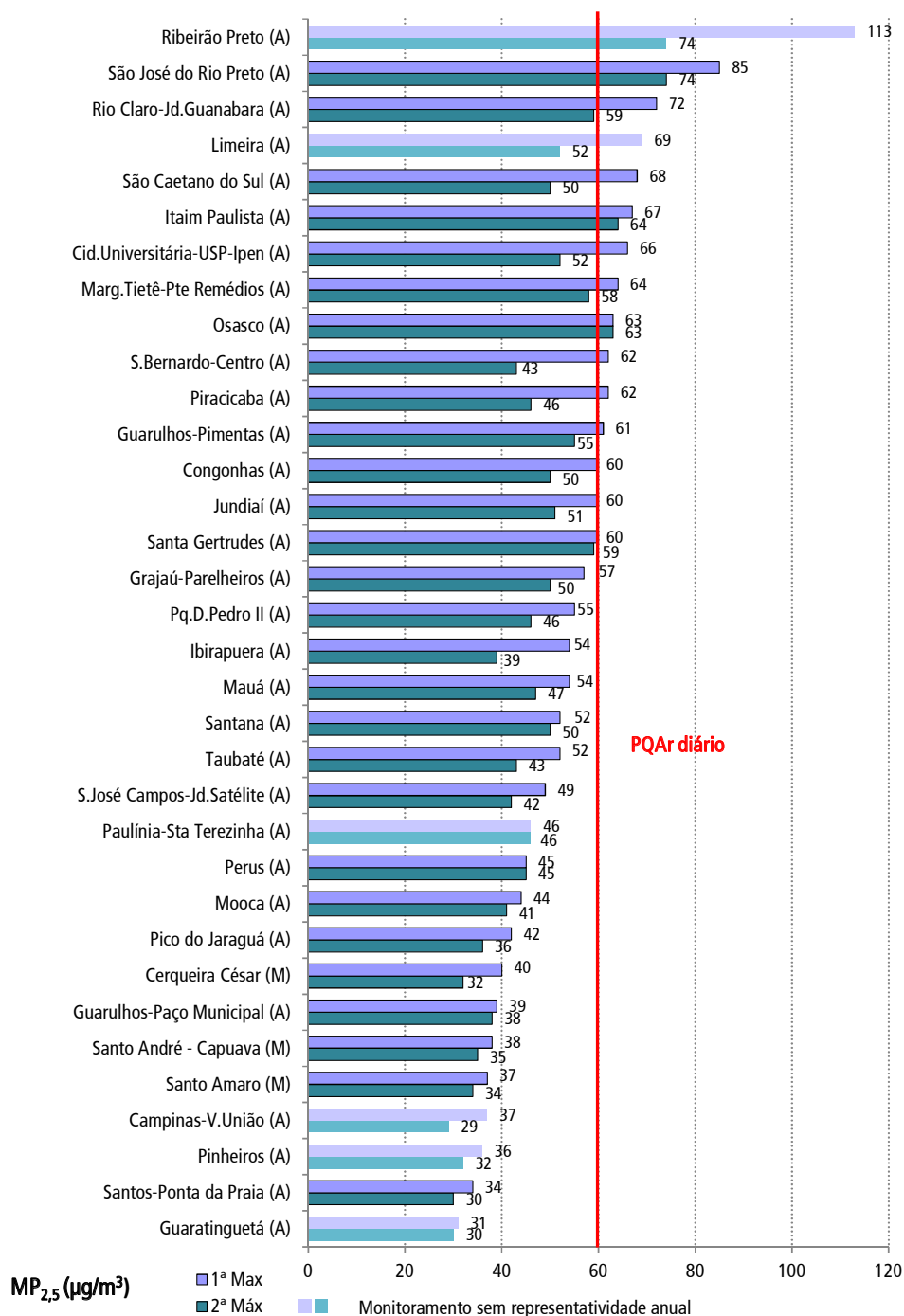


Fonte: CETESB (2021)

### 5.2.1.2 Partículas Inaláveis Finas – $MP_{2,5}$

O **Gráfico 24** apresenta as concentrações máximas diárias de partículas inaláveis finas registradas em 2020 nas estações manuais e automáticas do estado. Na RMSP, houve ultrapassagens do padrão diário de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nas seguintes estações: São Caetano do Sul (1); Itaim Paulista (2), Cid. Universitária-USP-Ipen (1), Marginal Tietê-Ponte dos Remédios (1), Osasco (2), São Bernardo-Centro (1) e Guarulhos-Pimentas (1); no interior houve ultrapassagens nas estações Ribeirão Preto (2), São José do Rio Preto (2), Rio Claro-Jd. Guanabara (1), Limeira (1) e Piracicaba (1). Nas demais estações da RMSP, bem como da Baixada Santista e do interior do estado, não houve ultrapassagem do padrão diário.

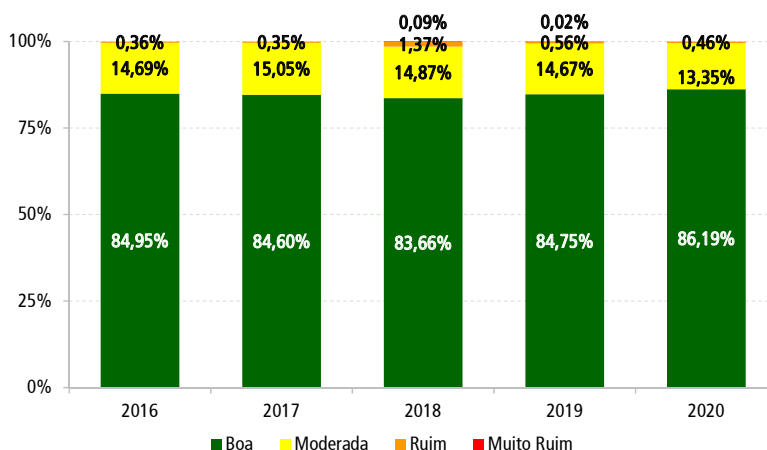
**Gráfico 24** –  $MP_{2,5}$  – Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020



Fonte: CETESB (2021)

O **Gráfico 25** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar nas estações automáticas da RMSP, nos últimos cinco anos. Pode-se observar que, em 2020, em comparação ao ano anterior, houve leve aumento da qualidade BOA e redução das qualidades MODERADA, RUIM e MUITO RUIM.

**Gráfico 25** – MP<sub>2,5</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP



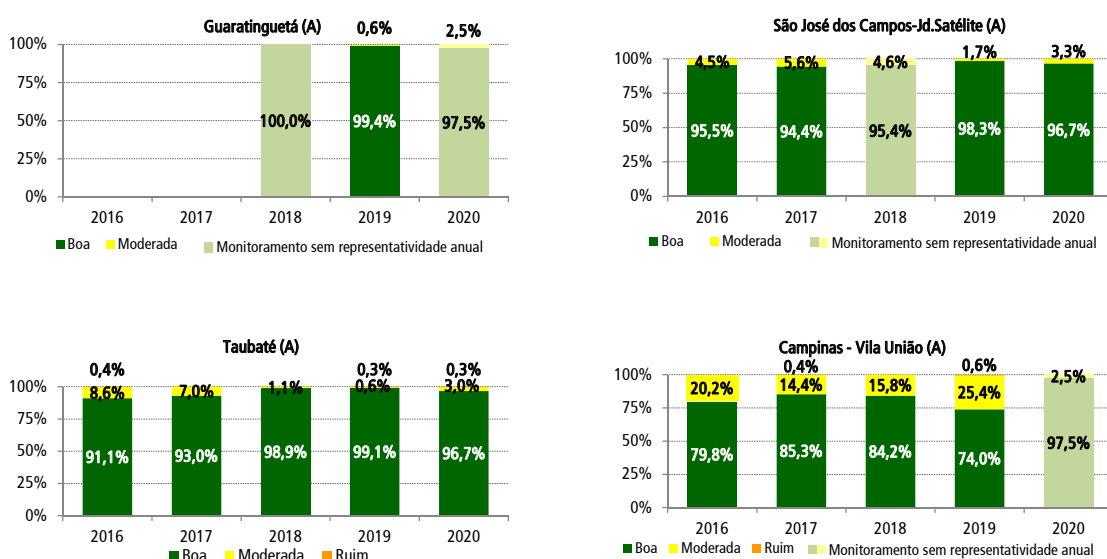
Fonte: CETESB (2021)

Nota:

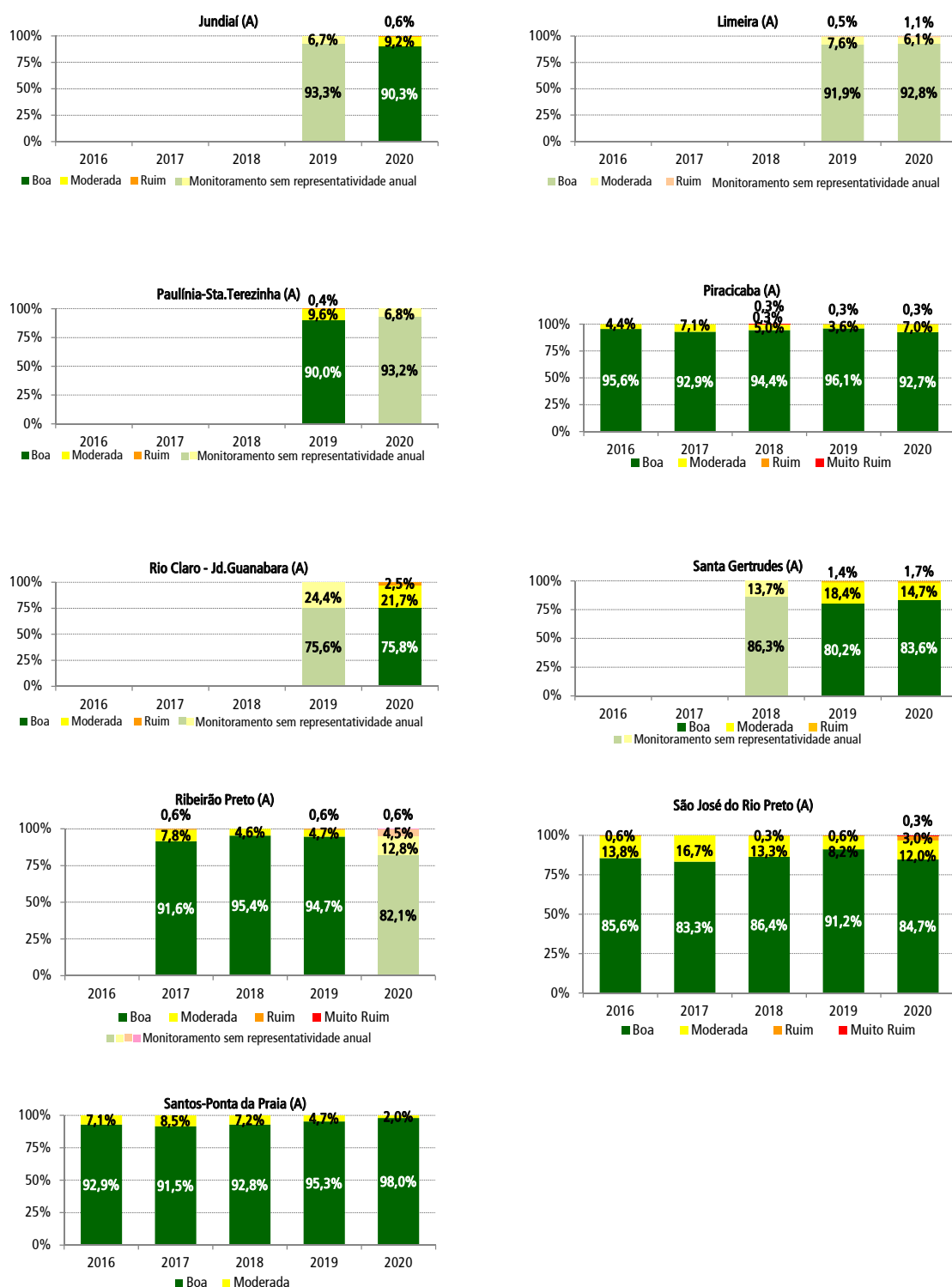
Base RMSP: Todas as estações automáticas fixas com monitoramento anual representativo

O **Gráfico 26** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar nas estações automáticas do interior e da Baixada Santista, nos últimos cinco anos. Comparando-se 2020 com 2019, observa-se que na maioria das estações houve redução do percentual da qualidade BOA e aumento do percentual de MODERADA, com exceção das estações Santa Gertrudes, no interior, e Santos-Ponta da Praia, no litoral, que tiveram aumento do percentual de qualidade BOA. Em 2020, foi registrada ainda, em alguns dias, a qualidade RUIM nas estações Taubaté, Jundiaí, Limeira, Piracicaba, Rio Claro-Jd. Guanabara e Santa Gertrudes; e qualidades RUIM e MUITO RUIM em Ribeirão Preto e São José do Rio Preto. Da mesma forma que o ocorrido com o MP<sub>10</sub>, a maioria desses eventos de qualidade RUIM e MUITO RUIM estão associadas, principalmente, ao período de dias quentes e secos ocorrido durante o mês de setembro e início de outubro, quando ocorreram focos de queimadas generalizadas no interior do estado.

**Gráfico 26** – MP<sub>2,5</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior e Baixada Santista Rede Automática (Continua)



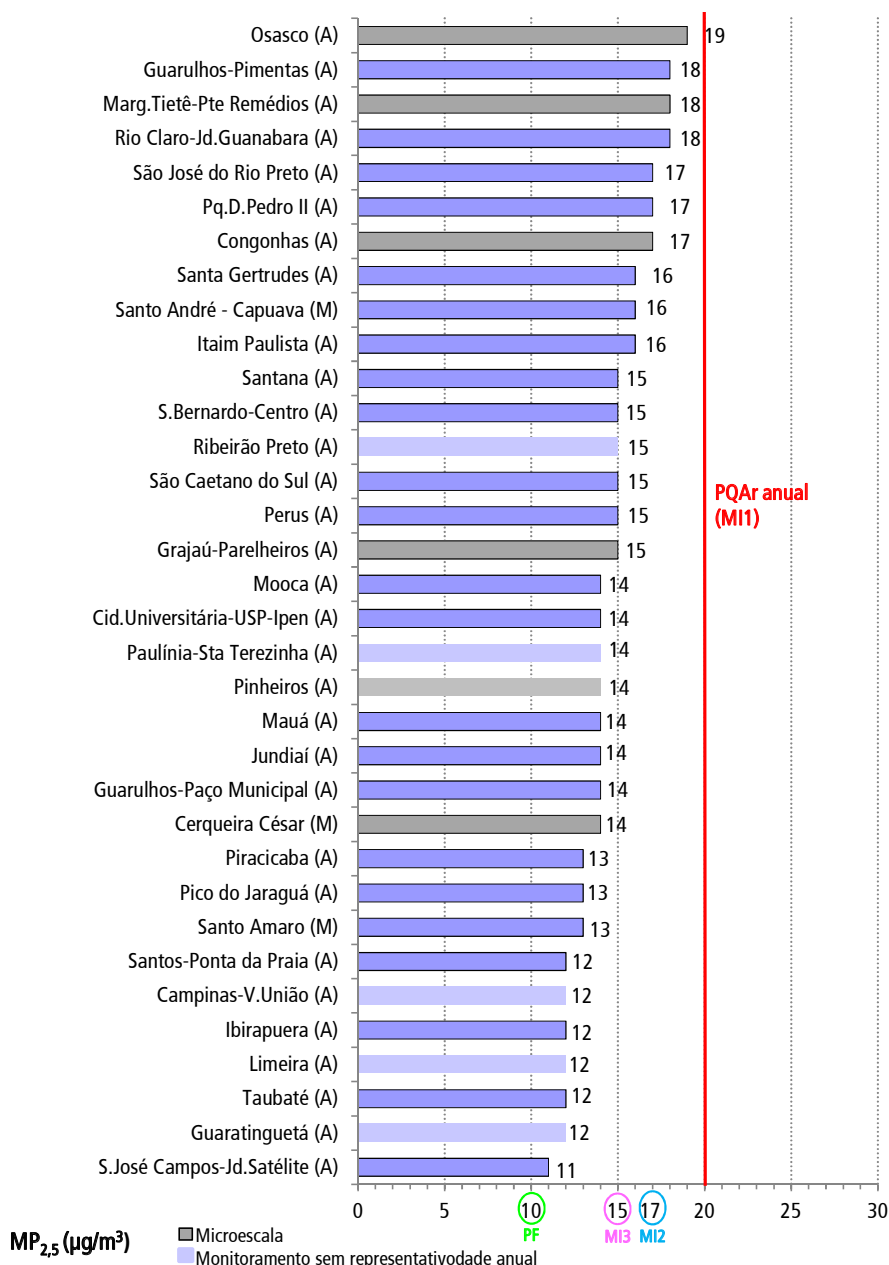
**Gráfico 26 – MP<sub>2,5</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior e Baixada Santista Rede Automática (Conclusão)**



Fonte: CETESB (2021)

No **Gráfico 27**, são apresentadas as concentrações médias anuais de  $MP_{2,5}$  observadas em 2020. Não houve ultrapassagem do padrão anual de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , em nenhuma das estações da RMSP, do interior e da Baixada Santista. Nas estações com representatividade anual dos dados, observa-se que o Padrão Final, que é a última etapa estabelecida pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013, não foi atendido por nenhuma estação. A Meta Intermediária 3 (MI3) foi atendida em 19 locais, enquanto outras seis estações atenderam à Meta Intermediária 2 (MI2). As quatro estações restantes não chegaram a exceder a Meta Intermediária 1 (MI1).

**Gráfico 27** –  $MP_{2,5}$  – Concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020



Fonte: CETESB (2021)

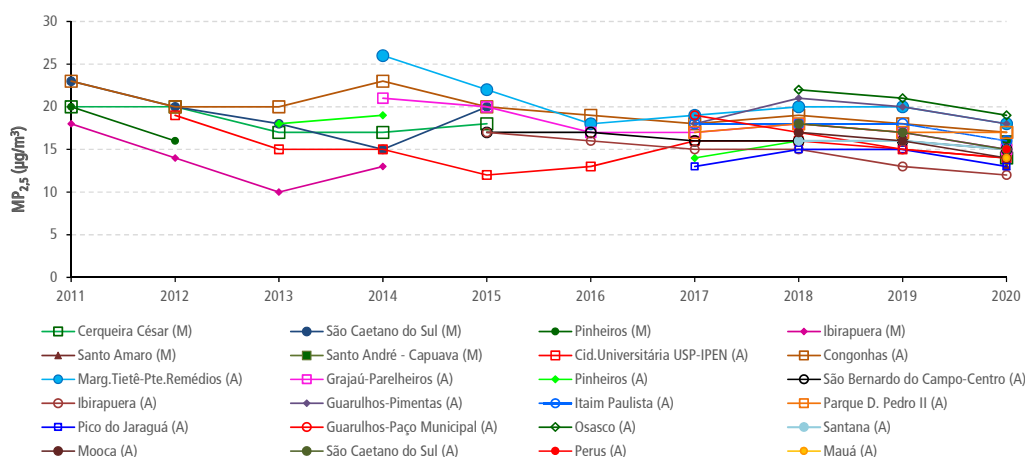
Nota:

MI1 = PQA; MI2 e MI3 = Metas Intermediárias; PF = Padrão Final, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013

Os **Gráficos 28 e 29** apresentam a evolução das médias anuais das partículas inaláveis finas, considerando o critério de representatividade anual dos dados para as estações da RMSP, Baixada Santista e interior.

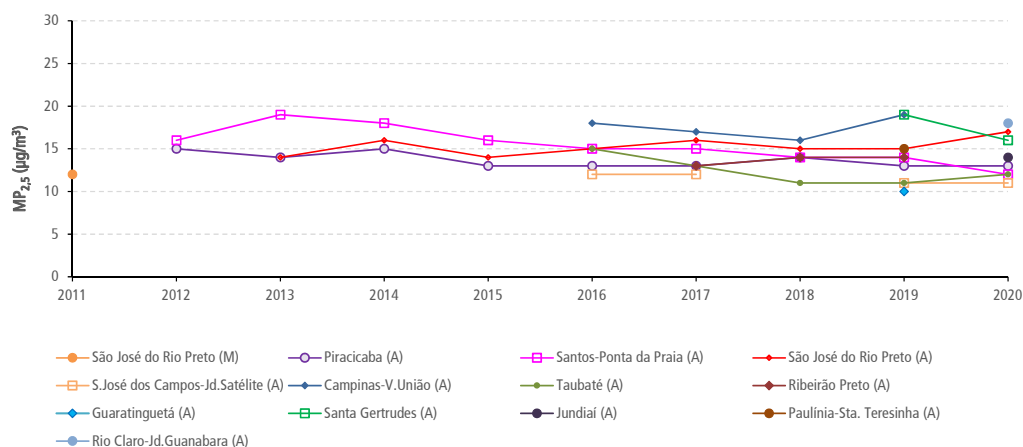
De maneira geral, em 2020 as concentrações médias reduziram nas estações da RMSP, com exceção da estação Parque D. Pedro II que se manteve, em relação a 2019. No interior e litoral, as concentrações médias aumentaram nas estações São José do Rio Preto e Taubaté; reduziram em Santa Gertrudes e Santos-Ponta da Praia, e se manteve em São José dos Campos-Jd. Satélite.

**Gráfico 28** –  $MP_{2,5}$  – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

**Gráfico 29** –  $MP_{2,5}$  – Evolução das concentrações médias anuais – Baixada Santista e Interior



Fonte: CETESB (2021)

Quanto à relação  $MP_{2,5}/MP_{10}$ , as medições realizadas na RMSP desde 1987, pela CETESB, mostraram que o material particulado inalável fino ( $MP_{2,5}$ ) corresponde a cerca de 60% do material particulado inalável ( $MP_{10}$ ).

Estudos realizados pela CETESB indicam que grande parte do  $MP_{2,5}$ , na RMSP, é de origem veicular, quer pela emissão direta desse poluente, quer pela emissão de gases, destacando-se os compostos orgânicos

voláteis e o dióxido de enxofre, que reagem na atmosfera dando origem ao material particulado secundário. Nessa fração, o aporte de aerossóis provenientes da ressuspensão de poeira de rua não é significativo.

Em 2020, a relação média do  $MP_{2,5}/MP_{10}$  foi de cerca de 0,3 na estação Santa Gertrudes, de cerca de 0,4 na estação Limeira e de cerca de 0,5 em Ribeirão Preto, Rio Claro-Jd. Guanabara, Santos-Ponta da Praia, São José dos Campos-Jd. Satélite e São José do Rio Preto, indicando condições locais diferentes das encontradas na RMSP. Em Guaratinguetá, Jundiaí e Taubaté, assim como na RMSP, a relação média  $MP_{2,5}/MP_{10}$  foi de cerca de 0,6, indicando que a fração fina, mais nociva à saúde, é predominante em relação à fração grossa. Segundo a OMS (WHO, 2006), a razão de 0,5 é característica de zonas urbanas de países em desenvolvimento e corresponde ao limite inferior da faixa encontrada em regiões urbanas de países desenvolvidos (0,5-0,8).

## Episódios de Material Particulado em 2020

Durante o inverno de 2020, ocorreu um período de dias consecutivos, entre os dias 3 e 19/09; em que foram registradas concentrações elevadas de partículas inaláveis ( $MP_{10}$ ) e partículas inaláveis finas ( $MP_{2,5}$ ), em várias regiões do estado; e outro período, entre os dias 25/9 e 9/10, com ocorrência de altas concentrações de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  predominantemente no interior do estado.

No primeiro episódio de material particulado, 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. Essa 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, com ocorrências de qualidade do ar RUIM para  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  em algumas estações da RMSP. Nas estações do interior, foram registradas qualidades RUIM e MUITO RUIM em diversas estações. A qualidade do ar MUITO RUIM para  $MP_{10}$  foi registrada nas estações Catanduva, Cubatão-Vila Parisi, Ribeirão Preto, Santa Gertrudes, Santa Gertrudes-Jd. Luciana e Tatuí. Já para o  $MP_{2,5}$ , embora tenha sido registrada qualidade RUIM em diversas estações, houve ocorrência da qualidade do ar MUITO RUIM somente na estação Ribeirão Preto, no interior paulista.

Destaca-se que, entre os dias 18 e 19/09, houve aumento generalizado dos níveis de material particulado em todo o estado. Esse aumento pode estar associado às queimadas que ocorreram na região Centro-Oeste do país, que emitiram plumas de fumaça para níveis mais altos da atmosfera. Os ventos em altos níveis transportaram essa pluma em direção à região Sudeste, atingindo o estado de São Paulo, incluindo a RMSP. Durante o dia 18, quando o topo da camada de mistura estava mais alto (geralmente pode chegar a mais de 1000 metros de altura no período da tarde), essa pluma chegou a atingir a RMSP em alturas acima de 1000 metros. Durante a noite de 18 para 19, uma frente fria aproximou-se pelo oceano, ao largo do litoral paulista, no entanto, a aproximação desse sistema provocou estabilidade atmosférica na parte continental do estado, com ventos fracos e calmaria em níveis da atmosfera próximos à superfície, além do abaixamento da camada de mistura para menos de 200 metros de altura devido ao movimento subsidente do ar (de cima para baixo). Como consequência, essa situação meteorológica causou o aumento da concentração de material particulado em baixos níveis da atmosfera. Assim, na manhã do dia 19/9, diversas localidades do estado registraram uma intensa camada de névoa seca, que reduziu a visibilidade atmosférica. Nessa manhã observou-se qualidade do

ar RUIM e MUITO RUIM por  $MP_{10}$  e/ou  $MP_{2,5}$  na maioria das estações, principalmente nas da RMSP. No decorrer da tarde e noite do dia 19, com o deslocamento da pluma de fumaça em direção ao oceano e com a mudança da direção do vento em superfície (soprando do oceano para o continente), associada à entrada de uma massa de ar frio, as concentrações de material particulado decresceram gradativamente.

No segundo episódio, no final do mês de setembro e primeira semana de outubro, a atuação de um bloqueio atmosférico sobre a área central do Brasil manteve a atuação de uma massa de ar quente e seco sobre o estado de São Paulo, provocando recordes de temperatura em várias regiões do estado, baixo percentual de umidade relativa do ar e baixa pluviosidade. Essa situação propiciou condições para ocorrência generalizada de focos de queimada, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, que podem ter influenciado nos níveis de material particulado, nas diversas estações do interior do estado.

As classificações da qualidade do ar por  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ , nesses dois eventos, com suas respectivas concentrações médias diárias, podem ser observadas nas **Tabelas 16 a 18**.

Tabela 16 – MP<sub>10</sub> – Concentração média diária (µg/m<sup>3</sup>) 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-Pauliceia	Santo Amaro	São Caetano do Sul	Taboão da Serra
03-set-20	44		36	43	36	57	34	52	42	56	60	36	49	76	45	59	38		42		42	49
04-set-20	49		53	62	48	56	60	69	51	70	69	53	52	85	62	52	54		59		62	54
05-set-20	28		33	33	28	33	36	30	35	37	39	30		51	34		34		31		37	32
06-set-20	37		35	37	33	51	54	53	37	46	46	36		53	42	43	36		33		39	39
07-set-20	33		39	41	33	32	28	32	36	35	44	40		46	48	44			36		43	38
08-set-20	33		35	39	28	27	39	39	30	40	45	22	40	57	38	52			30		33	34
09-set-20	41		44	45	35	36	49	47	38	41	51	35	48	58	46	59			36		42	38
10-set-20	59	60	50		53	57	62	65	55	61	74	45		88	61	83	57		58		56	58
11-set-20	64	66	62	73	54	67	85	73	64	69	84	55	71	100	67	79	69		63		71	74
12-set-20	84	82	65	77	60	94	85	83	82	80	103	62	82	133	82	87	92		67		73	96
13-set-20	51			68	41	59	80	75	53	68	65	68		71	67	75	53		46		64	55
14-set-20	66	63		63	47	64	70	75	59	81	75	49		87	63		62		60		62	64
15-set-20	6	9	9	10	12	10	9	13	7	11	13	7	18	24	10		10		12		8	9
16-set-20	30	29	31	36	26	32	35	34	37	34	41	28	34	59	33	47	33		29		30	45
17-set-20	38	44	46	51	35	39	53	53	41	53	63	46	54	64	54	60	45		39		47	41
18-set-20	72	69	64	70	57	88	81	96	70	107	94	83	75	100	74	81	69		73		83	74
19-set-20	90	90	87	91	69	86	96	96	91	124	106	72	82	99	93		97		88		105	90
20-set-20	11			12	11	13	15	15	6	16	10	12		20	14	10	8		10		11	13
21-set-20	3			11	9	4	7	10	5	7	7	6	12	17	6	6	5		13		6	8
22-set-20	4			14	10	6	7	8	4	8	8	5	18	19	9		7		13		8	8
23-set-20	13	14	17	22	18	15	21	16	16	13	17	16	19	35	16		15		19		15	17
24-set-20	21	25	24	28	25	27	29	25	24	26	29	21	29	38	28	31	24		26		23	25
25-set-20	35	37	33	41	32	45	44	37	37	38	51	54	41	52	37	56	39	42	45		41	42
26-set-20	48	47	42	59	39	65	53	56	53	52	62	35	46	65	55	50	51	46	47		49	59
27-set-20	76	60		49	35	75	49	58	51	61	74	44	58	83	53	57	49	42	41		48	63
28-set-20	39	38	40	37	31	47	45	46	34	45	56	32	40	85	44	51	37	35	34		38	43
29-set-20	16	19	25	28	21	16	23	30	17	26	30	26	32	45	25	51	25	29	21		23	23
30-set-20	35	37	49	44	33	41	38	39	44	42	48	44	36	55	41	57	39	38	36		40	37
01-out-20	62	56	51	60	45		53	47	57	53	79	49	60	82	66	70	52	46	53		60	58
02-out-20	65	73	64	90	57	86	73	82	70	89	91	59	72	97	82	68	58		69	57	79	76
03-out-20	28	38	42	42	32	27	31	46	30	46	44	43	46	70	52	47	22	29	37	26	44	36
04-out-20	4	10	8	12	10	7	7	9	6	10	10	6	7	17	9	9		10	9		8	8
05-out-20	26	30	28	36	22	29	32	38	25	72	34	44	32	61	28	41		35	27	20	27	25
06-out-20	41	45	57	55	41	42	66	63	47	56	67	41	57	61	65	68	50	41	49		56	44
07-out-20	48	54	50	55	39	39	66	60	42	62	67	52	59	79	56	54	52	42	44	36	51	47
08-out-20	27	18	25	27	23	29	20	32	24	28		31	25	41	28	31	26	26	25	22	25	25
09-out-20		28	24	29	20	19	26	27	20	26		29	22	38	23		18	30	21	16	31	20
10-out-20	11	18	21	20	14	16	16	21	12	18	19	10	16	15	13		12	19	14	15	16	15

■ Boa ■ Moderada ■ Ruim ■ Muito Ruim

Fonte: CETESB (2021)

Tabela 17 – MP<sub>10</sub> – Concentração média diária (µg/m<sup>3</sup>) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral

Data	INTERIOR																				LITORAL																	
	Americana	Araçatuba	Araraquara	Bauru	Campinas-Centro	Campinas-Taquaral	Catanduva	Cordeirópolis - Módolo (M)	Franca - Cidade Nova (M)	Guaratinguetá	Jaboticabal - Jd Kennedy (M)	Jacareí	Jau	Jundiaí	Limeira	Marília	Paulínia	Paulínia-Sta Terezinha	Piracicaba	Presidente Prudente	Ribeirão Preto	Rio Claro-Jd.Guanabara	S.José Campos	S.José Campos-Jd.Satélite	Santa Gertrudes	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	São Sebastião	
03-set-20	53	54	77	55	41	43	63			27	30	47	36	62		61	51	76	32	29	108	69	46	37	36	38	94	31	39									
04-set-20	96	62	78	68	40	57	74			40	35	65	53	75		81	52	98	37	40	154	76	59	39	38	80	29	32										
05-set-20	46	64	75	52	36	38	74			36	29	52	39	59		44	52	75	78	29	120	74	29	34	26	40	17	15										
06-set-20		62	69	67	39	51	71			39	32	64	44	69		62	49	75	85	35	97	64	34	44	53	59	40	26										
07-set-20		75	81	54	36	53	70			45	27	53	41	80		62	54	102	96	31	121	76	25	32	36	54	25	26										
08-set-20		73	89	53	49	53	78	105	37	48	31	67	44	77		76	64	119	79	35	117	151	45	28	41	23	17	21	12									
09-set-20	70	64	89	50	46	59	87			45	33	56	46	77		68	61	101	83	34	113		31	42	21	49	40	25	25									
10-set-20	85	73	107	69	59	63	88			53	49	72	58			98	58	108	104	57	52	157		47	56	37	52	74	30	30								
11-set-20	96	68	93	67	64	84	89			59	46	79	62			113	58	133	121	56	49	173		62	56	28	39	42	25	26								
12-set-20	108	83	93	82	54	76	111			59	58	89	71			104	69	105	117	63	58	162		86	59	43	110	118	45	43								
13-set-20	87	86	113	86	47	61	159			52	54	82	71			82	78	100	81	57	60	129		68	52	33	60	53	30	25								
14-set-20	105	125	89	98	49	72	116	115	45	54	61	91	74			104	81	117	106	61	63	154	210		163	60	51	73	153	43	50							
15-set-20	44	102	85	55	24	25	108				6	57	23			39	74	99	59	18	10	89		12	16	13	21	12	18	18								
16-set-20	49	59	75	58	43	42	110				25	55	36			50	48	143	68	31	27	110	106	36	30	36	43	67	25	24								
17-set-20	106	83	75	90	51	64	110				33	81	60			94	81	134	111	41	38	132	90	49	53	57	44	71	24	22								
18-set-20	89	73	89	57	61	70	104			59	52	77	59	106	63	96	49	143	129	64	60	132	94	66	74	53	50	89	33	36								
19-set-20	119	82	120	73	65	87	116			78	67	86	81	144	77	128	64	228	122	70	77	161	103	61	88	52	101	124	32	30								
20-set-20	38	70	74	36	26	26	84	51	70	38	11	33	14	51	44	39	49	108	53	20	18	70	81	86	10	31	14	22	17	15	14							
21-set-20	14	32	29	14	18	7	42			11	6	14	6	19	14	16	16	40	24	12	10	42	44	4	7	8	13	6	6	5								
22-set-20	9	15	13	8	15	5	17			5	3	9	7	10	8	11	9	12	13	9	8	23	17	4	4	8	18	9	7	7								
23-set-20	16	25	17	14	19	8	26			10	7	14	12	14	13	25	16	14	20	16	8	32	28	7	12	15	25	21	17	16								
24-set-20	24	36	28	23	24	19	35			15	18	22	19	30	19	25	38	23	37	24	17	51	36	15	17	27	40	52	32	28								
25-set-20	36	42	44	34	28	25	57			21	22	37	28	50	28	39	51	50	53	25	21	72	49	18	20	27	34	63	32	27								
26-set-20		52	48	46	29	32	58	72	24	28	29	44	34	60	35	43	36	67	67	31	28	98	121	56	35	26	29	56	77	34	34							
27-set-20	74	59	57	56	36	43	64			35	43	62	44	76	51	55	49	85	59	41	37	98	49	62	33	28	42	89	27	27								
28-set-20	64	60	71	50	39	43	72			41	29	56	43	68	46	64	62	73	62	50	29	74	74	37	33	32	36	72	28	36								
29-set-20	65	60	44	57	42	47	52			44	20	52	40	71	55	56	54	38	67	40	24	93	54	24	32	19	26	31	19	28								
30-set-20	59	79	75	55	45	40	84			35	48	58	39	66	72	46	54	71	67	41	34	97	76	32	35	33	53	68	30	37								
01-out-20	63	91	74	64	37	45	108			45	39	62	51	72	74	67	79	64	76	35	35	104	87	47	38	38	55	87	28	35								
02-out-20	93	84	67	88		52	92	98	37	62	57	102	61	85	72	83	72	72	62	57	51	105	71	79	58	44	107	172	87	48	48							
03-out-20	98	82	86	84	43	51	105			47	11	87	52	101	77	77	70	75	93	35	30	150	75	33	40	24	74	17	22									
04-out-20	26	96	52	31	18	16	66			15	4	32	12	28	39	22	79	51		13	7	46	68	8	7	9	8	13										
05-out-20	51	71	72	53	42	46	89			24	27	59	36		50	50	40	73	64	28	22	105	83	30	28	40	60	21	30									
06-out-20	73	81	81	98	58	69	115			40	36	86	73	133		76	66	93	101	40	40	138	81	58	44	68	85	27	27									
07-out-20	90	100	96	79	62	75	121			43	39	86	73	106	165	92	78	126	108	46	41	133	83	51	43	42	45	16	15									
08-out-20	55	93	96	60	32	34	117	82	116	33	21	67	35	76	65	55	61	183	97	28	21	110	144	103	28	27	19	32	46	69	18	16						
09-out-20	27	91	63	29	21	21	103			23	19	27	19	32	35	26	55	89	33	26	18	51	111	12	21	14	27	29	11	16								
10-out-20	12	26	27	18	26	15	27			16	11	12	16	29	17	20	17	28	24	14	14	34	29	12	13	14	20	33	11	13								

Boa Moderada Ruim Muito Ruim

Fonte: CETESB (2021)

**Tabela 18** – MP<sub>2,5</sub> – Concentração média diária (µg/m³) e classificação da qualidade do ar – RMSP, Interior e Baixada Santista

Data	RMSP															INTERIOR e BAIXADA SANTISTA																	
	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	Santo Amaro (M)	Santo André - Capuava (M)	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. Satélite	Santa Gertrudes	São José do Rio Preto	Taubaté
03-set-20	18	22	22	25	12	27	33	23	19	28	24	26	13	18	22	23	16	19	20	32	15	30	27	18	15								
04-set-20	28	34	25	44	25	38	37	32	30	34	35	24	20	29	31	35	17	34	28	53	21	30	32	18	16								
05-set-20	22	22	15	19	18	17	22	15	20	23	22	22	22	23	20	22	18	21	22	36	32	17	31	34	20	7							
06-set-20	23	22	27	40	17	26	26	23	24	27	26	24	23	25	24	25	21	28	33	34	41	22	38	33	25	14							
07-set-20	28	28	19	23	26	18	28	25	31	25	33	27	28	31	27	32	19	28	36	52	59	21	53	43	19	12							
08-set-20	23	25	26	15	24	20	14	27	15	22	28	24	26	27	27	19	19	23	29	58	40	24	37	36	26	7							
09-set-20	30	29	21	29	25	23	31	24	28	32	30	30	29	34	25	27	20	30	32	46	33	23	35	41	24	10							
10-set-20	31	26	37	25	30	39	27	29	42	30	32	27	30	31	31	27	33	29	45	42	29	42	39	29	20								
11-set-20	39	42	36	45	33	35	46	41	41	49	41	36	31	38	40	45	24	37	41	50	49	28	47	47	30	12							
12-set-20	52	45	47	49	39	46	58	47	41	63	45	45	36	52	40	45	30	46	43	50	59	36	59	54	35	29							
13-set-20	36	31	51	30	46	41	45	38	43	40	45	49	49	33	43	28	50	43	52	44	42	45	74	31	12								
14-set-20	32	40	35	50	31	46	43	35	37	48	35	31	37	29	35	37	36	25	51	46	60	59	38	57	58	35	25						
15-set-20	5	4	6	5	4	6	3	8	6	7	7	7	7	7	5	14	15	52	19	5	25	54	11	5									
16-set-20	19	19	16	19	18	20	24	18	23	19	23	20	19	19	19	20	27	49	33	15	31	51	15	10									
17-set-20	26	29	21	30	27	30	32	24	29	31	28	25	30	24	27	33	41	44	54	20	44	45	26	9									
18-set-20	40	37	43	51	30	53	51	42	48	38	35	31	38	40	44	23	36	39	37	52	43	37	44	45	43	18							
19-set-20	66	60	50	61	54	67	64	54	63	55	42	50	62	68	31	60	69	62	113	72	49	60	66	52	17								
20-set-20	6	7	5	14	7	9	7	3	6	8	7	7	9	4	7	14	5	23	11	28	18	74	38	11	33	65	24	8					
21-set-20	2	5	3	5	2	3	4	2	4	4	3	3	4	4	7	3	2	7	5	28	10	4	10	25	4	5							
22-set-20	3	8	3	5	4	3	5	4	6	6	3	3	5	4	4	4	4	4	4	8	6	3	8	9	4	5							
23-set-20	9	13	7	8	7	7	9	9	13	10	9	8	10	9	7	7	7	8	8	11	4	9	14	7	8								
24-set-20	14	16	13	18	13	15	17	16	17	16	15	14	16	18	16	9	12	14	14	11	20	9	17	17	9	12							
25-set-20	23	24	21	20	17	22	27	26	29	23	22	16	26	23	25	11	17	24	17	18	27	12	27	24	12	15							
26-set-20	23	29	32	29	27	29	34	28	33	33	24	29	24	27	31	31	13	19	26	28	35	15	32	28	15	19							
27-set-20	32	26	33	34	20	23	40	24	42	28	28	25	25	24	27	18	24	30	24	32	27	21	28	22	18	17							
28-set-20	23	21	21	29	18	23	28	22	30	24	25	23	23	20	19	25	23	29	26	28	17	27	42	19	15								
29-set-20	17	18	9	20	16	14	19	13	22	18	27	23	23	15	15	16	27	38	34	20	41	14	39	30	18	10							
30-set-20	22	24	21	22	23	26	28	26	24	24	23	20	22	28	25	20	23	33	25	38	35	22	32	46	20	11							
01-out-20	31	33	35	31	27	31	43	34	40	38	33	26	31	33	36	21	32	34	35	33	32	36	24	34	46	23	18						
02-out-20	40	45	46	47	34	48	58	45	44	50	46	39	33	40	34	38	43	47	29	41	43	46	37	35	35	32	36	40	33	20			
03-out-20	27	26	13	30	26	26	27	22	32	30	31	28	31	23	28	21	38	52	41	38	38	48	18	50	41	25	12						
04-out-20	6	7	4	7	6	3	8	5	8	8	9	7	6	5	6	10	6	23	14	10	26	5	15	43	4								
05-out-20	14	17	14	22	13	29	18	20	16	18	18	17	16	18	19	9	18	26	23	38	30	12	28	54	13								
06-out-20	28	33	20	38	26	27	39	26	38	33	39	31	29	37	33	35	22	41	45	40	39	55	23	47	53	25	13						
07-out-20	27	28	26	33	23	31	35	26	30	34	29	26	33	30	26	29	19	39	50	42	49	23	52	58	25	7							
08-out-20	15	17	17	16	20	15	16	17	17	20	20	18	18	18	12	15	21	18	17	23	36	27	51	16	40	85	19	11					
09-out-20	16	21	11	21	22	18	18	15	20	20	19	13	18	16	21	13	15	21	24	16	44	14	62	15	6								
10-out-20	7	12	7	12	8	9	12	6	11	9	12	8	9	10	9	8	16	16	10	17	7	27	9	8									

Boa Moderada Ruim Muito Ruim

Fonte: CETESB (2021)

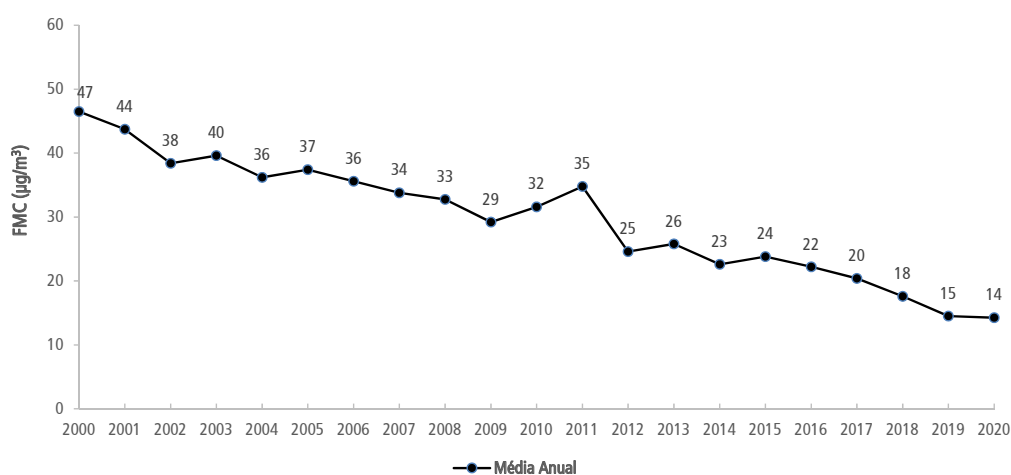
### 5.2.1.3 Fumaça - FMC

A determinação de fumaça baseia-se na medida da refletância do material particulado, o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente associado ao teor de fuligem na atmosfera.

Na RMSP, em 2020, não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo de fumaça ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e nem do padrão anual ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), em nenhuma das estações que medem esse poluente.

Na década de 1980, o controle efetivo sobre as atividades industriais refletiu, em grande parte, na redução desse poluente. Mais recentemente, como pode ser observado no **Gráfico 30**, que apresenta a evolução das concentrações médias anuais de fumaça na RMSP a partir de 2000, os ganhos ambientais devem ser atribuídos, principalmente, ao controle sobre as emissões veiculares, destacando-se os programas e ações desenvolvidos pela CETESB para redução de emissão da fumaça preta em veículos a diesel.

**Gráfico 30** – FMC – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

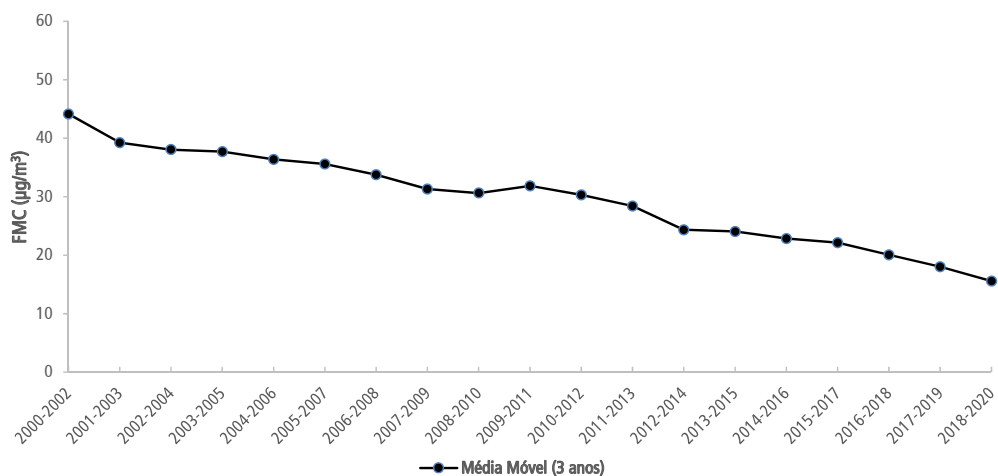
Nota:

Base RMSP: Campos Elíseos, Cerqueira César, Ibirapuera, Pinheiros e Tatuapé.

Em 2020, Ibirapuera não teve representatividade anual dos dados.

O **Gráfico 31**, a seguir, apresenta a evolução da média das médias móveis das concentrações médias anuais, obtidas em cada estação, considerando o intervalo de três anos.

**Gráfico 31 – FMC – Evolução das médias móveis – RMSP**



Fonte: CETESB (2021)

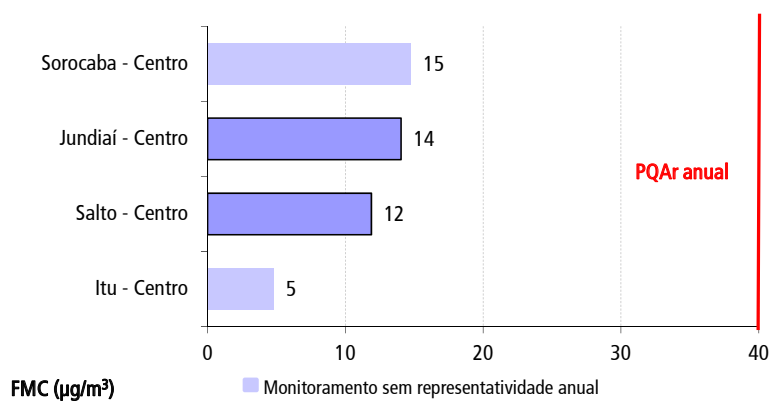
Nota:

Base RMSP: Campos Elíseos, Cerqueira César, Ibirapuera, Pinheiros e Tatuapé.

Em 2020, Ibirapuera não teve representatividade anual dos dados.

O padrão anual (**Gráfico 32**) e o padrão diário não foram ultrapassados em nenhuma das estações de monitoramento do interior do estado.

**Gráfico 32 – FMC – Classificação das concentrações médias anuais – Interior – 2020**



Fonte: CETESB (2021)

### 5.2.1.4 Partículas Totais em Suspensão – PTS

Na RMSP, não houve ultrapassagens do padrão de curto prazo de PTS ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

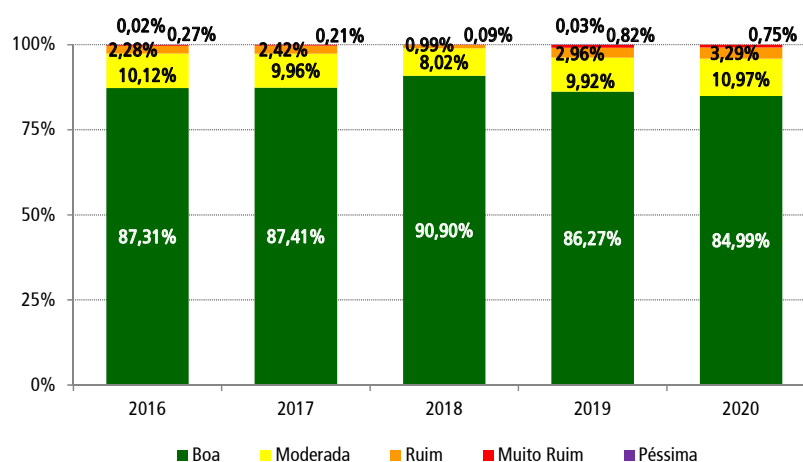
Na Baixada Santista, a estação Cubatão-Vila Parisi apresentou duas ultrapassagens do padrão diário, atingindo o valor máximo de  $344 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no dia 12/03/20.

Tanto as estações da RMSP quanto a estação Cubatão-Vila Parisi não atingiram o critério de representatividade anual dos dados.

### 5.2.2 Resultados – Ozônio – $\text{O}_3$

No **Gráfico 33**, a seguir, é apresentada a distribuição percentual da qualidade do ar para o ozônio na RMSP, nos últimos cinco anos, em que se observa que 2020 apresentou o menor percentual da qualidade do ar BOA e maiores percentuais das qualidades MODERADA, RUIM e MUITO RUIM em relação aos últimos quatro anos.

**Gráfico 33** –  $\text{O}_3$  – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

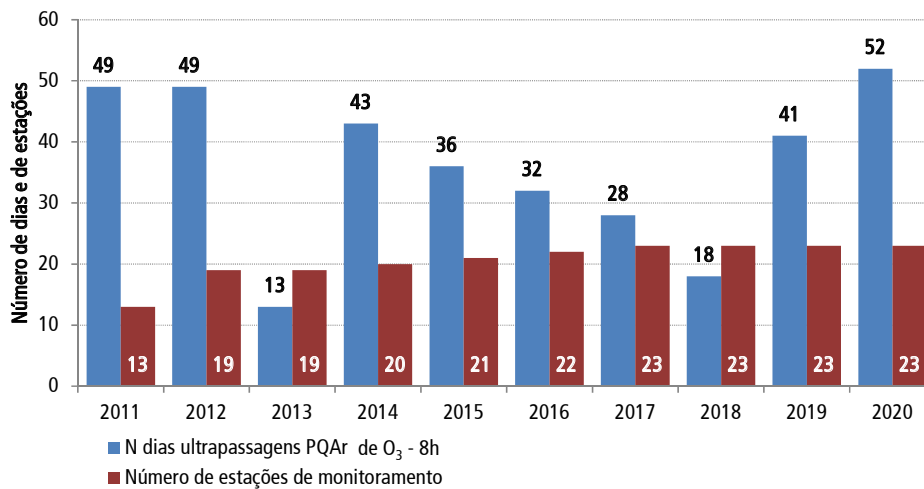
Nota:

Base: Todas as estações fixas com representatividade anual.

O **Gráfico 34** apresenta o número de dias em que o padrão de 8 horas do ozônio ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) teria sido ultrapassado na RMSP, caso os padrões estaduais estabelecidos em 2013 estivessem vigorando desde 2011, para que se possa avaliar a evolução desse poluente ao longo dos anos. Deve-se considerar na análise, que houve um aumento do número de estações de medição desse poluente, conforme mostrado no **Gráfico 34**.

Em 2020, o PQAr estadual de 8 horas foi ultrapassado em 52 dias na RMSP, sem atingir o Nível de Atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 8 h).

**Gráfico 34** – O<sub>3</sub> – Evolução do número de dias de ultrapassagens do padrão estadual e do número de estações de monitoramento – RMSP



Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Todas as estações fixas e móveis.

A RMSP apresenta um alto potencial de formação de ozônio, uma vez que há grande quantidade de emissão de seus precursores, principalmente de origem veicular. Porém, a maior ou menor frequência de ocorrência desse poluente está relacionada, sobretudo, às variações das condições meteorológicas. Além disso, em razão das complexas interações químicas e meteorológicas envolvidas nas reações atmosféricas de formação e transporte do ozônio, não é possível observar uma tendência na concentração desse poluente ao longo dos anos.

Em 2020, foram observados vários dias com altas concentrações de ozônio, principalmente nos meses de março, setembro, outubro e novembro, devido à alta incidência de radiação solar e às altas temperaturas, que propiciaram condições meteorológicas para a formação desse poluente (vide [item 5.1.3](#), sobre as condições meteorológicas nesse ano), mesmo em dias em que tenham ocorrido chuvas isoladas, devido à convecção por aquecimento.

A **Tabela 19** apresenta o número de dias em que o padrão estadual de qualidade do ar de ozônio foi excedido nas estações da RMSP, para cada mês, de 2013 a 2020. Observa-se que, de maneira geral, a maioria dos dias com ultrapassagem do padrão ocorreu nos meses de primavera e verão.

**Tabela 19** – O<sub>3</sub> – Número de dias com ultrapassagem do padrão estadual – RMSP

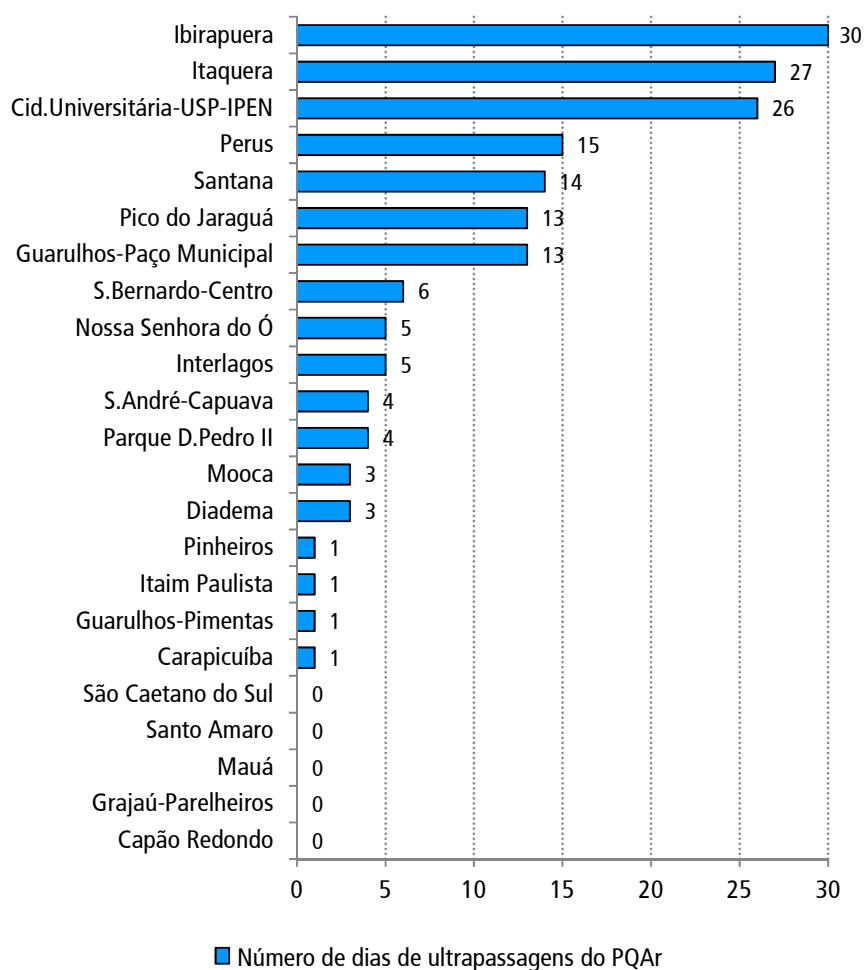
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2013	0	5	1	1	1	0	0	0	2	0	2	1	13
2014	8	8	1	1	0	0	0	1	3	13	4	4	43
2015	12	2	3	0	0	0	0	3	6	6	3	1	36
2016	4	3	2	6	0	0	0	1	0	4	5	7	32
2017	1	3	0	0	0	0	0	2	12	5	1	4	28
2018	2	2	2	1	1	0	1	0	0	0	0	9	18
2019	9	4	1	5	0	0	0	0	6	10	3	3	41
2020	2	0	9	5	0	0	1	0	15	10	8	2	52

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Todas as estações fixas

No **Gráfico 35** é apresentada a classificação do número de dias em que o PQAr estadual ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 8\text{h}$ ) foi ultrapassado nas estações da RMSP, em 2020.

**Gráfico 35** – O<sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagens do padrão de 8h – RMSP – 2020

Fonte: CETESB (2021)

Na **Tabela 20** é apresentada a evolução do número de dias de ultrapassagens do padrão de 8 horas do ozônio ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e do Nível de Atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 8\text{h}$ ), em cada estação da RMSP, nos últimos cinco anos.

As variações observadas entre as estações podem se dar em razão das diferentes características das fontes de emissão, da escala de representatividade espacial de cada estação, bem como das condições meteorológicas locais decorrentes de diferentes condições de topografia, que, em conjunto com os sistemas meteorológicos de grande e/ou média escalas, tais como sistemas frontais, brisas marítimas etc., influenciam na circulação e transporte do poluente e de seus precursores de uma região para outra.

Observa-se que, em 2020, a estação Ibirapuera foi a que apresentou o maior número de dias de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar, seguida pelas estações Itaquera e Cid. Universitária-USP-IPEN. A maioria das concentrações mais elevadas observadas nessas três estações são oriundas do transporte de ozônio ou de seus precursores de locais mais distantes, sendo transportados pela ação dos ventos do quadrante E-S.

Em 2020, o Nível de Atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 8\text{h}$ ) não foi atingido em nenhuma das estações da RMSP, diferente do observado em 2016 (1 dia) e 2019 (2 dias).

**Tabela 20** –  $\text{O}_3$  – Evolução do número de dias com ultrapassagem do padrão e do Nível de Atenção – RMSP (Continua)

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	2016			2017			2018			2019			2020		
		Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT
6	Capão Redondo	S	3	0	S	4	0	S	0	0	S	2	0	N	0	0
	Carapicuíba	S	0	0	S	5	0	S	0	0	S	4	0	S	1	0
	Cid. Universitária USP-IPEN	S	7	0	S	2	0	S	1	0	S	13	0	S	26	0
	Diadema	S	5	0	N	3	0	N	3	0	S	8	0	S	3	0
	Grajaú-Parelheiros	N	2	0	S	1	0	S	1	0	S	2	0	N	0	0
	Guarulhos-Paço Municipal	S	1	0	S	3	0	S	1	0	S	7	0	S	13	0
	Guarulhos-Pimentas	N	0	0	S	3	0	S	0	0	S	2	0	S	1	0
	Ibirapuera	S	6	0	S	8	0	S	4	0	S	14	0	S	30	0
	Interlagos	S	6	0	S	2	0	S	3	0	S	10	0	S	5	0
	Itaim Paulista	S	1	0	S	3	0	S	0	0	S	3	0	S	1	0
	Itaquera	S	4	0	S	1	0	S	6	0	S	13	0	S	27	0
	Mauá	S	2	0	S	1	0	S	0	0	S	14	1	S	0	0
	Mogi das Cruzes	-	-	-	S	2	0	N	3	0	-	-	-	-	-	-
	Moóca	S	3	0	S	2	0	S	0	0	S	12	0	S	3	0
	Nossa Senhora do Ó	S	3	0	S	2	0	S	0	0	S	5	0	S	5	0
	Parque D. Pedro II	S	3	0	S	7	0	S	1	0	S	9	0	S	4	0
	Perus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N	9	0	S	15	0
	Pico do Jaraguá	N	4	0	S	11	0	S	2	0	S	19	0	S	13	0
Pinheiros	S	1	0	S	1	0	S	1	0	S	5	0	S	1	0	
Santana	S	7	0	S	2	0	S	2	0	S	13	1	S	14	0	
Santo Amaro	S	4	0	S	2	0	S	0	0	S	3	0	S	0	0	

**Tabela 20** – O<sub>3</sub> – Evolução do número de dias com ultrapassagem do padrão e do Nível de Atenção – RMSP (Conclusão)

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	2016			2017			2018			2019			2020		
		Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT
6	Santo André-Capuava	S	10	0	S	3	0	S	3	0	S	6	0	S	4	0
	S. Bernardo-Centro	S	16	1	S	14	0	S	9	0	S	11	0	S	6	0
	São Caetano do Sul	S	3	0	S	8	0	S	4	0	S	8	0	S	0	0
	<b>Total de ultrapassagens</b>		<b>91</b>	<b>1</b>		<b>90</b>	<b>0</b>		<b>44</b>	<b>0</b>		<b>192</b>	<b>2</b>		<b>172</b>	<b>0</b>

Fonte: CETESB (2021)

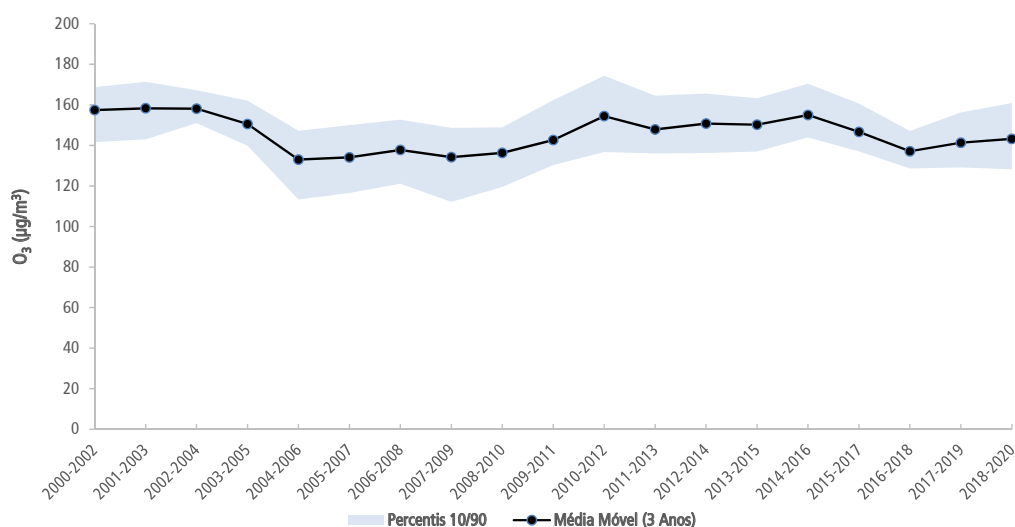
Nota:

Repr. = Atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

PQAr = Padrão Estadual de Qualidade do Ar = 140µg/m<sup>3</sup> - 8h

AT = Atenção Est. (declarados e não declarados)

No **Gráfico 36** é apresentada a evolução da média das médias móveis de três anos do 4º maior valor diário (máxima de 8 horas) de cada ano, obtidas em cada estação da RMSP, considerando a base de estações com monitoramento anual representativo. A média móvel de três anos foi utilizada de forma a atenuar as variações meteorológicas de ano para ano. A área hachurada em azul indica o intervalo delimitado entre os valores dos percentis 10 (limite inferior) e 90 (limite superior).

**Gráfico 36** – O<sub>3</sub> – Evolução das médias móveis do 4º maior valor diário (máxima de 8 horas) – RMSP

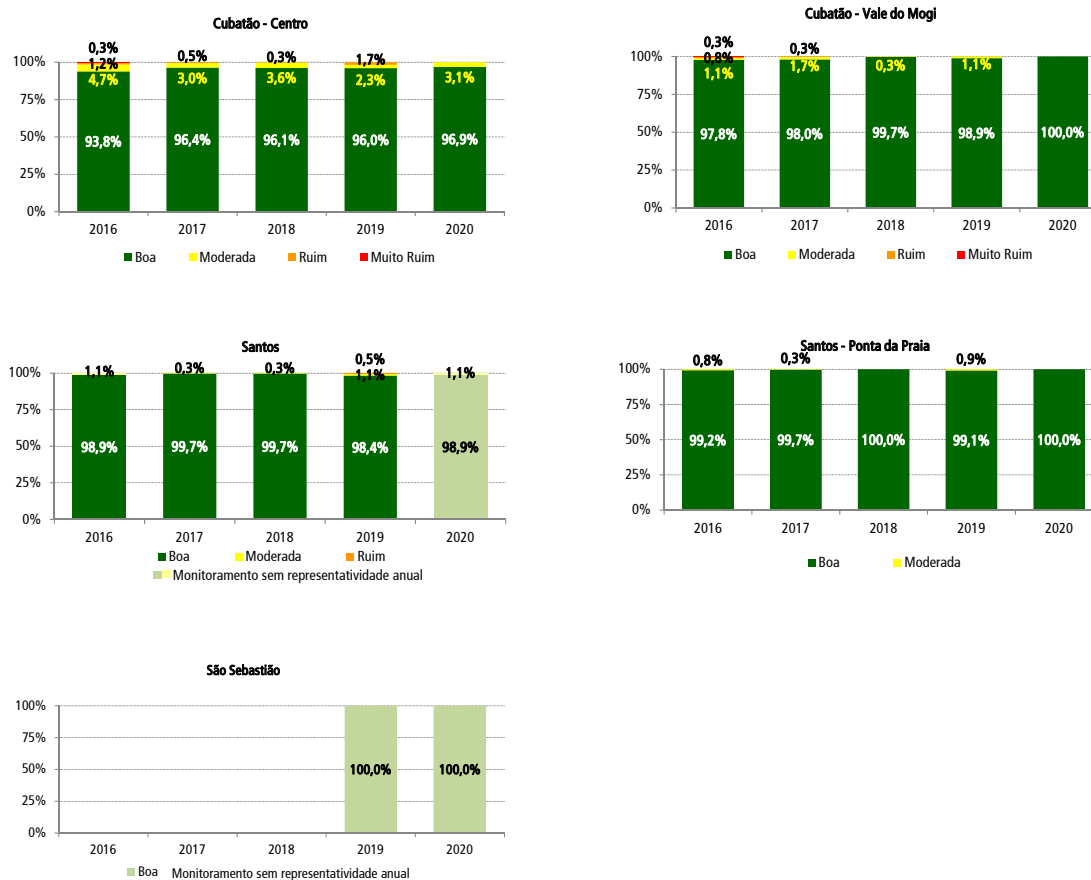
Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Todas as estações fixas com monitoramento anual representativo, exceto Osasco e São Miguel Paulista.

No **Gráfico 37**, a seguir, é apresentada a distribuição percentual da qualidade do ar para o ozônio nas estações da Baixada Santista e Litoral Norte, nos últimos cinco anos. Observa-se que, em 2020, todas as estações tiveram um leve aumento do percentual da qualidade do ar BOA em relação a 2019.

A estação São Sebastião não teve representatividade anual dos dados, no entanto, no curto período de monitoramento, apresentou qualidade do ar BOA para esse poluente.

**Gráfico 37** – O<sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Baixada Santista e Litoral Norte

Fonte: CETESB (2021)

Na **Tabela 21** é apresentada a evolução do número de dias de ultrapassagens do padrão de 8 horas do ozônio ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e do Nível de Atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 8\text{h}$ ), nos últimos cinco anos, na Baixada Santista e Litoral Norte.

Em 2020, não houve ultrapassagem do padrão de 8 horas em nenhuma das estações da Baixada Santista e Litoral Norte.

**Tabela 21** – O<sub>3</sub> – Evolução do número de dias com ultrapassagem do padrão e do Nível de Atenção – Baixada Santista e Litoral Norte

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	2016			2017			2018			2019			2020		
		Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT
3	São Sebastião	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N	0	0	N	0	0
7	Cubatão-Centro	S	4	0	S	0	0	S	1	0	S	3	0	S	0	0
	Cubatão-Vale do Mogi	S	1	0	S	1	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0
	Santos	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0	N	0	0
	Santos Ponta da Praia	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Repr. = Atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

PQAr = Padrão Estadual de Qualidade do Ar = 140µg/m<sup>3</sup> - 8h

AT = Atenção Est. (declarados e não declarados)

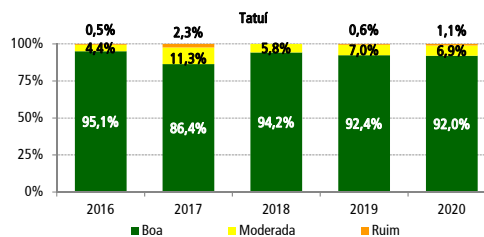
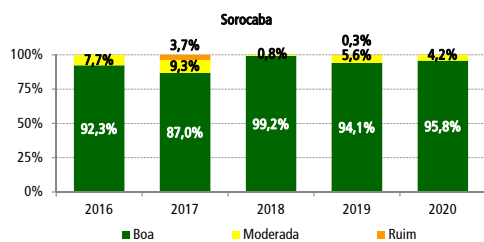
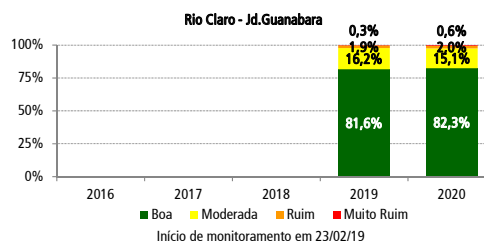
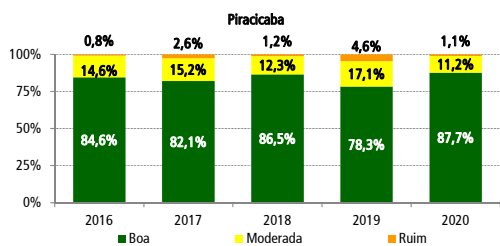
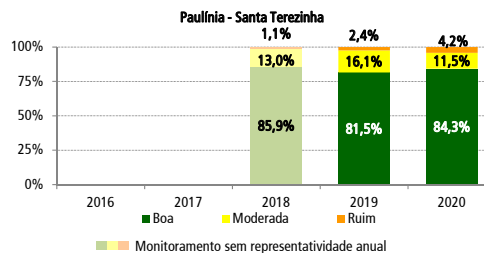
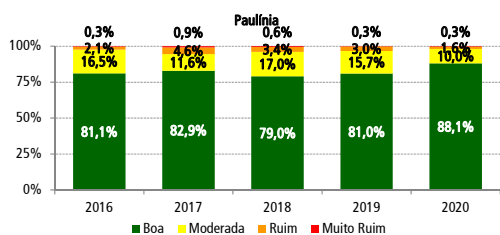
Dados históricos, observados em Cubatão, mostram que as ocorrências sazonais de ultrapassagens do padrão de ozônio, se concentram com maior frequência nos meses de verão e início de outono, comportamento este um pouco diferenciado do observado em outras regiões do estado, onde as ultrapassagens também são frequentes no período da primavera. Esses episódios de Cubatão podem estar associados às altas temperaturas que ocorrem na região da Baixada Santista, principalmente nos meses de janeiro a março, além das diferenças de comportamentos sazonais da intensidade dos ventos da brisa marítima e sua interação com o relevo.

Nos **Gráficos 38 e 39**, a seguir, são apresentadas as distribuições percentuais da qualidade do ar nas estações do interior do estado, nos últimos cinco anos. Em relação a 2019, houve aumento do percentual da qualidade BOA e redução da qualidade MODERADA em grande parte das estações do interior do estado que tiveram representatividade nos dados em 2020, com exceção das estações Guaratinguetá, São José dos Campos, São José dos Campos-Jd. Satélite, Jundiaí, Tatuí, Bauru e Araçatuba. Além disso, foi observada a qualidade RUIM em alguns dias, em quase todas as estações do interior, com exceção de Guaratinguetá e Sorocaba. A qualidade do ar MUITO RUIM foi atingida em alguns dias nas estações São José dos Campos-Jd. Satélite, Americana, Campinas-Taquaral, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Rio Claro-Jd. Guanabara e Ribeirão Preto.

**Gráfico 38 – O<sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior**  
UGRHs 2, 5 e 10 (Continua)



**Gráfico 38 – O<sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior UGRHs 2, 5 e 10 (Conclusão)**



Fonte: CETESB (2021)

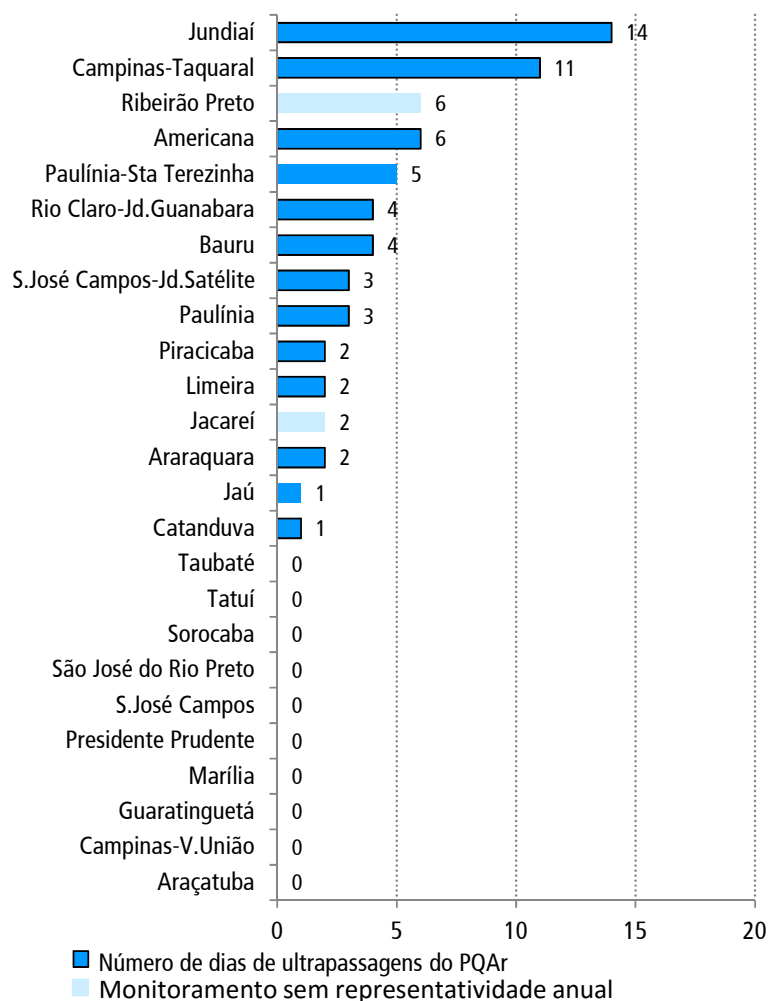
**Gráfico 39 – O<sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Interior**  
UGRHs 4, 13, 15, 19, 21 e 22



Fonte: CETESB (2021)

No **Gráfico 40**, a seguir, é apresentada a classificação do número de dias em que o PQAr estadual foi ultrapassado nas estações do interior do estado em 2020. O Nível de Atenção não foi atingido em nenhuma das estações. As estações que apresentaram maior número de dias de ultrapassagens do PQAr de 8h de ozônio foram Jundiaí e Campinas-Taquaral.

**Gráfico 40** – O<sub>3</sub> – Classificação do número de dias de ultrapassagens do padrão de 8h – Interior – 2020



Fonte: CETESB (2021)

Os níveis de ozônio encontrados em Jundiaí podem ser, além das fontes locais de emissão de precursores de ozônio, decorrentes do transporte dos poluentes provenientes da RMSP, por esse município localizar-se a cerca de 50 km e na direção predominante dos ventos em relação ao município, e do transporte de poluentes oriundos da RMC, carreados por ventos provenientes do quadrante Norte-Oeste.

Em Campinas-Taquaral, os níveis estão associados principalmente às emissões de precursores de ozônio oriundas tanto de emissões de fontes móveis quanto de fontes fixas locais, bem como do transporte de poluentes provenientes da região de Paulínia.

Na **Tabela 22** é apresentada a evolução do número de dias de ultrapassagens do padrão de 8 horas do ozônio ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e do Nível de Atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 8\text{h}$ ), em cada estação do interior do estado, nos últimos

cinco anos. Em 2020 foram observadas ultrapassagens do PQAr em grande parte das estações, principalmente nas da UGRHI 5.

**Tabela 22** – O<sub>3</sub> – Evolução do número de dias com ultrapassagem do padrão e do Nível de Atenção – Interior

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	2016			2017			2018			2019			2020		
		Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT	Repr.	PQAr	AT
2	Guaratinguetá	-	-	-	N	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0
	Jacareí	N	0	0	N	2	0	N	0	0	S	2	0	N	2	0
	São José dos Campos	N	1	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0
	São José dos Campos-Jd. Satélite	S	0	0	S	1	0	N	0	0	S	2	0	S	3	0
	Taubaté	S	0	0	S	1	0	S	0	0	S	2	0	S	0	0
4	Ribeirão Preto	N	0	0	N	5	0	S	0	0	S	0	0	N	6	0
5	Americana	-	-	-	-	-	-	S	4	0	S	7	0	S	6	0
	Americana-Vila Santa Maria	S	0	0	S	4	0	N	0	0	-	-	-	-	-	-
	Campinas-Taquaral	S	4	0	S	8	0	S	2	0	S	8	0	S	11	0
	Campinas-Vila União	S	2	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0	N	0	0
	Jundiaí	S	2	0	S	10	0	S	2	0	S	9	0	S	14	0
	Limeira	S	0	0	S	4	0	S	5	0	S	6	0	S	2	0
	Paulínia	S	2	0	S	11	0	S	6	0	S	3	0	S	3	0
	Paulínia-Santa Terezinha	-	-	-	-	-	-	N	1	0	S	3	0	S	5	0
	Paulínia Sul	S	0	0	S	3	0	N	0	0	-	-	-	-	-	-
	Piracicaba	S	3	0	S	3	0	S	1	0	S	9	0	S	2	0
Rio Claro- Jd. Guanabara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	4	0	S	4	0	
10	Sorocaba	S	0	0	S	4	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0
	Tatuí	S	0	0	S	3	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0
13	Araraquara	S	1	0	S	4	0	S	0	0	S	6	0	S	2	0
	Bauru	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	4	0
15	Jaú	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	1	0
	Catanduva	S	0	0	S	1	0	S	0	0	S	2	0	S	1	0
19	São José do Rio Preto	S	1	0	S	1	0	S	0	0	S	1	0	N	0	0
21	Araçatuba	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0
22	Marília	S	0	0	S	3	0	S	0	0	S	2	0	N	0	0
22	Presidente Prudente	S	0	0	S	2	0	S	0	0	S	0	0	S	0	0

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Repr. = Atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

PQAr = Padrão Estadual de Qualidade do Ar = 140µg/m<sup>3</sup> - 8h

AT = Atenção Est. (declarados e não declarados)

De maneira geral em 2020, no interior do estado, observou-se aumento do percentual de qualidade BOA na maioria das estações, entretanto, o número de dias de ultrapassagens do PQAr na maior parte das estações foi superior ao verificado em 2019. O aumento de dias de ultrapassagens do PQAr em 2020 se deve, principalmente, aos meses de setembro e outubro, quando ocorreram dias seguidos com condições propícias à formação de altas concentrações de ozônio, conforme [item 5.1.3.2.](#)

Caso haja interesse nas análises para valores de curto prazo de ozônio e dos demais poluentes, em relação às Metas Intermediárias e Padrão Final do Decreto Estadual nº 59.113/2013, sugere-se consultar o QUALAR- Sistema de Informações de Qualidade do Ar (CETESB, 2021b).

## Episódios de Ozônio em 2020

As **Tabelas 23 a 26** mostram as concentrações máximas diárias (média de 8 horas) e qualidade do ar do período em que ocorreram episódios de altas concentrações de ozônio, observados nos meses de setembro, outubro e novembro. Na maioria desses dias, o estado de São Paulo se encontrava sob o predomínio de uma área de instabilidade continental, com ocorrências de alta incidência de radiação solar e altas temperaturas, que propiciou condições para formação desse poluente. No mês de novembro, ocorreram chuvas isoladas devido à convecção por aquecimento, no entanto, a ocorrência dessas precipitações não impediu a formação de elevadas concentrações de ozônio, principalmente, na RMSP.

**Tabela 23** – O<sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m<sup>3</sup>) e classificação da qualidade do ar – RMSP (Continua)

Data	RMSP																						
	Capão Redondo	Carapicuíba	Cid.Universitária-USP-IPEN	Diadema	Grajaú-Parelheiros	Guarulhos-Paço Municipal	Guarulhos-Pimentas	Ibirapuera	Interlagos	Itaim Paulista	Itaquera	Mauá	Mooca	Nossa Senhora do Ó	Parque D.Pedro II	Perus	Pico do Jaraguá	Pinheiros	S.André-Capuava	S.Bernardo-Centro	Santana	Santo Amaro	São Caetano do Sul
05-set-20	95	103		98	91	98	92	127	107	93	113	66	99		99		110	95		104	108	90	95
06-set-20	92	98		121	80	123	107	140	123	111	143	95	117		123	127	130	98		123	136	92	105
07-set-20		147		121	97	146	115	176	117	107	124	58	152		161	171	162			105	194	113	128
08-set-20				83	74	94	86	125	91		82	40	83	93	90	129	120	88		71	95	83	77
09-set-20			149	76	74	106	90	120	82	85		42	91	101	94	142	124	85		83	100	78	76
10-set-20		108	182	120	91	136	116	162	139	122	155	92	117		112	136	146	98	125	136	151	104	116
11-set-20		113	187	138	102	142	123	171	136	126	169	77	127	139	125	137	159	99	122	138	159	112	130
12-set-20		109	189	142	100	154	124	170	146	132	182	110	143	150	147	153	152	92	152	163	175	107	137
13-set-20			188	150	133	134	116	175	151	118	155	93	132		143	142		121	125	147	151	131	129
14-set-20		112	171	125	102	147	134	162	134	130	94	95	128		130		141	105	120	132	153	102	119
15-set-20		68	97	66	69	77	69	92	74	76	77	44		32	73	82	80	62	63	71	79	55	70
16-set-20		97	148	92	78	107	89	127	104	93	110	60		113	93	120	120	84	85	100	106	83	85
17-set-20		94	142	72	60	104	90	116	75	87	94	45		103	88	129	122	81	64	78	105	63	71
18-set-20		59	97	55	53	74	66	89	65	73	53	42	67	63	68	89	109	58	63	69	70		66
19-set-20		108	191	122	89	144	130	164	123	127		95	134	135	131		138	104		137	153		126
20-set-20			126	85	74	80	66	108	87	82	92	54	94		88	92	88	71	80	98	94	68	88
21-set-20				36	43	39	41	52	41	43	49	32	44	37	40	49	38	30	40	41	41	31	40
22-set-20				37	45	34	45	50	47	46	49	30	43	32	34		37	29	42	47	35	31	43
23-set-20		47		37	44	49	52	60	44	49	58	31	51	35	39		46	39	36	45	44	35	40
24-set-20		78		72	75	100	84	110	84	85	102	49	92	82	89	107	96	77	69	86	97	69	83
25-set-20		109	167	121	99	140	123	159	117	130	131	52	128	126	125	138	146	103	100	104	142	111	113
26-set-20		103	182	157	123	135	117	172	154	124	178	104	140	119	131	124		101	152	178	145	119	136

**Tabela 23** – O<sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m<sup>3</sup>) e classificação da qualidade do ar – RMSP (Conclusão)

Data	RMSP																						
	Capão Redondo	Carapicuíba	Cid.Universitária-USP-IPEN	Diadema	Grajaú-Parelheiros	Guarulhos-Paço Municipal	Guarulhos-Pimentas	Ibirapuera	Interlagos	Itaim Paulista	Itaquera	Mauá	Mooca	Nossa Senhora do Ó	Parque D.Pedro II	Perus	Pico do Jaraguá	Pinheiros	S.André-Capuava	S.Bernardo-Centro	Santana	Santo Amaro	São Caetano do Sul
27-set-20		102	156	124	90	123	107	141	130	108	139		118	117	121	123		98	124	126	133	97	111
28-set-20		69	113	52	52	91	82	93	68	76	77		71	78	68	101		53	72	71	80	50	65
29-set-20	53	69	97	46	50	83	73	80	56	68	67		68	63	61	105		58	51	56	48		50
30-set-20	115	108	171	123	109	114	95	141	139	102	137		116	109	110	126	129	95	112	138	130		118
01-out-20	123	115	165	135	99	139	113	175	155	115	165	107	133	151	133	153	161	108	141	157	160		130
02-out-20	125	122		139	111	159	137	177	165	135	190	117	145	163	147	156	190	109	150	167	182	114	139
03-out-20	65	91		73	68	89	77	114	76	77	104	48	97	104	101	136		57	74	79	108	68	76
04-out-20		51		48		58	55		54	56	59	38	60	52	58	67			53	55	60	43	51
05-out-20		99		91		116	97		100	99		64	103	116	107	138			96	94	123	79	97
06-out-20		99		87		147	125		90	129	134	66	115	132	117	145	140	88	93	86	137	65	103
07-out-20		116		98		147	123		114	126	140	71	116	142	122	157	150	97	103	104	147	91	110
08-out-20		72			55	82	75		82	76	86	50	72	82	69	92	109	53	71	84	78	59	72
09-out-20		35		37	40	40	49		41	52	46	34	53	32	44		52	38	44	54	39	32	45
10-out-20		69	100	64	64	86	83		65	76	81	49	80	61	69		76	60	72	69	83	58	70
11-out-20		83	107	74	70	77	73		77	65	78	51	80	73	78		85	72	72	72	84	69	71
12-out-20		122	169	116	85	140	110		110	100	118		126	125	126	146	136	115	101	100	140	105	106
13-out-20		101	156	122	99	127	113		125	114	151		121	122	112	130	130	99	131	133	131	105	60
14-out-20		102	136	100		154	134	142	103	138	141		125	118	119	140	128	93	125	109	140	88	117

■ Boa ■ Moderada ■ Ruim ■ Muito Ruim

Fonte: CETESB (2021)

**Tabela 24** – O<sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m<sup>3</sup>) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral (Continua)

Data	INTERIOR																	LITORAL													
	Americana	Araçatuba	Araraquara	Bauru	Campinas-Taquaral	Campinas-V.União	Catanduva	Guaratinguetá	Jacaré	Jáú	Jundiá	Limeira	Marília	Paulínia	Paulínia-Sta Terezinha	Piracicaba	Presidente Prudente	Ribeirão Preto	Rio Claro-Jd.Guanabara	S.José Campos	S.José Campos-Jd.Satélite	São José do Rio Preto	Sorocaba	Tatui	Taubaté	Cubatão-Centro	Cubatão-Vale do Mogi	Santos	Santos-Ponta da Praia	São Sebastião	
05-set-20	94		109	107		108	92	111	115	108	113		43	99	118	105	114	112		103			131	99				62	52		
06-set-20	94		110	118		97	96	104	101	124	105		57	107	99	99	120	112		108			100	104				85	66		
07-set-20	119		118	148		123	111	110	120	142	125			130	138	128	133	136		137			113	112				83	62		
08-set-20	103		126	150		119	116	98	116	145	131			138	128	120	127	138		119		119	112	121				73	53		
09-set-20	107		111	153		115	109	109	110	150	127			144	122	123	124	123		122			108	114		38	17	66	47		
10-set-20	107		121	129		107	103	103	109	130	116			122	107	116	129	123		97	109			114	104		57	35	81	63	
11-set-20	110		123	147		117	122	155	110	153	112			133	131	120	124	114		118	139			131	126		46	21	72	59	
12-set-20	121		137	142			105	125	131	166	123			135	117	117	141	131		108	128			130	118		63	37	77		

**Tabela 24** – O<sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m<sup>3</sup>) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral (Conclusão)

Data	INTERIOR																	LITORAL													
	Americana	Araçatuba	Araraquara	Bauru	Campinas-Taquaral	Campinas-V. União	Catanduva	Guaratiningetá	Jacareí	Jau	Jundiaí	Limeira	Marília	Paulínia	Paulínia-Sta Terezinha	Piracicaba	Presidente Prudente	Ribeirão Preto	Rio Claro-Jd. Guanabara	S. José Campos	S. José Campos-Jd. Satélite	São José do Rio Preto	Sorocaba	Tatuí	Taubaté	Cubatão-Centro	Cubatão-Vale do Mogi	Santos	Santos-Ponta da Praia	São Sebastião	
13-set-20		123		145	123			111	131	124	131	121			118	126	120	133	122	109	127			134	123	57		80			
14-set-20		109		115	143			120	138	105	140	127			135	114	108	131	113	117	137			129	122	103		94	70		
15-set-20	104			107	88				100	116	86				78	101	101	127	115	88	103			84	94	58	22	76	61		
16-set-20	127	88		134	122		108		97	120	114	107			118	115	111	131	116	87	102	75		120	98	52	26	66	49		
17-set-20	119	101		109	121		97		103	94	127	104			113	103	107	114	115	97	112	95		124	108	42	22	65	50		
18-set-20	118	114		120	105		125	111	73	99	81	116			112	90	96	116	115	83	96			91	113	28	20	57	44		
19-set-20	146	121		134	156		124	113	143	123	145	141			134	113	118	81	128	135	157			109	131	59	29	62	51		
20-set-20	78	96		105	76		95	70	104	68	87	79			64	72	113	74	79	107	125			81	113	57	32	80	66		
21-set-20	51	77		45	47		77	37	48	48	39	56			39	40	75	92	61	39	44			43	44	36	20	58	51		
22-set-20	54	68		45	49		67	44	48	38	34	52			39	41	58	72	51	39	47			42	40	36	21	57			
23-set-20	95	91		87	76		92	61	56	83	69	94			73	85	80	79	93	54	57			77	62	47	22	44	46		
24-set-20	113	107		103	115		97	78	83	92	107	107			112	95	97	103	118	76	88			79	80	60	25	72	51		
25-set-20	130	110		131	142		123	89	106	118	136	139			138	114	118	138	131	95	117			100	91	63	30	66	49		
26-set-20		101		115	130		96	90	120	102	130	115			120		111	108	117	102	116			114	98	87	42	88	67		
27-set-20	119	99		109	118		99	94	105	102	122	108			116		107	108	111	101	111			111	97	75	40	83	61		
28-set-20	114	114		119	110		109	88	93	109	106	104			99	98	125	117	103	95	106			86	92	56	28	65	52		
29-set-20	174	129		138	147		119	118	87	139	138	174			141	159	133	137	177	83	88			79	117	37	22	68	54		
30-set-20	133	119		130	130		112	107	138	118	132	121			125	115		129	123	105	132			129	113	85	51	71	54		
01-out-20	135	121		129	131		113	120	122	122	149	119			118	120		127	125	109	134			120	123	88		70	48		
02-out-20	149	125	137	135	134		115	123	116	142	162	128			138	119		134	127	113	132			127	126	110		78	60		
03-out-20	139	122	152	145	86		131	117	85	128	122	140			104	125		164	165	84	87			99	105		40	75	61		
04-out-20	110	117	124	107	78		132	71	64	95	73	106			84	94		142	97	61	61			59	62		36	60			
05-out-20	134	133	130	147			129	83	98	133	147				130	118		127	116	82	96			108	93		22	50	49		
06-out-20	142	123	135	137			120	114	136	130	154				137	129		131	134	139	167			138	125			51	46		
07-out-20	142	126	131	147			124	104	132	118	150	135			143	122		126	146	104	125			124	113		14	47	42		
08-out-20	114	125	121	111			118	88	93	103	89	97			101	105		128	88	79	91			97	82	69	43	74	59		
09-out-20	91	135	130	100			122	71	49	96	61	89			73	85		135	90	55	66			67	64	27	10	53	44		
10-out-20	96	94	92	81			88	89	72	84	95	71		98	92	76		108	73	72	75			69	77	60	41	69	62		
11-out-20	109	106	106	92			105	73	68	85	95			102	94	96		117	105	69	70			75	75	64	45	73	69		
12-out-20	116	114	113	97			120	81	97	94	121				127	114	95		137		100	106			78	94	77	45	80	68	
13-out-20	136	128	133	127			133	93	113	118	139				149	139	115		142	124	106	118			108	104	96	51	88	68	
14-out-20	154	134	148	140			141	100	121	134		139		168	151	141		149	141	123	133			114	117	54	30	82			

■ Boa ■ Moderada ■ Ruim ■ Muito Ruim

Fonte: CETESB (2021)

**Tabela 25** – O<sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m<sup>3</sup>) e classificação da qualidade do ar – RMSP

Data	RMSP																						
	Capão Redondo	Carapicuíba	Cid.Universitária-USP-IPEN	Diadema	Grajaú-Parelheiros	Guarulhos-Paço Municipal	Guarulhos-Pimentas	Ibirapuera	Interlagos	Itaim Paulista	Itaquera	Mauá	Mooca	Nossa Senhora do Ó	Parque D.Pedro II	Perus	Pico do Jaraguá	Pinheiros	S.André-Capuava	S.Bernardo-Centro	Santana	Santo Amaro	São Caetano do Sul
07-nov-20	75	130	157	107		141	118	158	101	113	121	82	125	129	126	138	127	135	104	95	147	104	101
08-nov-20		100	163	104		127	106	176	106	96	113	89	122	120	125	146	130	136	109	99	135	111	136
09-nov-20		119	146	86		142	110	157	103	101	101	80	124	138	127	177	145	125	105	91		92	99
10-nov-20	56	69	98	61		95	94	93	70	86	110	79	77	84	73		84	69	82	72	90	60	80
11-nov-20	76	83	133	111		112	93	143	121	94	122	92	113	112	113		114	108	107	66	119	98	110
12-nov-20	54	69	103	81		97	105	108	90	103	120	104	98	70	82	96	78	68	109	100	81	76	100
13-nov-20		68	99	86		106	91	110	90	96	104	73	84	92	81	111	92	73	75	90	95	65	83
14-nov-20		85	130	106		117	93	135	114	99	141	105	118	112	117	133	111	104	108	108	130	95	111
15-nov-20		91	131	115		123	107	138	122	111	139	117	114	104	118	120	108	111	106	134	122	98	114
16-nov-20		81	125	91		101	87	127	111	90	117	95	95	112	102	123	110	90	101	111	117	79	95

■ Boa ■ Moderada ■ Ruim ■ Muito Ruim

Fonte: CETESB (2021)

**Tabela 26** – O<sub>3</sub> – Concentrações máximas diárias – médias de 8 horas (µg/m<sup>3</sup>) e classificação da qualidade do ar – Interior e Litoral

Data	INTERIOR																	LITORAL											
	Americana	Araçatuba	Araraquara	Bauru	Campinas-Taquaral	Campinas-V.Únião	Catanduva	Guaratinguetá	Jacaré	Jau	Jundiaí	Limeira	Marília	Paulínia	Paulínia-Sta Terezinha	Piracicaba	Presidente Prudente	Ribeirão Preto	Rio Claro-Jd.Guanabara	S.José Campos	S.José Campos-Jd.Satélite	São José do Rio Preto	Sorocaba	Tatui	Taubaté	Cubatão-Centro	Cubatão-Vale do Mogi	Santos	Santos-Ponta da Praia
07-nov-20	129	114	122	106	130	119	94	75	110	126	116	95	124	127			130	117	87	91		91	79	97	60	41	68	59	
08-nov-20	128	130	118	115	134	126		89	109	133	115	113	127	130			141	121	92	94		102	101	116	76		75	60	
09-nov-20	132	89	114	108	162	91		77	123	169	116	94	137	139			105	114	96	101		119	101	93	54		57	55	
10-nov-20	90	76	88	94	87	78		80	88	101	80	86	95	79	79		93	77	69	86		82	75	74	29	12	56	55	
11-nov-20	111	79	100	89	105		84	92	98	119	88	77	118	95	98		117	93	94	110		93	93	76	63	34	63	56	
12-nov-20	104	85	96	84	105	85	71	93	92	104	95	86	119	101	79		104	85	79	91		74	71	75	58	34	61	52	
13-nov-20	119	80	90	89	124	82	73	74	91	115	100		128	120	87		102	97	79	85		84	81	80	29	15	39	35	
14-nov-20	111	76	91	98	116	68	79	84	97	133	96	83	104	103	91		95	94	91	90		101	91	93	33	16	42	35	
15-nov-20	106	81	96	94	111	77	80	78	92	113	93	87	105	101	88		101	90	85	90		90	83	95	81	49	61	50	
16-nov-20	97	87	100	92	94	85	89	68	98	104	74	86	89	79	72		110	83	78	79		83	75	85	72	39	66	61	

■ Boa ■ Moderada ■ Ruim ■ Muito Ruim

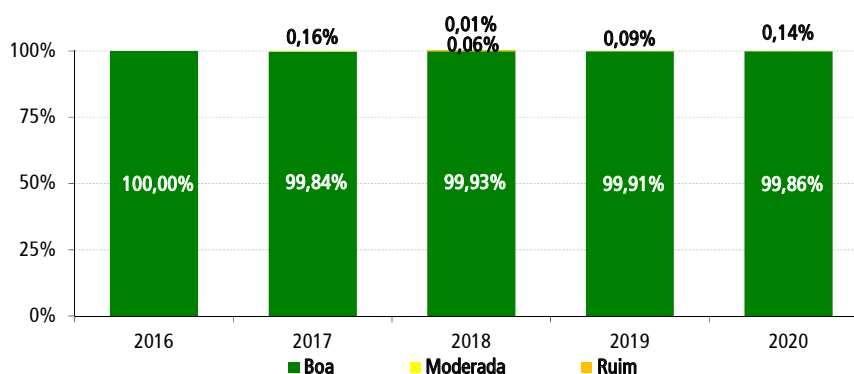
Fonte: CETESB (2021)

### 5.2.3 Resultados – Dióxido de Nitrogênio – NO<sub>2</sub>

As medições de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), que também é precursor do ozônio, mostraram que, em 2020, não houve ultrapassagem do padrão horário (260 µg/m<sup>3</sup>) em nenhuma das estações da RMSP, sendo registrada a máxima concentração horária na estação Marg. Tietê-Ponte dos Remédios (226 µg/m<sup>3</sup>), seguida por Congonhas e Santo André-Capuava (214 µg/m<sup>3</sup>).

A distribuição percentual da qualidade do ar nas estações da RMSP, nos últimos cinco anos, é apresentada no **Gráfico 41**, em que se verifica que, para esse poluente, a qualidade do ar foi predominantemente BOA.

**Gráfico 41** – NO<sub>2</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP

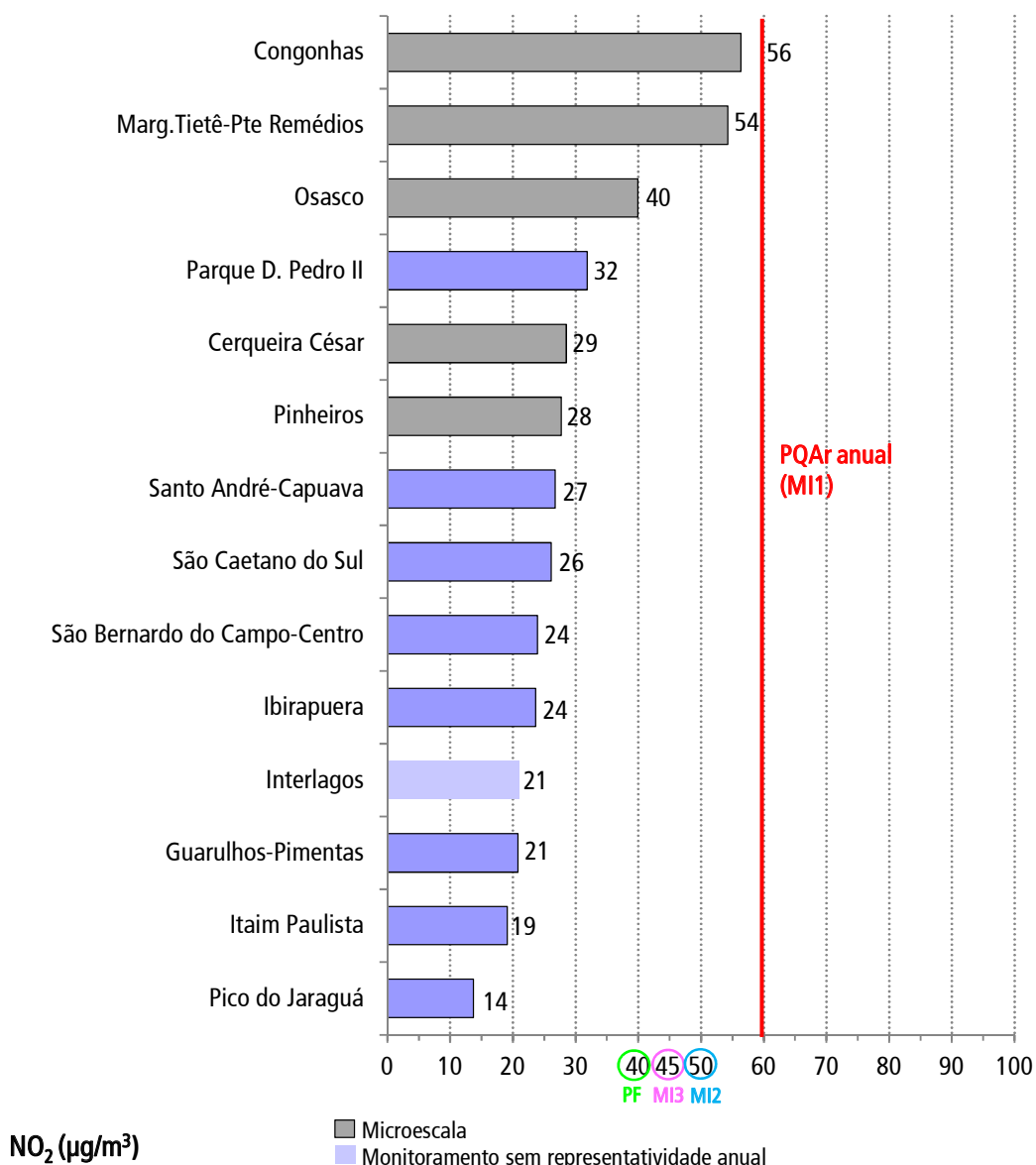


Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade anual.

Em 2020, não houve ultrapassagem do padrão anual (60 µg/m<sup>3</sup>) em nenhuma estação da RMSP (**Gráfico 42**). Comparando-se as médias anuais obtidas em 2020, com os valores de referência estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 para essas médias, observa-se que na RMSP todas as estações distantes das vias de tráfego atenderam ao Padrão Final, que é a última etapa das metas progressivas a ser atingida, conforme o Decreto. Nota-se que, das cinco estações com representatividade espacial de microescala, as estações Osasco, Cerqueira César e Pinheiros também atenderam ao Padrão Final, apesar de estarem próximas a vias de tráfego. Das duas estações restantes, Congonhas e Marginal Tietê-Ponte dos Remédios, com os maiores valores observados na RMSP, atenderam ao valor da Meta Intermediária 1 (MI1), que é o padrão de qualidade do ar vigente.

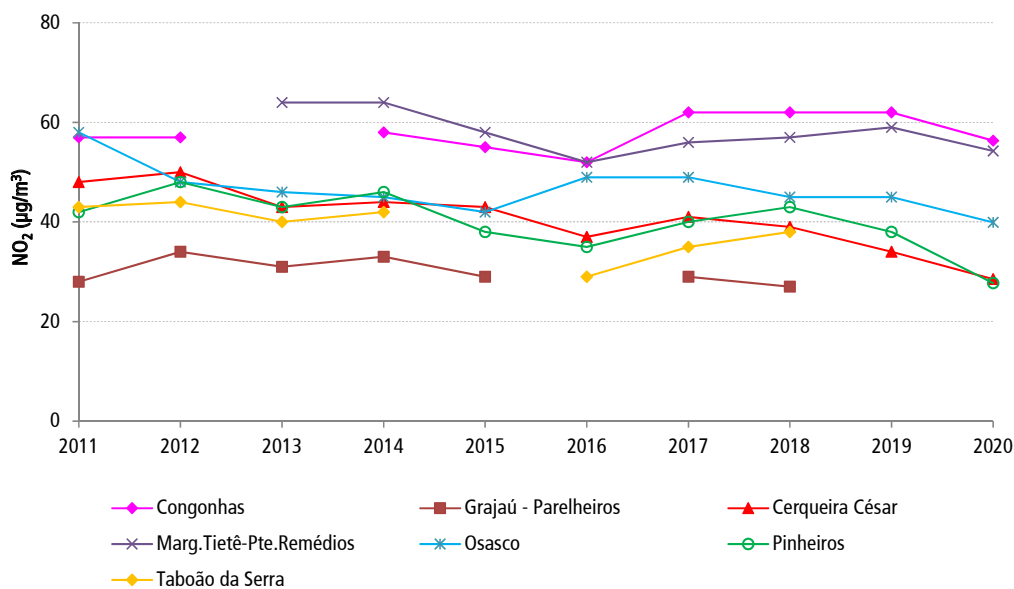
**Gráfico 42** – NO<sub>2</sub> – Concentrações Médias Anuais – RMSP – 2020

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

MI1 = PQA; MI2 e MI3 = Metas Intermediárias; PF = Padrão Final, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013

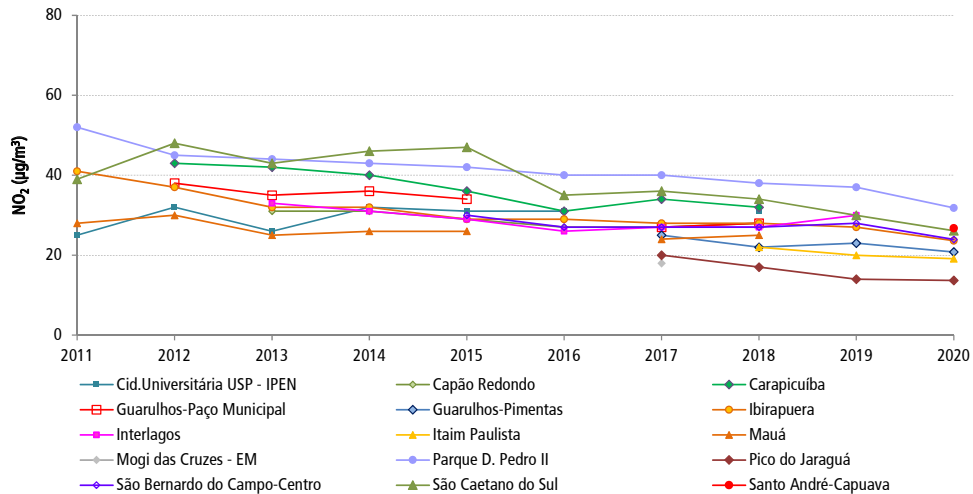
Os **Gráficos 43 e 44** apresentam a evolução das concentrações médias anuais desse poluente na RMSP, para as estações com representatividade espacial de microescala, mais próximas às vias de tráfego, e para as estações com as demais escalas de representatividade espacial (ver seções [3.3.2](#) e [4.2](#) e [Apêndice 5](#)), mais distantes das vias de tráfego, respectivamente.

**Gráfico 43 – NO<sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP – Microescala**

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Estações fixas com representatividade anual.

**Gráfico 44 – NO<sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP – Demais escalas**

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Estações fixas com representatividade anual.

De maneira geral, na RMSP, os níveis observados nas estações próximas de vias de tráfego foram maiores do que nas estações mais distantes das vias. Houve redução das concentrações médias anuais em 2020, em relação à 2019, nas estações da RMSP.

O isolamento social estabelecido no estado de São Paulo, por causa da pandemia, provocou uma diminuição das atividades e conseqüentemente da circulação de veículos, principalmente nos primeiros meses da quarentena, reduzindo as emissões atmosféricas geradas por esse tipo de fonte na Região Metropolitana de São Paulo. Desse modo, as médias mensais de concentração de  $\text{NO}_2$ , nesses primeiros meses, sofreram redução tanto nas estações de microescala, como nas estações de bairro.

Em relação à Baixada Santista, não ocorreram ultrapassagens do padrão de curto prazo de  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e nem do padrão de longo prazo de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . As máximas concentrações horárias registradas foram:  $226 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Cubatão-Centro,  $169 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Cubatão-Vila Parisi,  $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Cubatão-Vale do Mogi e  $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em Santos-Ponta da Praia.

Nas estações do interior do estado, as concentrações se mantiveram abaixo dos padrões, tanto de curto prazo quanto de longo prazo. As máximas concentrações horárias registradas foram: Presidente Prudente ( $179 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), São José do Rio Preto ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Limeira ( $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Santa Gertrudes ( $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Jaú ( $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

De maneira geral, as concentrações médias têm se mantido nos mesmos níveis na maioria das estações do interior nos últimos anos.

Na Baixada Santista e no interior, quase todas as estações apresentaram médias anuais menores que o Padrão Final para esse poluente em 2020, à exceção da estação Cubatão-Vila Parisi, que atendeu apenas à Meta Intermediária 1 (MI1).

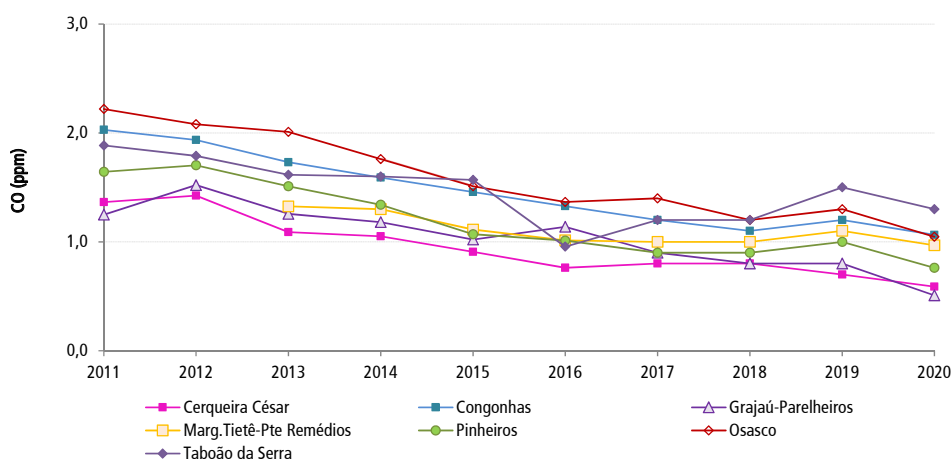
#### 5.2.4 Resultados – Monóxido de Carbono – CO

Desde 2008, não tem ocorrido ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de 8 horas para o monóxido de carbono (9 ppm) em nenhuma das estações da RMSP. Em 2020, a qualidade do ar foi classificada como BOA em todas as medições realizadas nas 15 estações que monitoraram esse poluente na RMSP. A maior concentração média de 8 horas observada foi 5,2 ppm, na estação São Caetano do Sul, seguida pelas estações Congonhas e Taboão da Serra, com valor de 4,3 ppm.

Observa-se, nos **Gráficos 45 e 46**, que apresentam a evolução das concentrações médias anuais das concentrações máximas diárias (médias de 8 horas) desse poluente na RMSP, para as estações com representatividade espacial de microescala e demais escalas de representatividade, respectivamente, que, apesar de o aumento da frota ao longo dos anos, as concentrações atuais são menores que as observadas na década de 2000, principalmente devido à redução das emissões dos veículos leves novos, em atendimento aos limites cada vez mais rígidos do PROCONVE e do PROMOT, associada à renovação da frota existente. Essa queda, que foi mais acentuada no início da década de 2000, tem se dado de maneira mais lenta nos últimos anos.

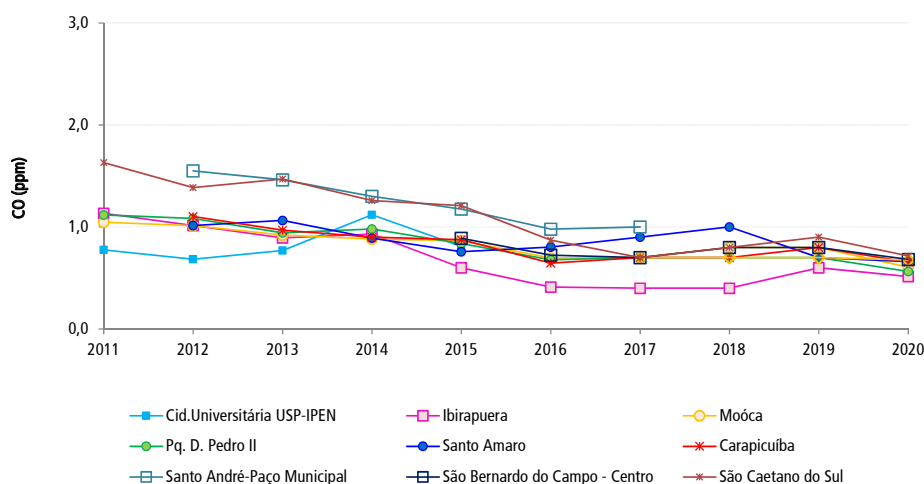
Pode-se observar que as reduções das concentrações ao longo do tempo na RMSP se deram de forma mais significativa, em estações localizadas próximas a vias de tráfego intenso (microescala) (**Gráfico 45**) do que em estações que estão mais distantes deste tipo de via (demais escalas de representatividade espacial) (**Gráfico 46**). Em 2020, houve redução nas concentrações médias tanto das estações de microescala quanto das estações das demais representatividades, em relação a 2019.

**Gráfico 45** – CO – Evolução das médias anuais das concentrações máximas diárias (médias de 8 horas) – RMSP - Microescala



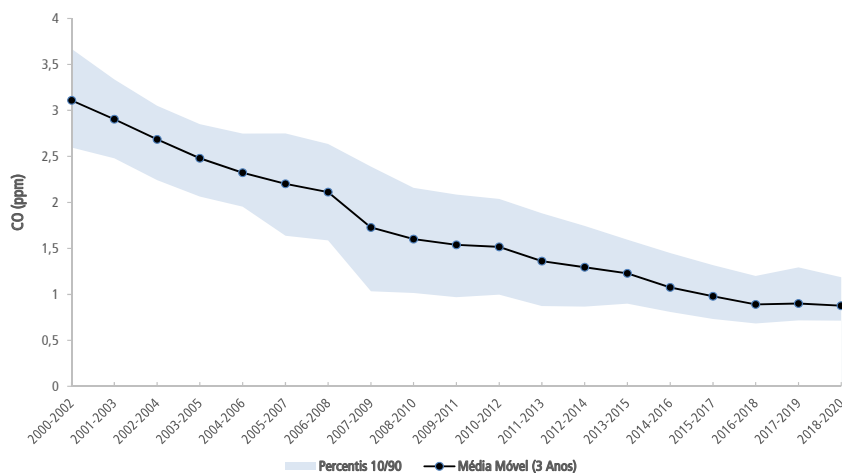
Fonte: CETESB (2021)

**Gráfico 46** – CO – Evolução das médias anuais das concentrações máximas diárias (médias de 8 horas) – RMSP – Demais escalas



Fonte: CETESB (2021)

No **Gráfico 47**, é apresentada a evolução da média das médias móveis de três anos, obtidas para as estações da RMSP, calculada a partir das médias anuais das concentrações máximas diárias (média de 8 horas) de CO, considerando a base de estações com monitoramento anual representativo. A média móvel de três anos foi utilizada de forma a atenuar a influência das variações meteorológicas de ano para ano. A área hachurada em azul do gráfico indica o intervalo delimitado entre os valores dos percentis 10 (limite inferior) e 90 (limite superior). Nesse caso, o percentil 90 indica que 90% das estações consideradas apresentaram média móvel de três anos abaixo do valor apresentado no gráfico.

**Gráfico 47** – CO – Evolução das médias móveis das máximas diárias (média de 8 horas) – RMSP

Fonte: CETESB (2021)

Base RMSP: Todas as estações com monitoramento anual representativo, exceto Lapa.

Os veículos são responsáveis por cerca de 96 % das emissões de CO na RMSP (ver [seção 4.3](#)), dessa forma, há uma correlação estatística muito alta, entre as médias anuais das concentrações máximas de 8 horas das estações da RMSP no período de 2006 a 2019, e a estimativa da evolução das emissões veiculares de CO para a RMSP (vide [Gráfico 3](#)).

Assim como observado para o NO<sub>2</sub>, as médias de concentração de CO também sofreram redução imediatamente posterior à decretação de medidas restritivas, tanto nas estações de microescala, como nas demais escalas de representatividade.

O período de isolamento social resultou em redução dos níveis dos poluentes emitidos tipicamente por veículos, como no caso do monóxido de carbono. Além do menor número de veículos em circulação, as condições mais livres do trânsito também contribuíram para uma menor emissão de poluentes.

Essa queda ocorreu principalmente em abril, no período de início do isolamento, influenciada pela diminuição de circulação de veículos leves e pelas condições meteorológicas favoráveis à dispersão dos poluentes primários (emitidos diretamente pelas fontes), com boa ventilação.

Nos meses subsequentes, com a retomada parcial das atividades na RMSP e a ocorrência de dias com condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão desse poluente, observou-se um ligeiro aumento nas concentrações de CO. O nível observado, porém, se manteve de maneira geral menor do que em igual período de 2019.

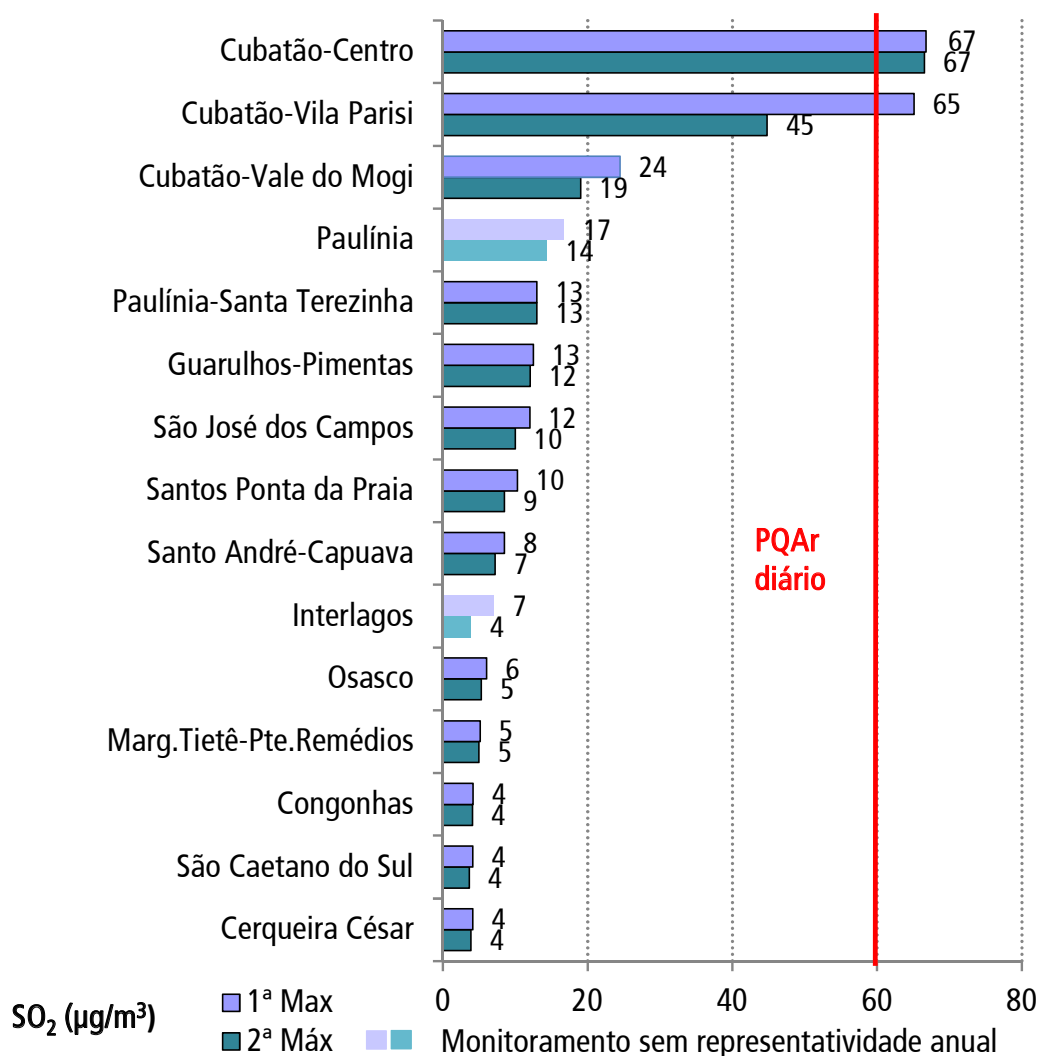
Em 2020, além das estações de monitoramento da RMSP, o monóxido de carbono foi monitorado nas estações Campinas-Centro, Ribeirão Preto e São José dos Campos-Jd. Satélite, alcançando as concentrações máximas de 8 horas de 2,1 ppm, 2,4 ppm e 2,1 ppm, respectivamente, valores esses bem abaixo do PQAr (9 ppm).

### 5.2.5 Resultados – Dióxido de Enxofre – SO<sub>2</sub>

Observa-se no **Gráfico 48** que, em 2020, não houve ultrapassagem do PQAr diário (60 µg/m<sup>3</sup>) de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) em nenhuma das estações da RMSP que monitoram esse poluente. Na RMSP, a qualidade do ar

foi classificada como BOA em todas as medições de curto prazo realizadas, sendo registrada a máxima concentração diária ( $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na estação automática Guarulhos-Pimentas. O valor da média anual variou entre 1 e  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dentre as estações da RMSP. Nas estações da Baixada Santista foram observadas duas ultrapassagens do PQA<sub>r</sub> diário ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) em Cubatão-Centro e uma ultrapassagem na estação Cubatão-Vila Parisi. Nas demais estações da Baixada Santista e do interior do estado, não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo.

**Gráfico 48** –  $\text{SO}_2$  – Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020



Fonte: CETESB (2021)

O **Gráfico 49** apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar nas estações da RMSP, Baixada Santista e interior do estado, nos últimos cinco anos.

**Gráfico 49** – SO<sub>2</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP, Baixada Santista e Interior

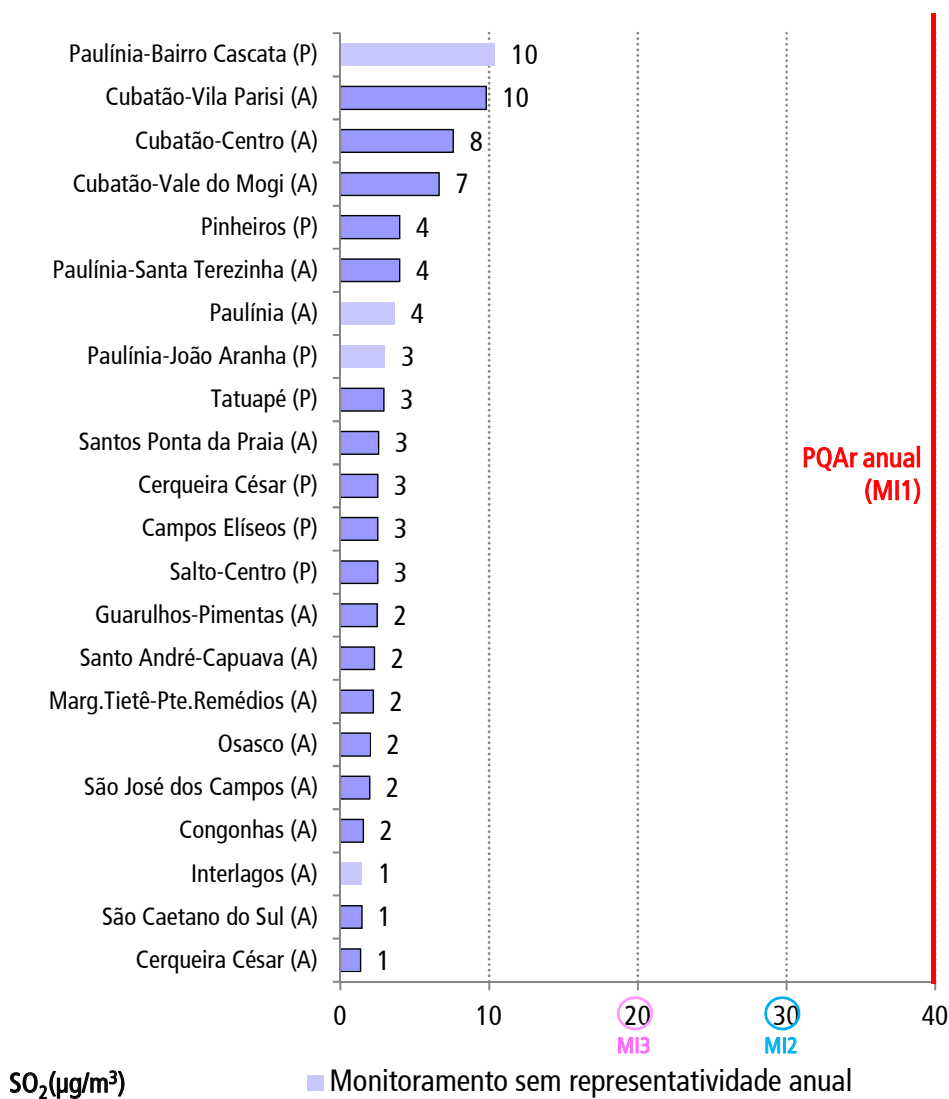
Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Estações automáticas com monitoramento anual representativo.

No **Gráfico 50**, observa-se que não houve ultrapassagem do PQAr anual ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nas estações da RMSP, Baixada Santista e no interior do estado. Na Baixada Santista, a maior média anual foi registrada na estação automática Cubatão-Vila Parisi; e no interior do estado, na estação automática Paulínia-Sta. Terezinha. Nas estações manuais com amostradores passivos e com representatividade anual dos dados, a estação Pinheiros registrou a maior média anual ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), sendo que na maioria dessas estações os valores se aproximaram do limite de detecção do método. Observa-se também que em 2020, todas as estações atenderam à Meta Intermediária 3 (MI3) que, conforme o Decreto Estadual nº 59.113/2013, é a última etapa a ser atingida para as concentrações médias anuais desse poluente.

**Gráfico 50** – SO<sub>2</sub> – Concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020

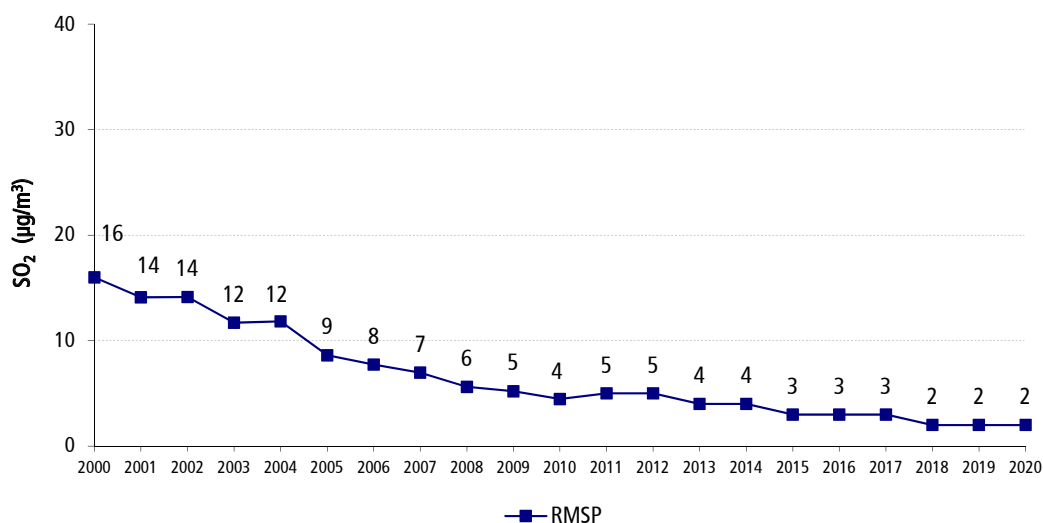


Fonte: CETESB (2021)

Nota:

MI1 = PQAr; MI2 e MI3 = Metas Intermediárias, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013

No **Gráfico 51**, observa-se que os níveis de dióxido de enxofre na RMSP vêm sendo reduzidos ao longo dos anos, como resultado, principalmente, do controle exercido sobre as fontes fixas e da redução do teor de enxofre dos combustíveis, tanto industrial como automotivo.

**Gráfico 51** – SO<sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base RMSP: Estações automáticas e amostradores passivos com monitoramento anual representativo.

A **Tabela 27** exemplifica algumas das principais alterações dos teores de enxofre no diesel comercializado no Brasil, desde 2006. A utilização do diesel com baixo teor de enxofre, tais como S-50 e S-10, foi obrigatória para poder viabilizar a introdução das novas tecnologias de controle, mas também permitiu a redução da emissão de alguns poluentes nos veículos mais antigos. Pelo mesmo motivo, a partir de 2014, a gasolina passou a ter teor máximo de enxofre de 50 mg/kg em substituição ao limite de 800 mg/kg, vigente até então, o que também contribuiu para a redução das concentrações de SO<sub>2</sub> na atmosfera.

**Tabela 27** – SO<sub>2</sub> – 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 (2021) adaptado de CETESB (2020b)

## 5.2.6 Outros Poluentes

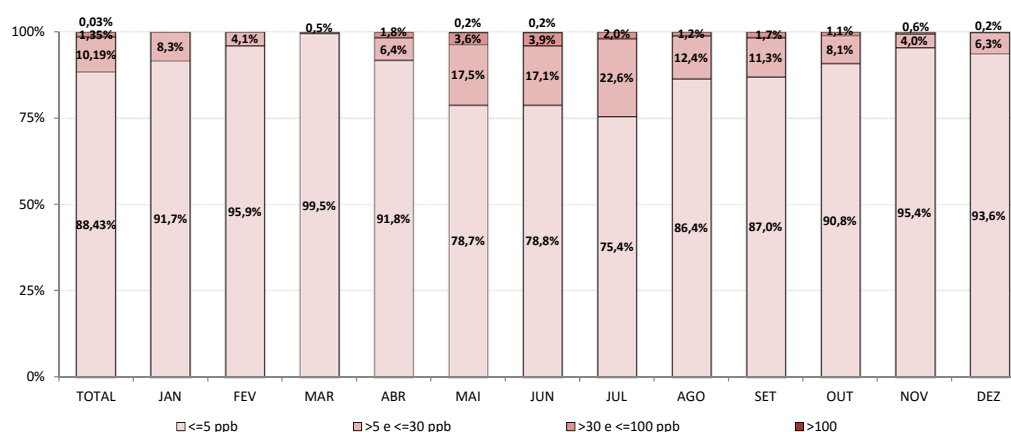
Nesta seção, são apresentados os resultados dos monitoramentos de poluentes que não possuem padrões de qualidade do ar estabelecidos nas legislações nacional e estadual vigentes.

### 5.2.6.1 Enxofre Reduzido Total - ERT

Alguns bairros residenciais, na cidade de Americana, localizam-se na área de influência de indústrias, cujos processos são passíveis de emitir compostos de enxofre reduzido para a atmosfera, compostos estes que se caracterizam por produzir odor desagradável, semelhante ao de ovo podre ou repolho, mesmo em baixas concentrações. Em razão disso, a CETESB tem monitorado no município, por meio de convênio firmado com indústria da região, as concentrações de Enxofre Reduzido Total (ERT).

O **Gráfico 52** apresenta a distribuição percentual mensal, por faixa de concentração, calculada com base nos dados horários válidos obtidos em 2020.

**Gráfico 52** – ERT - Distribuição percentual das concentrações horárias – Americana – 2020



Fonte: CETESB (2021)

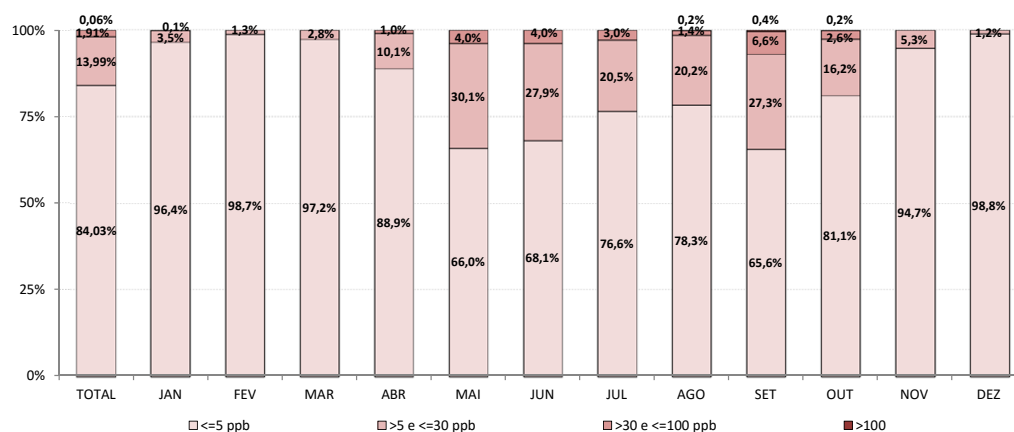
Nota:

Base: Dados de ERT com arredondamento.

Dados históricos de ERT, de anos anteriores a 2018, estão disponíveis na estação Americana-Vila Santa Maria.

Além de emissões industriais diretas para a atmosfera, condições de degradação dos corpos hídricos, devido ao lançamento de efluentes sanitários, fazem com que os corpos de água possam apresentar condições que favorecem a decomposição anaeróbica da matéria orgânica e a redução biológica dos sulfatos carregados pelo rio, ocasionando a emissão de compostos de enxofre reduzido para a atmosfera.

Dessa forma, na RMSP, há monitoramento de ERT na estação Marginal Tietê-Ponte dos Remédios. O **Gráfico 53** apresenta a distribuição percentual mensal, por faixa de concentração, calculada com base nos dados horários válidos obtidos em 2020. Em razão das concentrações horárias obtidas nesse local, pode haver, em determinadas ocasiões, incômodo por odor, principalmente nos meses de inverno.

**Gráfico 53** – ERT - Distribuição percentual das concentrações horárias – Marginal Tietê-Ponte dos Remédios – 2020

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

Base: Dados de ERT com arredondamento.

O limite de percepção de odor para o  $H_2S$  é de 5 ppb, entretanto, mesmo com 30 ppb de ERT ainda uma parcela considerável da população não detecta o odor. No Brasil não há padrão de qualidade do ar para esse poluente

### 5.2.6.2 Aldeídos

Os aldeídos são emitidos diretamente para a atmosfera por diversas fontes, das quais se destacam os veículos automotores. Podem ainda ser formados na atmosfera por meio de reações químicas, mediante a oxidação de hidrocarbonetos e desempenham papel de relevância na química da atmosfera, pois, podem afetar a qualidade do ar de forma direta ou indireta, sendo precursores de ozônio e precursores na formação de aerossol orgânico em áreas urbanas.

Não existe padrão de qualidade do ar para esses poluentes na legislação nacional vigente.

Entre 2014 e 2017, foi realizado o monitoramento de formaldeído e acetaldeído na estação Pinheiros, localizada a cerca de 250 metros da Marginal do Rio Pinheiros, e que sofre influência significativa das emissões veiculares, cujos resultados estão apresentados nos **Tabelas S e T** do [Apêndice 4](#).

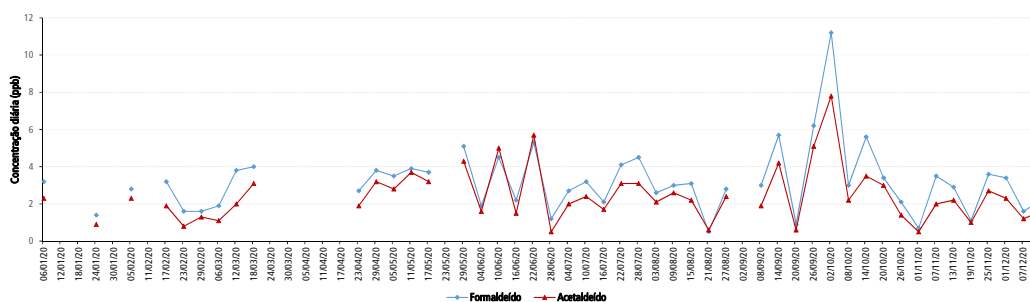
Em 2018 e 2019, o monitoramento de formaldeído e acetaldeído foi efetuado na estação Cerqueira César, que sofre também influência significativa das emissões veiculares.

Em 2020, o monitoramento passou a ser realizado na estação Santo-André-Capuava, que sofre também influência de fontes industriais. As amostragens foram realizadas a cada 6 dias, por período de 24 horas.

A média das concentrações de formaldeído em 2020 foi 3,2 ppb, com 1ª máxima diária de 11,2 ppb (2/10), enquanto a média das concentrações de acetaldeído foi 2,4 ppb, com 1ª máxima diária de 7,8 ppb (2/10), resultados da mesma ordem de grandeza dos observados na estação Cerqueira César em 2019. Os resultados também estão apresentados nos **Tabelas S e T** do [Apêndice 4](#).

No **Gráfico 54** é apresentado o perfil das concentrações diárias de aldeídos observados em 2020, na estação Santo André-Capuava.

**Gráfico 54 – Aldeídos - Perfil das concentrações diárias – Santo André-Capuava – 2020**



Fonte: CETESB (2021)

### 5.2.6.3 Benzeno e Tolueno

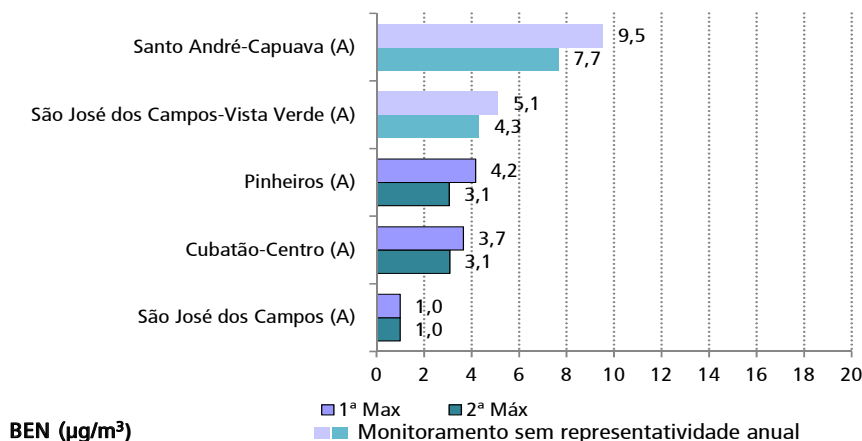
Benzeno e tolueno são compostos orgânicos voláteis que constam da lista de poluentes atmosféricos classificados como perigosos (ESTADOS UNIDOS, 1990).

Algumas das principais fontes de emissão desses compostos são os veículos a gasolina, quer pela emissão de produtos não queimados pelo escapamento, quer pela evaporação em diferentes partes do veículo e de maneira indireta pelos processos de distribuição de combustível, além das instalações industriais, como refinarias de petróleo e instalações de armazenamento da indústria petroquímica.

O Brasil não possui padrão de qualidade do ar para esses poluentes. A União Europeia adota o valor de referência para o benzeno de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média aritmética anual (EUROPA, 2008), enquanto a OMS indica o valor guia de  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de tolueno, média semanal, para a proteção à saúde da população (WHO, 2000).

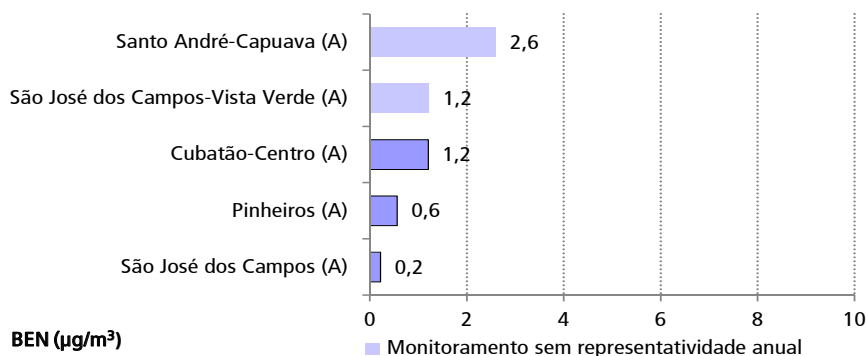
No município de São José dos Campos, em 2015, iniciou-se o monitoramento automático de benzeno e tolueno nas estações São José dos Campos e São José dos Campos-Vista Verde. Em 2017, esse monitoramento foi estendido para as estações Pinheiros e Santo André-Capuava, na RMSP; para Cubatão-Centro, no litoral, e para Paulínia, no interior.

O **Gráfico 55** apresenta a classificação das concentrações máximas diárias de benzeno em 2020, nas estações da RMSP, da Baixada Santista e do interior do estado.

**Gráfico 55** – Benzeno – Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020

Fonte: CETESB (2021)

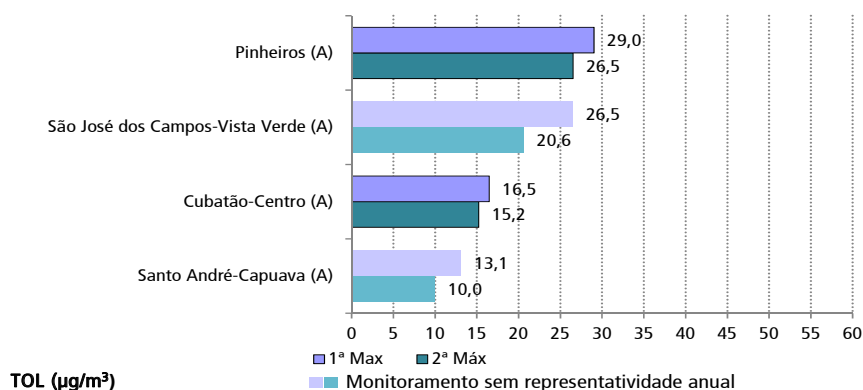
O **Gráfico 56** apresenta as concentrações médias anuais de benzeno em 2020, nas estações da RMSP, da Baixada Santista e do interior.

**Gráfico 56** – Benzeno – Classificação das concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020

Fonte: CETESB (2021)

As concentrações médias anuais de benzeno detectadas em todas as estações, tanto em áreas industriais quanto urbanas, ficaram abaixo do valor de referência adotado pela União Europeia para benzeno,  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  – média anual.

O **Gráfico 57** apresenta a classificação das concentrações máximas diárias de tolueno em 2020, nas estações da RMSP, da Baixada Santista e do interior do estado.

**Gráfico 57** – Tolueno - Classificação das concentrações máximas diárias – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020

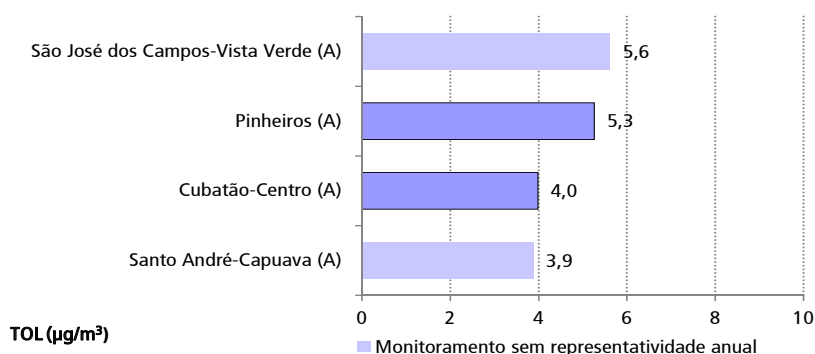
Fonte: CETESB (2021)

Nota:

São José dos Campos (A) sem dados em 2020.

Considerando-se que todas as máximas diárias estão muito abaixo do valor guia OMS, pode-se inferir que as médias semanais também atendem à recomendação da OMS em todos os locais monitorados.

O **Gráfico 58** apresenta as concentrações médias anuais de tolueno em 2020, nas estações da RMSP, da Baixada Santista e do interior do estado.

**Gráfico 58** – Tolueno – Classificação das concentrações médias anuais – RMSP, Baixada Santista e Interior – 2020

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

São José dos Campos (A) sem dados em 2020.

A estação Pinheiros sofre influência significativa das fontes emissões veiculares, estando muito próxima de vias de tráfego intenso e não possui fontes industriais emissoras desses poluentes em seu entorno. As demais estações possuem características locais distintas, com influência de fontes de emissões industriais nas proximidades.

### 5.2.7 Estudos Especiais

Nesta seção, são apresentados os resultados dos estudos de compostos orgânicos voláteis (COV) realizado no município de Paulínia e das concentrações de carbono orgânico e carbono elementar no MP<sub>2,5</sub>, realizado no município de São Paulo.

### 5.2.7.1 Estudos dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV) na atmosfera do município de Paulínia - SP

Localizado na Região Metropolitana de Campinas, o município de Paulínia possui um grande parque industrial, no qual estão contidas diversas fontes potencialmente emissoras de poluentes atmosféricos, destacando-se o polo petroquímico, várias distribuidoras de derivados de petróleo, diversas indústrias químicas além de indústrias de fertilizantes. A presença dessas fontes tem propiciado maior atenção por parte dos órgãos públicos no que se refere às condições da qualidade do ar do município.

Dentre os poluentes presentes na atmosfera, além dos regulamentados na legislação, destacam-se os compostos orgânicos voláteis (COV), que podem originar-se naturalmente, a partir de emissões biogênicas e/ou resultar de atividades antropogênicas, como emissões veiculares, produtos de petróleo, químicos, indústrias manufatureiras, operações de pintura, entre outras. A avaliação e o controle desses compostos têm grande importância, pois desempenham um papel importante na formação do conjunto de oxidantes fotoquímicos, dos quais se destaca o ozônio. Acrescenta-se que grande parte dos COV são classificados como perigosos à saúde humana.

As concentrações de 17 compostos orgânicos voláteis foram medidas na atmosfera do município de Paulínia, no período de agosto a novembro de 2017, em cinco pontos de monitoramento simultaneamente. Esse estudo foi publicado, em 2021, no relatório "[Estudos dos Compostos Orgânicos Voláteis \(COV\) na atmosfera do município de Paulínia – SP](#)" (CETESB, 2021h).

Os compostos que apresentaram concentrações mais elevadas foram: tolueno, ciclohexano e isopropilbenzeno, sendo as maiores concentrações obtidas na área central da cidade, onde a principal fonte são as emissões veiculares, foi também o local que apresentou maior razão tolueno/benzeno (3,7).

Como o município de Paulínia possui um grande polo industrial, com a presença de refinaria, indústrias químicas, bases de armazenamento de combustível etc., a relação entre tolueno e benzeno pode estar influenciada pela contribuição de diferentes tipos de fontes (industriais e veiculares), somada à degradação fotoquímica mais rápida do tolueno.

Houve uma alta correlação entre as concentrações de tolueno e benzeno no ponto localizado na região noroeste da cidade, ( $R = 0,65$ ) sugerindo que, nesse local, esses poluentes provavelmente se originam das mesmas fontes.

Apesar de as concentrações de benzeno não completarem um ano de amostragem, os valores observados no período de medição indicam que muito provavelmente as concentrações médias anuais encontram-se abaixo do valor indicado pela Comunidade Europeia -  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (média anual).

A comparação dos resultados desse estudo com valores de outras localidades mostrou que as médias de concentração obtidas em Paulínia foram inferiores aos estudos realizados na cidade de São Paulo em anos anteriores. Observa-se que as médias de benzeno obtidas foram semelhantes às observadas no Japão, em áreas urbanas dos EUA e em estudos mais recentes em São Paulo. Já as médias de tolueno foram menores que as concentrações observadas em outros países.

### 5.2.7.2 Evolução das concentrações de Carbono Orgânico e Carbono Elementar no $\text{MP}_{2,5}$ na atmosfera de São Paulo (Cerqueira César)

O material carbonáceo em ambientes urbanos e remotos é um dos mais importantes componentes do material particulado com diâmetro aerodinâmico de corte de  $2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{MP}_{2,5}$ ) e está relacionado com o impacto

do aerossol na saúde, visibilidade e clima. A fração carbonácea do material particulado consiste em carbono elementar (C.E.) e uma variedade de carbonos orgânicos (C.Org).

Os aerossóis de carbono orgânico formam-se durante a combustão incompleta, que representa a principal fonte primária de emissão. Também podem ser formados por meio de reações fotoquímicas entre compostos orgânicos voláteis e espécies oxidativas na atmosfera e subsequente conversão gás-partícula sendo denominado carbono orgânico secundário.

O carbono elementar tem uma estrutura similar ao grafite e é emitido diretamente para a atmosfera em processos de combustão, dessa forma, possui apenas fontes primárias de emissão.

Os teores de carbonos orgânico (C. Org) e elementar (C.E.), nas partículas inaláveis finas ( $MP_{2,5}$ ), foram medidos na estação Cerqueira César, pertencente a rede de avaliação da qualidade do ar da CETESB, nos anos de 2009, 2010, 2011, 2012, 2015 e 2016. As amostragens foram realizadas a cada seis dias durante 24 horas. Os resultados desse monitoramento foram publicados, em 2021, no relatório "[Evolução das concentrações de Carbono Orgânico e Carbono Elementar no  \$MP\_{2,5}\$  na atmosfera de São Paulo \(Cerqueira César\)](#)" (CETESB, 2021i).

Na **Tabela 28** são apresentadas as concentrações médias anuais de  $MP_{2,5}$  e das diferentes frações de material carbonáceo, orgânico (C. Org), elementar (C.E.) e total (C.T.).

**Tabela 28** – Concentrações médias anuais de  $MP_{2,5}$  e frações de carbono

Ano	Nº de dados	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		$MP_{2,5}$	C.Org	C.E.	C.T.
2009	40	16	5,0	4,5	9,5
2010*	28	22	6,6	4,9	11,5
2011	37	21	5,2	3,9	9,1
2012	36	20	6,0	4,4	10,4
2015	42	19	5,8	4,7	10,5
2016	33	16	5,4	3,4	8,8

Fonte: CETESB (2021) adaptado de (CETESB, 2021i)

Nota:

\*Não atendeu ao critério de representatividade anual dos dados

C.Org = Carbono Orgânico; C.E. = Carbono Elementar; C.T. = Carbono Total

Observou-se que as médias anuais de  $MP_{2,5}$  apresentaram tendência de queda ao longo dos anos, a partir de 2010, o que não foi observado no caso das concentrações de carbono, que se mantiveram mais constantes.

A porcentagem média de C.T., no  $MP_{2,5}$ , observada, na estação Cerqueira César, no período monitorado foi de 53% representando praticamente a metade da concentração das partículas inaláveis finas.

O comportamento sazonal do C.Org e C.E. é semelhante ao do  $MP_{2,5}$ , ou seja, ocorreu um aumento das médias mensais no período do inverno, quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão de poluentes primários no município de São Paulo.

O conjunto total dos dados medidos no período de 2009 a 2012 e 2015 e 2016 mostrou correlação moderada entre as concentrações de  $MP_{2,5}$  e C.E. e forte correlação entre  $MP_{2,5}$  e carbono orgânico.

De maneira geral, há uma forte correlação entre C.Org e C.E. indicando que as fontes de poluição de ambos são similares. Maiores razões C.Org/C.E. foram observadas na primavera, seguida do inverno, outono e as menores razões obtidas no verão.

Em que pese a comparação dos resultados ser complexa, uma vez que foram utilizadas diferentes condições, como métodos de amostragem e análise, bem como diferentes períodos de monitoramento, e locais de amostragem com características distintas, os valores de C.Org em São Paulo foram, de maneira geral, da mesma ordem de grandeza dos obtidos em cidades dos EUA e da União Europeia. Os teores de C.E. foram, em geral, maiores que os medidos nessas outras cidades.

# 6 • Medidas de Gestão das Fontes de Poluição Atmosférica

Nesta seção, são apresentadas as principais medidas implementadas ou em fase de implementação, visando aprimorar o controle das fontes fixas e móveis de poluição atmosférica no estado de São Paulo.

## 6.1 Fontes Estacionárias

A CETESB desenvolve uma série de ações de rotina para o controle preventivo de emissões por meio do licenciamento ambiental e corretivo baseado na fiscalização das fontes estacionárias.

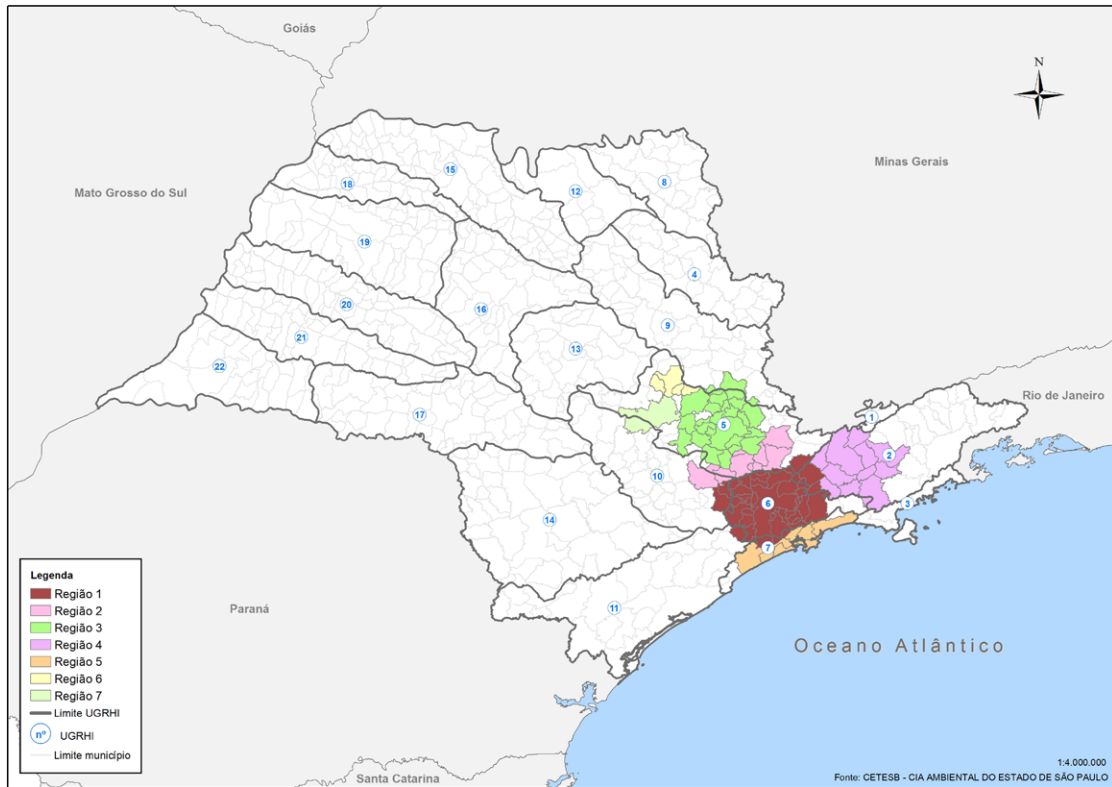
Além disso, desde sua criação, a CETESB vem adotando medidas de gestão por meio de programas de controle de emissões de fontes estacionárias de forma a mitigar a poluição atmosférica gerada na atividade industrial e que foram precursores do Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias (PREFE).

O PREFE é um conjunto de ações que tem como objetivo final reduzir, proporcionalmente, a contribuição das fontes industriais na poluição atmosférica para o pleno atendimento aos padrões vigentes de qualidade do ar no estado de São Paulo, previsto no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013). Aprovado pela Decisão de Diretoria nº 289/2014/P e apresentado ao CONSEMA em 18/11/2014, o PREFE publicado em 2014 definiu as áreas de abrangência do plano (Regiões de Controle de Qualidade do Ar) e relacionou as principais fontes estacionárias de poluição atmosférica de cada região (CETESB, 2014). Foram programadas algumas medidas de controle direcionadas às fontes significativas de poluição que deveriam se observar no licenciamento e na operação das indústrias para que essas regiões reduzam a desconformidade, ou mesmo, alcancem a conformidade com o padrão vigente de qualidade do ar.

Considerando os dados e as informações da rede de monitoramento de qualidade do ar da CETESB, a abrangência das áreas administrativas do estado e as características regionais das fontes de emissão foi adotado nesse planejamento um recorte específico de áreas no estado de São Paulo, denominado Região de Controle (RC), com o objetivo de racionalizar os esforços necessários na implementação das ações de controle, de forma a reduzir a emissão de poluentes nas áreas que não atendem aos padrões de qualidade do ar vigentes.

A seguir, o **Mapa 6** apresenta as sete Regiões de Controle do PREFE 2014 no estado de São Paulo; e o **Mapa 7** apresenta os municípios abrangidos pelas Regiões de Controle do PREFE 2014.

**Mapa 6 – Regiões de Controle do PREFE 2014 no estado de São Paulo**



Fonte: CETESB (2021), adaptado de (CETESB, 2014)

**Mapa 7 – Municípios abrangidos pelas Regiões de Controle do PREFE 2014**



Fonte: CETESB (2021), adaptado de (CETESB, 2014)

O PREFE estabelece metas de redução de emissões proporcionais à participação das fontes fixas e móveis no total das emissões da sub-região e adota instrumentos e diretrizes como:

- Classificação das estações de monitoramento da qualidade do ar com relação aos padrões;
- Inventário de fontes fixas e móveis;
- Lista de empreendimentos de maior contribuição para a condição de criticidade da qualidade do ar nas sub-regiões, considerando as informações disponíveis no inventário de fontes e no licenciamento ambiental;
- Metas calculadas com base na diferença entre as médias de concentração de classificação da sub-região nos últimos três anos e o padrão de qualidade a ser atendido;
- Participação de redução de emissões das fontes fixas e móveis, calculado com base nos inventários;
- Convergência com planos, programas, ações e metas definidos para o atendimento da Política Estadual de Mudanças Climáticas;
- Acompanhamento das melhores práticas nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar e o estudo de viabilidade de implantação dessas práticas;
- Planejamento da expansão da rede de monitoramento;
- Priorização para renovação da Licença de Operação dos empreendimentos integrantes do PREFE condicionando-os às exigências técnicas especiais.

Tendo em vista que as ações de mitigação foram estabelecidas em etapas gradativas e sequenciais, as fontes de emissão das empresas integrantes do plano estão sendo avaliadas quanto à possibilidade de reduzir as emissões de poluentes considerando o estágio tecnológico do processo produtivo e as operações realizadas e do sistema de controle de emissões atmosféricas.

No escopo dos planos setoriais visando ao controle de emissões de um conjunto de atividades de uma determinada região, a CETESB, por meio da Decisão de Diretoria nº 192/2016, aprovou o “Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – Setor das Indústrias de Pisos Cerâmicos e Mineração de Argila” – Região de Controle abrangendo os municípios de Santa Gertrudes, Rio Claro, Ipeúna, Cordeirópolis, Limeira e Piracicaba (CETESB, 2016f). A maior parte das ações previstas no plano já foram implantadas pelas empresas.

Atualmente se encontra em fase de elaboração o segundo PREFE, que deverá considerar, para o balizamento das ações de controle, a nova classificação das sub-regiões quanto à qualidade do ar, realizada com base nos dados de monitoramento de 2015 a 2018. Deverá também abordar a adequação das fontes já diagnosticadas no PREFE de 2014, com pendências relacionadas ao Decreto Estadual nº 59.113/2013, no seu artigo 6º, item 10, que estabelece os critérios para a renovação das licenças de operação das empresas que fazem parte do PREFE.

## 6.2 Fontes Móveis

As ações de controle de poluição veicular no estado de São Paulo são previstas nos Planos de Controle da Poluição Veicular (PCPV). Os planos têm sido elaborados desde 2011 em períodos de vigência de três anos. O PCPV para o período 2020 a 2022 foi aprovado somente no início de 2021 (CETESB, 2021g), em razão

das alterações decorrentes da pandemia pelo COVID-19. As restrições impostas pela quarentena alteraram algumas das ações planejadas para 2020. Ainda assim, diversas ações foram realizadas em 2020 que possibilitaram a manutenção das metas originalmente propostas.

O Plano considerou como base os dados de emissão veicular publicados no Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo – 2019 (CETESB, 2020b) e a classificação da qualidade do ar aprovada pela Deliberação CONSEMA nº 20/2019 (SÃO PAULO, 2019). A área prioritária para o controle da poluição emitida por veículos é a Macrometrópole Paulista, onde o poluente ozônio ultrapassa o padrão de qualidade do ar estabelecido. Além disso, a análise da concentração de material particulado, nas estações de monitoramento localizadas próximas às vias de maior tráfego, mostra níveis de significativo impacto sobre a saúde. Considerando a existência de centenas de quilômetros de vias com grande fluxo de tráfego, localizadas nas áreas urbanas, apontou-se a necessidade de melhoria do controle desse poluente em todo o estado.

As ações propostas pelo PCPV 2020-2022, as metas e os indicadores de acompanhamento estão expostos na **Tabela 29**.

**Tabela 29** – PCPV 2020-2022 – Ações, metas e indicadores (Continua)

Ação	Meta	Indicador
Inspeção ambiental de veículos	1 Elaborar e implantar em um prazo de 24 meses para a Fase I, e de 36 meses para a Fase II, assim que houver base legal.	Implantação das fases
Índice de não conformidade	2 Manter o percentual de não conformidade igual ou menor que 5,0% na RMSP.	Estimativa anual do percentual de não conformidade.
Fiscalização de fumaça dos veículos a diesel com a Escala de Ringelmann	3 Desenvolvimento, até 2021, de aplicativo para fiscalização digital e integração de sistemas pertinentes à multa por fumaça preta.	Desenvolvimento do sistema de fiscalização.
	4 Aquisição, até 2021, de dispositivos para aplicação da Meta 3.	Aquisição de equipamentos, se necessário.
	5 Utilização do aplicativo, até 2022, para todas as multas por fumaça lavradas.	Sistema informatizado de registro de multas.
Fiscalização de fumaça dos veículos a diesel com o uso do opacímetro	6 Realizar, por ano, 120 avaliações de opacidade em veículos a diesel.	Número de avaliações de opacidade.
	7 Realizar, por ano, 5 vistorias técnicas em empresas que operam veículos a diesel.	Vistorias técnicas realizadas.
Fiscalização de Arla 32	8 Realizar, por ano, 60 inspeções de uso de ARLA 32 em veículos a diesel e em tanques de abastecimento de empresas frotistas na RMSP.	Número de inspeções de ARLA 32.
Operação Inverno	9 Fiscalizar, por ano, 150.000 veículos a diesel durante os comandos da Operação Inverno.	Número de veículos fiscalizados.
	10 Participar, por ano, de duas ações de orientação aos condutores e proprietários.	Eventos realizados.
Expansão do Programa de Melhoria da Manutenção de Veículos a Diesel - PMMVD	11 Aumentar, até dezembro de 2022, a relação percentual entre pedidos de redução e multas para 25%.	Relação percentual entre pedidos de redução e multas.
	12 Implantar, até dezembro de 2021, o sistema informatizado em 100% das unidades operacionais do PMMVD.	RMO emitidos pelas unidades operacionais pelo sistema do PMMVD.
Laboratório de emissões veiculares	13 Obter, até 2021, a extensão do escopo de acreditação no Inmetro do Laboratório de Emissões de São Paulo para ensaios de teor de etanol na gasolina, etanol não-queimado, monóxido de carbono em regime de marcha-lenta.	Certificado de acreditação.
	14 Obter, até 2021, a acreditação no Inmetro do Laboratório de Emissões de São Bernardo do Campo para os ensaios de emissão e consumo de veículos.	Certificado de acreditação.
	15 Adquirir, até 2022, a atualização de software para atendimento as demandas de ensaios de motores para o Laboratório de Emissão Veicular Diesel em São Bernardo do Campo.	Formalização do comissionamento do software e equipamentos realizado pelo fornecedor.

Tabela 29 – PCPV 2020-2022 – Ações, metas e indicadores (Conclusão)

Ação	Meta	Indicador	
Estruturação das novas fases do PROCONVE e PROMOT	16	Finalizar, até dezembro de 2022, quatro minutas de instruções normativas do Ibama e três minutas de normas técnicas ABNT referentes à regulamentação das novas fases L7 e L8 do PROCONVE voltadas aos veículos leves, conforme plano de trabalho.	Propostas das minutas encaminhadas às respectivas instituições.
	17	Finalizar, até dezembro de 2022, cinco minutas de normas técnicas ABNT referentes à regulamentação da nova fase P8 do PROCONVE voltada aos veículos pesados, conforme plano de trabalho.	Propostas das minutas encaminhadas à ABNT.
	18	Finalizar, até dezembro de 2022, uma minuta de instrução normativa do Ibama e três minutas de normas técnicas ABNT referentes à regulamentação da nova fase M5 do PROMOT voltada às motocicletas, conforme plano de trabalho.	Propostas das minutas encaminhadas às respectivas instituições.
Avaliação da Conformidade de Produção - ACP	19	Publicação, até janeiro de 2022, da Instrução Normativa Ibama com os critérios para a Avaliação de Conformidade de Produção.	Instrução Normativa publicada.
	20	Iniciar, até dezembro de 2022, a Avaliação de Conformidade de Produção em veículos leves.	Número de veículos avaliados.
Confiabilidade laboratorial	21	Finalizar, até dezembro de 2021, a minuta da instrução normativa do Ibama que prevê critérios e periodicidade para a o reconhecimento de laboratórios e pista de prova para a realização de ensaios para o PROCONVE e para o PROMOT.	Proposta da minuta encaminhada ao Ibama.
	22	Finalizar, até dezembro de 2021, a minuta de resolução CONAMA que prevê exigências de acreditação no Inmetro e outros critérios para a o reconhecimento de laboratórios e pista de prova para a realização de ensaios para o PROCONVE e para o PROMOT.	Proposta da minuta encaminhada ao Ibama.
Capacitação	23	Oferecimento anual dos cursos listados. 1. Emissão Veicular 2. PMMVD - Regras e Procedimentos para Unidades Operacionais 3. PMMVD - Regras e Diretrizes para Auditores 4. Fiscalização de Fumaça Preta com a Escala de Ringelmann 5. Cálculo de consumo e emissões em veículos híbridos conforme ABNT NBR 16567	Cursos realizados no ano.

Fonte: CETESB (2021) adaptado do relatório PCPV 2020-2022 (CETESB, 2021g)



# Referências

BRASIL. CONAB. Acompanhamento da safra brasileira – Cana-de-açúcar. **Observatório Agrícola**, v.6 n.9, dez.2019. Disponível em: <file:///C:/Users/005815/Downloads/CanaZ4oZlevantamento-5.pdf>. Acesso em: fev.2021.

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: fev.2021.

BRASIL. CONAMA. Resolução CONAMA no 490, de 16 de novembro de 2018. Estabelece a Fase PROCONVE P8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE para o controle das emissões de gases poluentes e de ruído para veículos automotores pesados novos de uso rodoviário e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21. nov. 2018. Seção 1, p. 153-155. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=739>. Acesso em: fev.2021.

BRASIL. CONAMA. Resolução CONAMA no 491, de 19 de novembro de 2018a. Dispõe sobre qualidade do ar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 nov. 2018a. Seção 1, p. 155-156. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>. Acesso em: fev.2021.

BRASIL. CONAMA. Resolução CONAMA no 492, de 20 de dezembro de 2018b. Estabelece as Fases PROCONVE L7 e PROCONVE L8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE para veículos automotores leves novos de uso rodoviário, altera a Resolução CONAMA nº 15/1995 e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24. dez. 2018b. Seção 1, p. 141. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=742>. Acesso em: fev.2021.

CEPDEC. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Previsão do Tempo: Dados Observados 2020**. Disponível em: <http://www.defesacivil.sp.gov.br/previsao-do-tempo/>. Acesso em: fev.2021.

CEMADEN. **Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais**. São José dos Campos, 2020. 1 base de dados eletrônicos (portal). Tema: Download de dados. Disponível em <http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/#>. Acesso em: fev.2021.

CET (São Paulo). **Portaria nº 137/18-SMT.GAB**, de 4 de agosto de 2018. Estabelece a padronização de trânsito de caminhões no município de São Paulo. Disponível em: [http://www.cetsp.com.br/media/722444/p-137\\_18.pdf](http://www.cetsp.com.br/media/722444/p-137_18.pdf). Acesso em: fev.2021.

CET (São Paulo). **Portaria nº DSV.G.18/19**, de 20 de fevereiro de 2019. Estabelece a padronização das vias do município de São Paulo. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/consultas/classificacao-viaria.aspx>. Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Modelo Receptor – Estudo de Caracterização de Aerossóis na Região Metropolitana de São Paulo** – Cerqueira César. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>. Acesso em: fev.2021

CETESB. **Material Particulado Inalável Fino (MP<sub>2,5</sub>) e Grosso (MP<sub>2,5-10</sub>) na atmosfera da Região Metropolitana de São Paulo (2000-2006)**. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>. Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – PREFE 2014**. São Paulo, 2014. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2015/09/PREFE\\_2014.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2015/09/PREFE_2014.pdf). Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Classificação expedita da representatividade espacial das estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2016a. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Relat%C3%B3rio-Classifica%C3%A7%C3%A3o\\_Terceira-Etapa.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Relat%C3%B3rio-Classifica%C3%A7%C3%A3o_Terceira-Etapa.pdf). Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias – Setor das Indústrias de Pisos Cerâmicos e Mineração de Argila – Região de Controle 6 do PREFE 2014 - e dá outras providências**. Decisão de Diretoria n. 192/2016/C. **Diário Oficial**: Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v.126, n.167, 03.set.2016b. Seção 1, p.85. Disponível em: [www.imprensaoficial.com.br](http://www.imprensaoficial.com.br). Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Classificação da Qualidade do Ar – Relação de Municípios e Dados de Monitoramento**. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2019/10/Classifica%C3%A7%C3%A3o-dos-Municipios-2019.pdf>. Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2019**. São Paulo, 2020a. (Série Relatórios). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2020/07/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-do-Ar-2019.pdf>. Acesso em: jan.2021.

CETESB. **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2019**. São Paulo, 2020b. (Série Relatórios). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2020/11/Relatorio-Emissoes-Veiculares-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

CETESB. **Operação Inverno 2019**. São Paulo, 2020c. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2020/03/Relat%C3%B3rio-Opera%C3%A7%C3%A3o-Inverno-2019.pdf>. Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Boletim diário** [da qualidade do ar]. 2021a. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/resumo-do-dia/>. Acesso em: jan.2021.

CETESB. **QUALAR**: Sistema de Informações da Qualidade do Ar. São Paulo, 2021b. 1 base de dados eletrônicos (portal). Tema: Qualidade do Ar. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>. Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Estimativa da frota veicular no estado de São Paulo 2019**. Destinatário: CETESB. EQQM. São Paulo, 27.jan.2021c. 1 mensagem eletrônica.

CETESB. **Emissões veiculares na região metropolitana de São Paulo 2019**. Destinatário: CETESB. EQQM. São Paulo, 27.jan.2021d. 1 mensagem eletrônica.

CETESB. **Comunicação da queima de palha de cana-de-açúcar – Safra 2019/2020**. Destinatário CETESB.EQQM. São Paulo, 10.fev.2021e. 1 mensagem eletrônica.

CETESB. **Emissões veiculares nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo 2019**. Destinatário: CETESB. EQQM. São Paulo, 18.fev.2021f. 1 mensagem eletrônica.

CETESB. **PCPV. Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo 2020-2022**. São Paulo, 2021g. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2021/01/PCPV-Plano-de-Controle-de-Poluicao-Veicular-do-Estado-de-Sao-Paulo-2020-2022.pdf>. Acesso em: fev.2021.

CETESB. **Estudo dos Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) na atmosfera de Paulínia**. São Paulo, 2021h. 37p. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>. Acesso em mar.2021.

CETESB. **Evolução das concentrações de Carbono Orgânico e Carbono Elementar no MP<sub>2,5</sub> na atmosfera de São Paulo (Cerqueira César)**. São Paulo, 2021i. 32p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>. Acesso em mar.2021.

CIAGRO. **Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2020. 1 base de dados eletrônicos. Disponível em: <http://www.ciagro.org.br/>. Acesso em: jan.2021.

CODESP. **Mensário Estatístico do Porto de Santos**. DINEG/SUPOR/Gerência de Inteligência de Mercado e Estatísticas (GERIN). jan-dez. 2020. Disponível em: [http://intranet.portodesantos.com.br/docs\\_codesp/doc\\_codesp\\_pdf\\_site.asp?id=128350](http://intranet.portodesantos.com.br/docs_codesp/doc_codesp_pdf_site.asp?id=128350). Acesso: em jan.2021.

DAEE. **Hidrologia**. São Paulo, 2020a. 1 base de dados eletrônicos. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>. Acesso em: fev.2021.

DAEE. **Sala de Situação – São Paulo**. São Paulo, 2020b. 1 dados diários. Disponível em: <[https://drive.google.com/drive/folders/0B4yicqLa\\_Dj8YTE5ZDUyNTItMjkzYS00ZGJlTg2M2ltZTI0ZjRjODQ3ZDNk](https://drive.google.com/drive/folders/0B4yicqLa_Dj8YTE5ZDUyNTItMjkzYS00ZGJlTg2M2ltZTI0ZjRjODQ3ZDNk)>. Acesso em: fev.2021.

EMPLASA. **Macrometrópole Paulista**. São Paulo, 2012. 37p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/camaras-ambientais/wp-content/uploads/sites/21/2014/12/Macrometropole.pdf>. Acesso em: fev.2021.

ESTADOS UNIDOS. U.S. Environmental Protection Agency. **Initial List of Hazardous Air Pollutants with Modifications**. 2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/haps/initial-list-hazardous-air-pollutants-modifications>. Acesso em: fev.2021.

ESTADOS UNIDOS. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors**. 5ed. 1995.

ESTADOS UNIDOS. U.S. Environmental Protection Agency. **National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)**. 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>. Acesso em: fev.2021.

EUROPA. European Parliament; Council of the European Union. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Edição em Português. **Jornal Oficial da União Europeia**, L 23, 26.01.2005, p. 3-16. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107&from=EM>>. Acesso em: fev.2021.

EUROPA. European Parliament; Council of the European Union. Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio de 2008, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Edição em Português. **Jornal Oficial da União Europeia**, L 152, 16.06.2008, p.1-44. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050&from=PT>. Acesso em: fev.2021.

IBAMA. **Programa de Controle de Emissões Veiculares (PROCONVE)**. 2020. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=720](http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=720). Acesso em: fev.2021.

IBGE. **Estimativa de população**. 2020. 1 base de dados eletrônicos (portal). Tema: Estatísticas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?&t=downloads>. Acesso em: fev.2021.

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.

INMET. **[Dados Meteorológicos]**. 2020a. 1 base de dados eletrônicos (portal). Tema: Histórico de dados meteorológicos. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: jan.2021.

INMET. Prognóstico Climático do CPTEC/INMET/FUNCEME. **Previsão Climática Sazonal**, jan-dez. 2020b. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/boletinsprog>. Acesso em: fev.2021.

INMET. **Notas Técnicas**. jan-dez.2020c. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas>. Acesso em: fev.2021.

INPE. **Programa Queimadas**. São José dos Campos, 2019. 1 base de dados eletrônicos (portal). Tema: Queimadas e incêndios florestais: monitoramento orbital e risco de fogo. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: fev.2020.

INPE. **Programa Queimadas**. São José dos Campos, 2020. 1 base de dados eletrônicos (portal). Tema: Queimadas e incêndios florestais: monitoramento orbital e risco de fogo. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: jan.2021.

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: fev.2021.

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: fev.2021.

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: fev.2021.

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: fev.2021.

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: [www.imprensaoficial.com.br](http://www.imprensaoficial.com.br). Acesso em: fev. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Deliberação Consema 20/2019. Aprova a Classificação da Qualidade do Ar – Relação de Municípios e Dados de Monitoramento – proposta pela Cetesb. **Diário Oficial**: Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v.129, n.183, 26.SET.2019. Seção 1, p.42-45. Disponível em: [www.imprensaoficial.com.br](http://www.imprensaoficial.com.br). Acesso em: fev.2020.

SÃO PAULO (Estado). SMA. **Etanol Verde**. [Protocolo Etanol Mais Verde]. São Paulo, 2021a. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/etanolverde/>. Acesso em: fev.2021.

SÃO PAULO (Estado). SMA. SIGAM. **Eliminação Gradativa da Queima da Palha da Cana-de-Açúcar**. São Paulo, 2021b. 1 base de dados eletrônicos (Portal). Acesso restrito. Disponível em: <https://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=123>. Acesso em: fev.2021.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 64.879, de 24 de março de 2020. Reconhece o estado de calamidade pública, decorrente da pandemia do COVID-19, que atinge o Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. **Diário Oficial**: Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v. 130, n. 56, 21.mar.2020a. Seção 1, p. 1. Disponível em: [www.imprensaoficial.com.br](http://www.imprensaoficial.com.br). Acesso em: fev. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 64.994, de 28 de maio de 2020. Dispõe sobre a medida de quarentena de que trata o Decreto nº 64.881, de 22 de março de 2020, institui o Plano São Paulo e dá providências complementares. **Diário Oficial**: Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v. 130, n. 101, 29.mai.2020b. Seção 1, p. 1-3. Disponível em: [www.imprensaoficial.com.br](http://www.imprensaoficial.com.br). Acesso em: fev. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Centro de contingência da saúde para enfrentamento do coronavírus. **Plano São Paulo**. 2020c. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/planosp/>. Acesso em: fev.2021.

WHO. World Health Organization. **Air quality guidelines for Europe**. Second edition - WHO regional publications. European series, n. 91. 2000. Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/air-quality-guidelines-for-europe>. Acesso em: fev.2021.






WHO. World Health Organization. **WHO Air Quality Guidelines Global Update 2005**. Report on a working group meeting, Bonn/Germany, 18-20 october 2005, 2005. Disponível em: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/147851/E87950.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/147851/E87950.pdf). Acesso em: fev.2021.

WHO. World Health Organization. **WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide**. Global update 2005. Summary of risk assessment. 2006. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69477>. Acesso em: fev.2021.



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Acompanhe as redes sociais da CETESB:

-  Site: [cetesb.sp.gov.br](http://cetesb.sp.gov.br)
-  Facebook: [facebook.com/cetesbsp](https://facebook.com/cetesbsp)
-  LinkedIn: [linkedin.com/company/cetesb](https://linkedin.com/company/cetesb)
-  Instagram: [instagram.com/cetesbsp](https://instagram.com/cetesbsp)
-  SoundCloud: [soundcloud.com/cetesbsp](https://soundcloud.com/cetesbsp)