



# RELATÓRIO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR



Governo do Estado de São Paulo

Tarcísio de Freitas - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

Natália Resende - Secretária de Estado

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Thomaz Miazaki de Toledo - Diretor-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa

Liv Nakashima Costa - Diretora

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental

Adriano Rafael Arrepia de Queiroz - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Maria Helena Ribeiro de Barros Martins - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental

Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora



# **RELATÓRIO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE  
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

1ª EDIÇÃO  
São Paulo  
2025

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

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

© CETESB 2025.  
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345  
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

# Ficha Técnica

## Diretoria de Qualidade Ambiental

Quím. Maria Helena R. B. Martins  
Diretora

## Departamento de Qualidade Ambiental

Biól. Fábio Netto Moreno  
Gerente

## Coordenação Geral

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

## Coordenação Técnica

Met. Dirce Maria Pellegatti Franco  
Gerente do Setor de Meteorologia

## Equipe Técnica

Eng. Almir Oliveira da Silva  
Quím. Caroline Scaramboni  
Met. Clarice Aico Muramoto  
Quím. Cristiane F. Fernandes Lopes  
Quím. Daniele Patrícia R. de Carvalho  
Met. Dirce Maria Pellegatti Franco  
Téc. Amb. Israel Azevedo Anastácio  
Quím. Maria Lucia Gonçalves Guardani

Téc. Amb. Regina Giudici  
Est. Rosana Curilov  
Fís. Thiago De Russi Colella  
Quím. Viviane A. de Oliveira Ferreira  
Est. Yoshio Yanagi

## Coleta de Amostras, Análise e Aquisição de Dados

Setor de Amostragem e Análise do Ar  
Setor de Meteorologia  
Setor de Telemetria da Qualidade do Ar

## Projeto Gráfico

Vera Severo

## Ilustrações

Omar de Almeida Cardoso

## Editoração

Tikinet

## 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 >

# Listas de Gráficos e Tabelas

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1</b> – Relação entre a concentração de curto prazo, índice e classificação da qualidade do ar.....	19
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b> – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes regulamentados na atmosfera.....	12
<b>Tabela 2.2</b> – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes não regulamentados na atmosfera.....	13
<b>Tabela 2.3</b> – Fontes, características e efeitos do carbono negro .....	14
<b>Tabela 2.4</b> – Padrões Estaduais de Qualidade do Ar .....	15
<b>Tabela 2.5</b> – Critérios para episódios críticos de poluição do ar .....	16
<b>Tabela 2.6</b> – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar .....	17
<b>Tabela 2.7</b> – Índice Geral .....	20
<b>Tabela 2.8</b> – Qualidade do Ar e Prevenção de Riscos à Saúde.....	21
<b>Tabela 2.9</b> – Métodos de medição dos parâmetros .....	22

# Lista de Abreviaturas e Siglas

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
MI	Meta Intermediária
OMS	Organização Mundial de Saúde
PF	Padrão Final
PQAr	Padrão de Qualidade do Ar
PCVC	Poluentes Climáticos de Vida Curta
QUALAR	Sistema de Informações de Qualidade do Ar
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

# Sumário

<b>1 • Introdução</b> .....	<b>9</b>
<b>2 • Poluentes, Padrões e Índices</b> .....	<b>10</b>
2.1 Poluentes .....	10
2.1.1 Poluentes Climáticos de Vida Curta (PCVC) .....	13
2.2 Padrões de Qualidade do Ar .....	14
2.2.1 Padrões Estaduais de Qualidade do Ar .....	14
2.2.1.1 Critérios para Episódios Críticos de Poluição do Ar .....	16
2.2.2 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar .....	16
2.3 Divulgação e Índices de Qualidade do Ar .....	18
2.4 Metodologia de Monitoramento .....	22
2.5 Metodologia de Tratamento dos Dados .....	23
2.5.1 Representatividade de Dados .....	23
2.5.2 Representatividade espacial das estações .....	23
REFERÊNCIAS .....	24
 <b>APÊNDICE 1 • Valores de Referência Internacionais da Qualidade do Ar</b> .....	<b>26</b>

# 1 • Introdução

Desde 1985, a CETESB publica anualmente a série de relatórios “Qualidade do Ar no Estado de São Paulo”, com o objetivo de consolidar os dados provenientes do monitoramento da qualidade do ar realizado no Estado. Ao longo dos anos, essas publicações foram continuamente aprimoradas, incorporando avanços tecnológicos, entre os quais se destaca a disponibilização eletrônica das informações.

O presente relatório tem como finalidade principal apresentar, de forma sistemática, a metodologia empregada no monitoramento e tratamento dos dados que fundamentam essas publicações. São detalhadas as informações referentes aos poluentes monitorados, os métodos de medição utilizados para cada poluente e os procedimentos de tratamento dos dados, incluindo os critérios de representatividade temporal e a definição da escala de representatividade espacial das estações das redes de monitoramento manual e automático da CETESB.

Adicionalmente, o relatório aborda os principais conceitos relacionados à qualidade do ar, os padrões de qualidade estabelecidos no âmbito do Estado de São Paulo e da União, os índices e critérios de classificação da qualidade do ar, bem como o processo de divulgação das informações ao público.

## 2 • Poluentes, Padrões e Índices

### 2.1 Poluentes

Poluente atmosférico é “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” (BRASIL, 2024).

Em relação à sua origem, os poluentes podem ser classificados como primários ou secundários, conforme quadro abaixo:

<b>Poluentes Primários</b>	Emitidos diretamente por fontes móveis ou fixas.
<b>Poluentes Secundários</b>	Formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários, até mesmo por componentes emitidos pela natureza.

A contaminação atmosférica se dá conforme esquema a seguir:



Uma descrição mais detalhada desse mecanismo é apresentada a seguir:

<b>Fontes de Poluição</b>	<b>Fontes móveis:</b> Veículos automotores. Sendo que as emissões são efetuadas principalmente ao longo do percurso e abastecimento.	<b>Fontes fixas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaminés.</li> <li>• Pilhas de material seco.</li> <li>• Vias públicas (pavimentadas ou não).</li> </ul>
<b>Processos Atmosféricos</b>	<b>Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diluição e transporte pela ação de ventos.</li> <li>• Remoção pela ação das chuvas.</li> <li>• Deposição seca.</li> </ul>	<b>Químicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reação direta entre poluentes.</li> <li>• Reações fotoquímicas (necessitam radiação solar).</li> </ul>
<b>Receptores</b>	<b>Ambientais:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pessoas.</li> <li>• Fauna e Flora.</li> <li>• Edifícios, monumentos e obras de arte.</li> </ul>	<b>Monitores:</b> Aparelhos que medem as concentrações ambientais em determinado local.

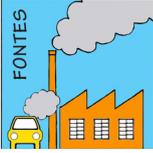
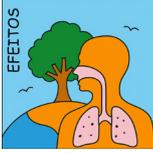
Assim, quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, medem-se os níveis de poluição dos receptores/monitores que, de alguma forma, estão associados à exposição da população. Essa concentração é o resultado final do processo de lançamento do poluente na atmosfera pelas fontes de emissão e suas interações, já na atmosfera, tanto do ponto de vista físico como químico.

Importante ressaltar que, mesmo mantidas as emissões das fontes, as concentrações atmosféricas variam muito, em razão das condições meteorológicas.

É muito grande a variedade de substâncias que pode ser encontrada na atmosfera. Assim, são adotados como critérios de medição, a relevância do componente em relação aos danos à saúde, a frequência de ocorrência e a disponibilidade de equipamentos e métodos que permitam a medição na forma e periodicidade que o monitoramento requer. A CETESB monitora os poluentes que possuem a característica de indicadores de qualidade do ar, adotados universalmente, em função de sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam à saúde e ao meio ambiente. A legislação deve explicitar quais limites máximos podem ser admitidos na atmosfera, os assim denominados "Padrões de Qualidade", permitindo que os órgãos de controle tenham ações efetivas. Por serem estabelecidos em leis, decretos e resoluções, são denominados de "POLUENTES REGULAMENTADOS". Uma caracterização desses poluentes é apresentada na [Tabela 2.1](#).

O poluente "Material Particulado" merece uma descrição pormenorizada por possuir características muito diferentes dos outros, sendo de especial importância em termos de saúde. Sob a denominação geral de Material Particulado encontra-se um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido ou líquido que se mantêm suspensos na atmosfera devido ao seu pequeno tamanho. Ao contrário dos outros poluentes, não possui característica química definida, podendo ir desde o branco gesso, um composto de cálcio, até as fumaças pretas emitidas por veículos movidos a óleo diesel, os compostos de carbono.

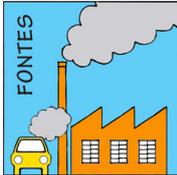
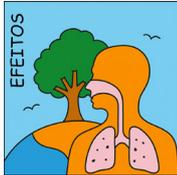
**Tabela 2.1** – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes regulamentados na atmosfera

Poluente			
PTS Partículas Totais em Suspensão	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de neblina, aerossol, fumaça, fuligem. Com tamanho de até 50 micra.	Processos industriais e veículos motorizados, poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais como pólen e aerossol marinho.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade, contaminação do solo e da água por deposição e provocam a sujeira em residências, edifícios e monumentos de arte.
MP <sub>10</sub> Partículas inaláveis e FMC Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de neblina, aerossol, fumaça, fuligem. Com tamanho de até 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos), outros processos industriais, solo ressuspensa, e aerossóis secundários (partículas que se formam na atmosfera pela reação de gases).	Irritação e alteração da função respiratória e cardiovascular. Danos à vegetação e redução de visibilidade.
MP <sub>2,5</sub> Partículas inaláveis finas	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de neblina, aerossol, fumaça, fuligem. Com tamanho até 2,5 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos), outros processos industriais, e aerossóis secundários formados na atmosfera por reação de gases.	Penetram profundamente no aparelho respiratório atingindo os alvéolos, alterando as funções respiratórias. Provocam redução de visibilidade
SO <sub>2</sub> Dióxido de enxofre	Gás incolor, com forte odor, oxida-se a SO <sub>3</sub> facilmente dando origem ao ácido sulfúrico. Reagem formando partículas como os sulfatos secundários.	Resulta principalmente da queima de combustíveis que contém enxofre, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina.	É agressivo ao trato respiratório, sendo um dos componentes da chuva ácida. Reduz a visibilidade ao se transformar em sulfato.
CO Monóxido de Carbono	Gás incolor e inodoro.	Resulta da queima incompleta de combustíveis, sendo a principal a queima de combustíveis automotores.	Combina com a hemoglobina do sangue dificultando o transporte do oxigênio.
O <sub>3</sub> Ozônio	Gás incolor e inodoro nas concentrações ambientais.	Não é emitido diretamente para atmosfera. Produzido fotoquimicamente pela reação de óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos na presença de luz solar.	É agressivo ao sistema respiratório. Provoca danos à vegetação.
Pb Chumbo	Metal que quando presente na atmosfera externa se encontra na forma de material particulado.	Principal fonte são as reprocessadoras de chumbo que fornecem matéria prima para o fabrico de baterias de automóveis.	O chumbo é um componente tóxico, com atuação principalmente no sistema nervoso central.
NO <sub>2</sub> Dióxido de Nitrogênio	Gás marrom avermelhado com forte odor.	Formado em todos os processos de combustão. Destaca-se a queima de combustível em veículos pesados, e também proveniente de processos industriais.	Afeta a saúde provocando irritação no sistema respiratório. Forma ácido nítrico componente da chuva ácida. Forma nitratos secundários, particulado. Reage com compostos orgânicos e é fundamental em processos fotoquímicos formando o ozônio.

Fonte: CETESB (2025)

A [Tabela 2.2](#) apresenta a caracterização de alguns poluentes não regulamentados que são medidos nas redes de monitoramento da CETESB.

**Tabela 2.2** – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes não regulamentados na atmosfera

Poluente			
ERT Enxofre Reduzido Total	Sob este título genérico encontram-se na atmosfera principalmente o sulfeto de hidrogênio, metil-mercaptana, dimetil-sulfeto, dimetil-dissulfeto.	Principais fontes: refinarias de petróleo, fábricas de celulose e de rayon®, viscoso, plantas de tratamento de esgoto, os rios poluídos e naturalmente em ambientes similares aos pântanos.	Produzem odor desagradável semelhante ao de ovo podre ou repolho, mesmo em baixas concentrações, causando incômodo à população exposta.
COVs Compostos Orgânicos Voláteis	Compostos de carbono principalmente os hidrocarbonetos, aromáticos e alifáticos, assim como alguns compostos oxigenados.	Principal origem é a queima incompleta de combustíveis assim como estocagem e transferências de combustível.	São precursores do ozônio e alguns podem causar efeitos adversos à saúde.

Fonte: CETESB (2025)

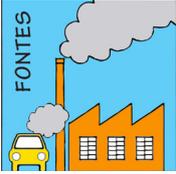
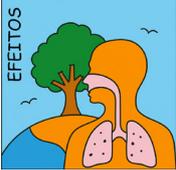
### 2.1.1 Poluentes Climáticos de Vida Curta (PCVC)

Os poluentes climáticos de vida curta (PCVC ou em inglês *SLCP – short lived climate pollutants*) são gases e partículas que têm o potencial de aquecer a atmosfera em escalas de tempo mais curtas – de dias a anos – quando comparados ao dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o principal gás de efeito estufa, cujo efeito climático pode durar décadas, séculos ou mais. Por residirem na atmosfera por um tempo relativamente curto, os PCVC apresentam efeitos climáticos mais regionalizados e respondem mais rapidamente a planos de controle de emissão do que o  $\text{CO}_2$  (IPCC, 2021). Dessa forma, a redução dos PCVC pode ajudar no combate ao aquecimento global a curto prazo. No entanto, é importante salientar que seu efeito só será significativo se as emissões de  $\text{CO}_2$  também forem reduzidas de forma contínua ao longo do tempo (PIERREHUBERT, 2014).

A maioria dos PCVC é emitida diretamente para a atmosfera, como o metano ( $\text{CH}_4$ ), os hidrofluorcarbonetos (HFC) e o carbono negro (*black carbon*), este último emitido na forma de partículas. Além destes, há também o ozônio, um gás de efeito estufa que não é emitido diretamente, mas formado na atmosfera por meio de reações químicas catalisadas pela luz solar.

Além de contribuírem para o aquecimento global, muitos PCVC também afetam negativamente a qualidade do ar, seja de forma direta ou indireta. A CETESB monitora dois desses compostos: o ozônio e o carbono negro. As principais características, fontes e efeitos do ozônio foram abordados na seção anterior, dedicada aos poluentes regulamentados, enquanto as informações correspondentes ao carbono negro estão reunidas na [Tabela 2.3](#), a seguir. Diferentemente do ozônio, o carbono negro ainda não possui valor-guia ou padrão que regulamente suas concentrações, porém a OMS já indicou a necessidade do seu monitoramento e políticas de redução (WHO, 2012 e 2021).

Tabela 2.3 – Fontes, características e efeitos do carbono negro

Carbono Negro	
	<p>Forma refratária de carbono elementar que absorve luz, caracterizado pela cor preta, é componente da fração fina do material particulado (MP<sub>2,5</sub>). Sua medição é feita por um método óptico baseado na sua propriedade de absorção da luz, o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente relacionada ao teor de fuligem na atmosfera.</p>
	<p>Produzido pela combustão incompleta de combustíveis fósseis e biomassa. Após sua emissão, o carbono negro pode ser transportado em escalas regionais e continentais e removido da atmosfera por deposição seca ou úmida, resultando em um tempo de vida de dias a semanas.</p>
	<p>O carbono negro desempenha um papel importante no clima, pois absorve a radiação solar nas faixas visível e infravermelha, apresentando assim um potencial de aquecimento. A exposição ao carbono negro está ligada a impactos negativos à saúde.</p>

Fonte: CETESB (2025)

## 2.2 Padrões de Qualidade do Ar

### 2.2.1 Padrões Estaduais de Qualidade do Ar

<p><b>Conceito:</b> Padrões de qualidade do ar são os máximos valores de concentração associados a um tempo de exposição de um determinado poluente, permitidos por lei, de forma a preservar a saúde.</p>	<p><b>Histórico:</b> Com base em conhecimentos científicos de saúde, o Estado de São Paulo estabeleceu seus <b>PADRÕES DE QUALIDADE DO AR</b> pelo Decreto Estadual nº 8.468/1976 (SÃO PAULO, 1976b). Na esfera federal, tais padrões foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e aprovados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Resolução CONAMA nº 03/90). No ano de 2005, com a evolução dos conhecimentos de efeitos sobre a saúde, a Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou documento indicando novos valores-guia para os poluentes atmosféricos, o qual foi atualizado em 2021. A OMS, ao publicar valores-guia e não padrão de qualidade do ar, deixa claro que a adoção de padrões pelos diferentes países deve levar em conta a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas e vários outros fatores políticos e sociais, que dependem, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar. Reconhece ainda que os governos, ao formularem políticas de qualidade do ar, devem considerar cuidadosamente suas circunstâncias locais antes de adotarem os valores-guia propostos como padrões nacionais. 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. Seguindo as recomendações da OMS, o Estado de São Paulo revisou suas legislações anteriores e estabeleceu novos padrões por meio do Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013 (SÃO PAULO, 2013). Observando os critérios estabelecidos no decreto, a Deliberação CONSEMA nº 4 de 19/05/2021 (SÃO PAULO, 2021) aprovou a mudança para a meta intermediária 2 (MI2), que são os padrões que passaram a vigorar a partir de 2022. No âmbito federal, a Resolução CONAMA nº 506, de 05/07/2024 (BRASIL, 2024), substituiu a Resolução CONAMA nº 491/2018 (BRASIL, 2018), e estabeleceu novos padrões nacionais de qualidade do ar considerando quatro Padrões de Qualidade do Ar Intermediários (PI-1 a PI-4), além de Padrões de Qualidade do Ar Finais (PF).</p>
--	--

O Decreto Estadual nº 59.113/2013, preconiza que a administração da qualidade do ar no território do estado de São Paulo será efetuada por meio de etapas progressivas denominadas metas intermediárias. A meta intermediária em vigência é considerada o Padrão de Qualidade do Ar (PQAr).

<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>As MI devem ser atendidas em três etapas até que se alcancem os valores dos padrões finais.</li> <li>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. São os valores-guia indicados pela OMS-2005 para a proteção da saúde das pessoas.</li> </ul>	<p>MI1 - Valores de concentração de poluentes atmosféricos vigentes de 24/04/2013 a 31/12/2021.</p> <p>MI2 - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente à MI1. Vigentes a partir de 01/01/2022 por Decisão CONSEMA nº 04/2021 de 19/05/2021 (SÃO PAULO, 2021).</p> <p>MI3 - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, com seu prazo de duração definido pelo CONSEMA, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2.</p> <p>PF - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente à MI3. Para Partículas Totais de Suspensão, monóxido de carbono e chumbo já são adotados os Padrões Finais.</p>
---	--

A [Tabela 2.4](#) apresenta as metas intermediárias estabelecidas no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), sendo que os padrões vigentes desde 2022 (Deliberação CONSEMA nº 4 (SÃO PAULO, 2021)) estão assinalados em vermelho.

**Tabela 2.4 – Padrões Estaduais de Qualidade do Ar**

Poluente	Tempo de Amostragem	MI 1 (µg/m³)	MI 2 (µg/m³)	MI 3 (µg/m³)	PF (µg/m³)
partículas inaláveis (MP <sub>10</sub> )	24 horas	120	100	75	50
	MAA <sup>1</sup>	40	35	30	20
partículas inaláveis finas (MP <sub>2,5</sub> )	24 horas	60	50	37	25
	MAA <sup>1</sup>	20	17	15	10
dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	60	40	30	20
	MAA <sup>1</sup>	40	30	20	-
dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	1 hora	260	240	220	200
	MAA <sup>1</sup>	60	50	45	40
ozônio (O <sub>3</sub> )	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 (2025) 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.

### 2.2.1.1 Critérios para Episódios Críticos de Poluição do Ar

O Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013) estabelece critérios para episódios críticos de poluição do ar, apresentados na [Tabela 2.5](#).

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 2.5** – Critérios para episódios críticos de poluição do ar

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 (2025) adaptado do Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013)

### 2.2.2 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar

A Resolução CONAMA nº 506, de 05/07/2024 (BRASIL, 2024), que substituiu a Resolução CONAMA nº 491/2018 (BRASIL, 2018), estabeleceu novos padrões nacionais de qualidade do ar considerando quatro Padrões de Qualidade do Ar Intermediários (PI-1 a PI-4), além de Padrões de Qualidade do Ar Finais (PF).

<ul style="list-style-type: none"> <li>Padrões de qualidade do ar Intermediários - PI: padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas;</li> <li>Padrões Finais (PF): valores-guia definidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS em 2021.</li> <li>Os padrões serão adotados sequencialmente em cinco etapas.</li> </ul>	<p>PI-1 - Vigoram até 31 de dezembro de 2024.</p> <p>PI-2 - Entraram em vigor em 1º de janeiro de 2025.</p> <p>PI-3 - Entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2033.</p> <p>PI-4 - Entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2044, sendo possível a antecipação ou prorrogação desta data, uma única vez, por um período máximo de quatro anos, desde que observados os critérios previstos na Resolução CONAMA nº 506/2024. Para Partículas Totais de Suspensão, monóxido de carbono e chumbo já são adotados os Padrões Finais.</p> <p>PF - Entrarão em vigor em data a ser definida em resolução CONAMA, observados critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 506/2024.</p>
---	--

A [Tabela 2.6](#) apresenta os Padrões de Qualidade do Ar nacionais, onde os padrões vigentes em 2024 estão assinalados em verde e os vigentes a partir de 2025 em vermelho.

Tabela 2.6 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1 (µg/m³)	PI-2 (µg/m³)	PI-3 (µg/m³)	PI-4 (µg/m³)	PF (µg/m³)
Material Particulado - MP <sub>10</sub>	24 horas	120	100	75	50	45
	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	15
Material Particulado - MP <sub>2,5</sub>	24 horas	60	50	37	25	15
	Anual <sup>1</sup>	20	17	15	10	5
Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub>	24 horas	125	50	40	40	40
	Anual <sup>1</sup>	40	30	20	20	20
Dióxido de Nitrogênio - NO <sub>2</sub>	1 hora <sup>2</sup>	260	240	220	200	200
	Anual <sup>1</sup>	60	50	45	40	10
Ozônio - O <sub>3</sub>	8 horas <sup>3</sup>	140	130	120	100	100
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	45
	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	15
Monóxido de Carbono - CO	8 horas <sup>3</sup>	-	-	-	-	9 ppm
Partículas Totais em Suspensão - PTS*	24 horas	-	-	-	-	240
	Anual <sup>4</sup>	-	-	-	-	80
Chumbo - Pb <sup>5</sup> **	Anual <sup>1</sup>	-	-	-	-	0,5

Fonte: CETESB (2025) adaptado do Resolução CONAMA nº 506/2024 (BRASIL, 2024)

Nota:

1 - Média aritmética anual.

2 - Máxima média horária obtida no dia.

3 - Máxima média móvel obtida no dia.

4 - Média geométrica anual.

5 - Medido nas partículas totais em suspensão.

\* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão - parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério do órgão ambiental.

\*\* Chumbo - a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério do órgão ambiental.

A nova normativa federal definiu 4 etapas de padrões intermediários progressivos (PI1, PI2, PI3 e PI4), sendo as 3 primeiras etapas similares às da Resolução CONAMA nº 491/2018 e as Metas Intermediárias do Decreto nº 59.113/2013, e alterou os padrões finais tornando-os mais rígidos para alguns poluentes. Deve-se destacar o Padrões Intermediários PI4 praticamente equivalem aos Padrões Finais do Decreto nº 59.113/2013. Além disso, a Resolução CONAMA nº 506/2024 estabeleceu os valores-guia preconizados em 2021 pela OMS como Padrões Finais.

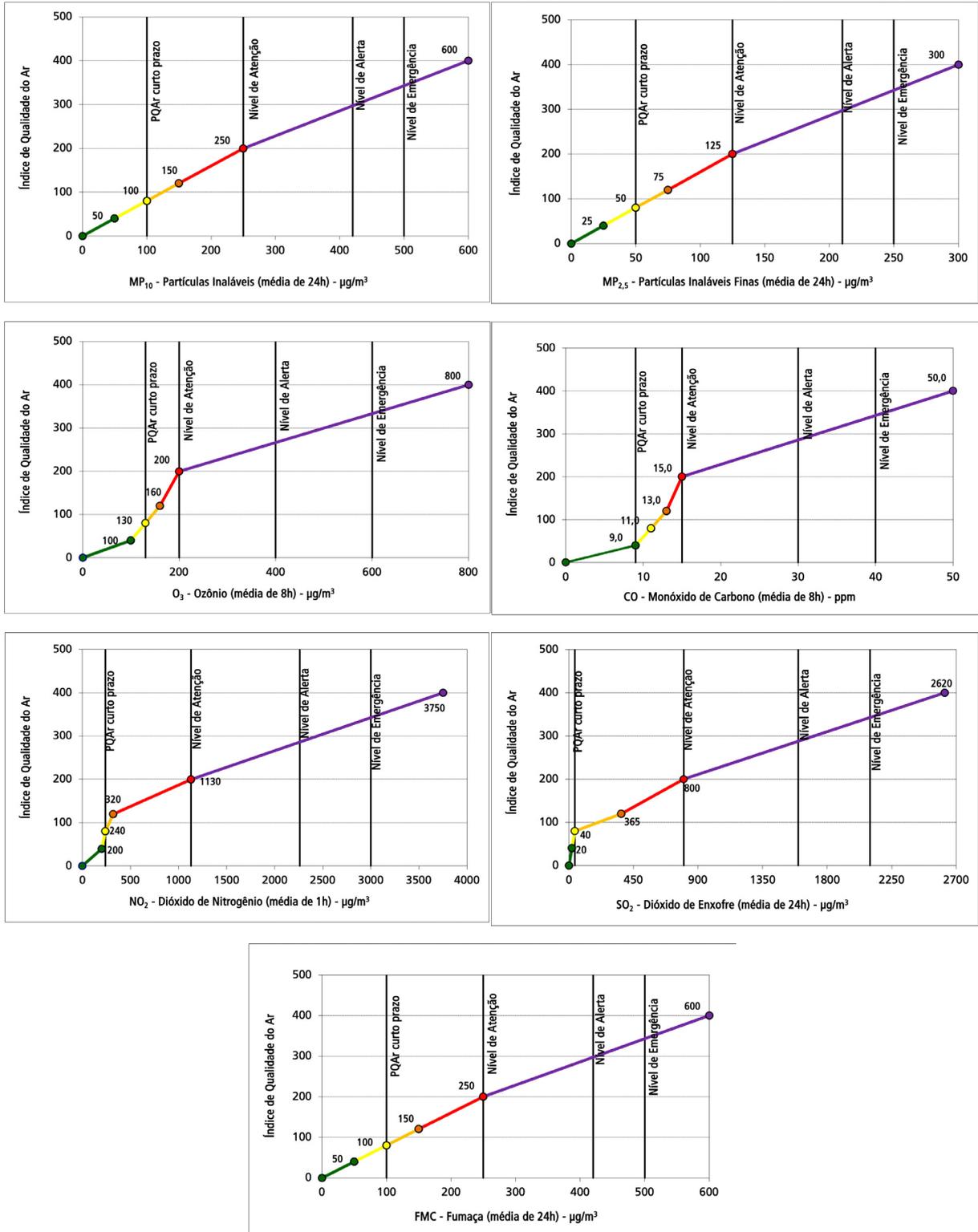
Valores de referência internacionais são apresentados no [Apêndice 1](#), especificamente os padrões adotados pela Agência Ambiental Americana (EPA, 2024), os valores de referência adotados pela Comunidade Europeia (UNIÃO EUROPEIA, 2008) e os valores-guia recomendados pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005) que serviram de orientação para o decreto estadual. Também são apresentados os novos valores guia indicados pela OMS em 2021 (WHO, 2021).

## 2.3 Divulgação e Índices de Qualidade do Ar

A CETESB divulga, no endereço eletrônico <https://cetesb.sp.gov.br/ar/>, os dados de qualidade do ar em tempo real gerados, na rede automática. Associados a eles, também é divulgada uma classificação da qualidade do ar, com informações de prevenção de riscos à saúde. Diariamente também é divulgado o Boletim de Qualidade do Ar (<https://cetesb.sp.gov.br/ar/boletim-diario/>), contendo um resumo do acontecido nas 24 horas anteriores. Por celular, é possível ter acesso aos dados através de aplicativo específico.

Há cuidado especial na divulgação da qualidade do ar, pois ela deve ser compreendida pela população em geral. Como os padrões para cada poluente têm valores diferenciados por possuírem agressividade diferenciada, torna-se difícil para a população em geral entender por que, por exemplo, a concentração média de 24 horas de  $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do poluente  $\text{MP}_{2,5}$  é classificada como MUITO RUIM, enquanto um valor de  $\text{MP}_{10}$  de  $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$  indica qualidade MODERADA. Dessa maneira, a exemplo de outros países, foi elaborado um Índice de Qualidade do Ar. O índice é constituído de forma que os poluentes tenham um valor de referência igual, facilitando a divulgação e a compreensão dos dados por todos. Considerando-se as medições de curto prazo, para cada poluente medido é calculado um índice, que é obtido através de uma função linear segmentada, que relaciona a concentração do poluente com o valor do índice, resultando um número adimensional. Assim, atribui-se o valor aleatório de 40 para todos os poluentes cujas concentrações sejam iguais ao valor estabelecido pela legislação como Padrões Finais. Nesta faixa de índice, de 0 a 40, a classificação é considerada BOA. Valores mais baixos possuem índices menores, obtidos por interpolação de função matemática linear. Outros índices são obtidos de maneira similar, estabelecendo-se valores máximos para cada faixa adotada, e obtendo-se valores intermediários, por interpolação linear. Conforme pode ser verificado no [Gráfico 2.1](#), cada segmento de reta está associado a uma faixa de qualidade, sendo que os pontos de inflexão delimitam os diferentes níveis de qualidade, conforme os valores apresentados na [Tabela 2.7](#). Exemplificando, para partículas inaláveis, o segmento de reta verde (qualidade BOA) do [Gráfico 2.1](#) corresponde a uma faixa de concentração de 0 a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (média de 24h) e a uma faixa de índice de 0 a 40 da [Tabela 2.7](#), o segmento amarelo (qualidade MODERADA) corresponde a uma faixa de concentração de  $> 50$  a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (média de 24h) e a uma faixa de índice de 41 a 80, e assim por diante.

**Gráfico 2.1** – Relação entre a concentração de curto prazo, índice e classificação da qualidade do ar



Boa Moderada Ruim Muito Ruim Péssima

Fonte: CETESB (2025)

A relação entre índice, qualidade do ar e efeitos à saúde é apresentada na [Tabela 2.7](#). Embora a qualidade do ar de uma estação seja avaliada para todos os poluentes monitorados, a sua classificação, para divulgação, é determinada pelo índice mais elevado (pior caso) dentre os índices calculados para cada poluente. A classificação da qualidade do ar está associada a efeitos à saúde e, portanto, independe do padrão de qualidade/meta em vigor.

**Tabela 2.7 – 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	Atende os valores-guia para exposição de curto prazo definidos pela Organização Mundial da Saúde.
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 (2025)

A qualidade do ar é classificada como BOA apenas quando as concentrações dos poluentes se encontram abaixo das concentrações dos respectivos Padrões Finais, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013). A classificação de qualidade RUIM indica a ultrapassagem dos padrões de curto prazo vigentes em 2022 (SÃO PAULO, 2021). A única exceção é o CO, para o qual a qualidade MODERADA já indica que o respectivo PQAr é ultrapassado. A forma de divulgação da qualidade do ar é disciplinada por normativas federais: a Resolução CONAMA nº 506/2024 (BRASIL, 2024) e o *Guia Técnico para Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar* (BRASIL, 2019). A Resolução prevê que a forma de classificação da qualidade do ar seja alterada a partir de 2026, em função de atualização do Guia Técnico.

A **Tabela 2.8** apresenta, para diferentes poluentes monitorados, recomendações para a prevenção de riscos à saúde, associadas a cada faixa de qualidade do ar.

**Tabela 2.8** – Qualidade do Ar e Prevenção de Riscos à Saúde

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
0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
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.
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.
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.
>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 (2025)

## 2.4 Metodologia de Monitoramento

Os métodos utilizados para medição dos diversos parâmetros amostrados pelas redes de monitoramento são apresentados na [Tabela 2.9](#). As estações da Rede Automática processam amostras constantemente tomadas da atmosfera a intervalos de cinco segundos, acumulando os dados na forma de média horária. Essas medições são transmitidas para a central de telemetria e após validação técnica são dispostos de hora em hora no endereço eletrônico da CETESB (<https://cetesb.sp.gov.br/ar/>). Já nas estações da Rede Manual, a amostragem é realizada durante 24 horas a cada 6 dias e com exposição de 1 mês no caso dos amostradores passivos. As amostras coletadas são analisadas em laboratório da CETESB.

Os dados da Rede Automática e da Rede Manual podem ser acessados no Sistema de Informações de Qualidade do Ar (QUALAR), disponível no endereço eletrônico: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>.

**Tabela 2.9** – 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 (2025)

## 2.5 Metodologia de Tratamento dos Dados

### 2.5.1 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.

São apresentados a seguir os critérios de representatividade temporal de dados utilizados pela CETESB. Os critérios são os mesmos tanto para a rede automática quanto para a rede manual.

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

### 2.5.2 Representatividade espacial das estações

A rede de monitoramento da CETESB foi concebida para atender de forma otimizada vários 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 forneçam 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) e no Guia Técnico para Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar (BRASIL, 2019), 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.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. MMA. CONAMA. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre qualidade do ar. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: seção 1: Poder Executivo, Brasília, DF, n. 223, p. 155-156, 21 nov. 2018. Disponível em: [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=766](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=766). Acesso em: abr. 2025.

BRASIL. MMA. CONAMA. Resolução nº 506, de 09 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: seção 1: Poder Executivo, Brasília, DF, n. 130, p. 133, 09. jul. 2024. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=09/07/2024&jornal=515&pagina=133>. Acesso em: abr.2025.

BRASIL. MMA. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar**. Brasília, DF, 2019. 135p. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-projetos-acoes-obras-atividades/agendaambientalurbana/ar-puro/GuiaTecnicoParaQualidadedoAr.pdf>. Acesso em: mai.2025.

IPCC, 2021. Chapter 6: Short-lived Climate Forcers. In: AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 817-921. doi: 10.1017/9781009157896.008

PIERREHUMBERT, R.T., 2014. Short-Lived Climate Pollution. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, 42, 314-379. doi:10.1146/annurev-earth-060313-054843

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 997, de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente: São Paulo: ALESP, 1976. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: Poder Executivo, São Paulo, ano. 86, n. 102, p.1-2, 1º jun. 1976a. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/original-lei-997-31.05.1976.html>. Acesso em: abr. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976. Regulamenta a Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente: São Paulo: ALESP, 1976. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: Poder Executivo, São Paulo, ano. 86, n. 171, p.4-18, 9 set.1976b. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>. Acesso em: abr. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013**. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. São Paulo: ALESP, 2013. Com retificações posteriores. Publicado originalmente no DOE, São Paulo, v. 123, n. 76, p. 1-4, 24 abr. 2013. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html>. Acesso em: abr. 2025.

SÃO PAULO (Estado). SIMA. Deliberação CONSEMA 4, de 19-5-2021. 399ª Reunião Ordinária do Plenário do CONSEMA - Convalida o estudo técnico da CETESB para avaliação e proposta de início de vigência da meta intermediária etapa 2 (MI2). **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: seção 1: Poder Executivo, São Paulo, v. 131, n. 100, p. 38-42, 26 maio 2021. Disponível em: [https://www.imprensaoficial.com.br/DO/BuscaDO2001Documento\\_11\\_4.aspx?link=%2f2021%2fexecutivo+secao+i%2fmaio%2f26%2fpag\\_0038\\_c662ea5f9e30871f740f0b1063279bab.pdf&pagina=38&data=26/05/2021&caderno=Executivo%20I&paginaordenacao=100038](https://www.imprensaoficial.com.br/DO/BuscaDO2001Documento_11_4.aspx?link=%2f2021%2fexecutivo+secao+i%2fmaio%2f26%2fpag_0038_c662ea5f9e30871f740f0b1063279bab.pdf&pagina=38&data=26/05/2021&caderno=Executivo%20I&paginaordenacao=100038). Acesso em: abr.2025.

UNIÃO EUROPEIA. **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. Luxemburgo: União Europeia, 2008. Publicada originalmente no Jornal Oficial da União Europeia: Directivas, Luxemburgo, L 152, p.1-44, 11 jun. 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0050>. Acesso em: abr. 2025.

USEPA. **NAAQS table**. Washington, DC: EPA, 2024. Disponível em: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>. Acesso em: abr. 2025.

WHO. World Health Organization. **WHO air quality guidelines global update 2005**: report on a working group meeting, Bonn, Germany, 18-20 October 2005. Copenhagen: WHO, 2005. 30 p. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/349878/WHO-EURO-2005-4244-44003-62046-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: abr. 2025.

WHO. World Health Organization. Regional Office for Europe. **Health effects of black carbon**. WHO, 2012. ISBN: 9789289002653. Disponível em: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289002653>. Acesso em: 08 jan. 2025

WHO. World Health Organization. **WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide**. Bonn: WHO, 2021. 300 p. ISBN 978-92-4-003422-8. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>. Acesso em: abr.2025.

# APÊNDICE 1 • Valores de Referência Internacionais da Qualidade do Ar

**TABELA A** – Padrões de qualidade do ar adotados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA)

POLUENTE	PADRÃO	TEMPO DE AMOSTRAGEM	CONCENTRAÇÃO	FORMA DE ATENDIMENTO
chumbo	primário e secundário	Média Móvel Trimestral	0,15 µg/m <sup>3</sup>	Não ser excedido
dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	primário	1 h	0,075 ppm	Média de 3 anos do percentil 99 de cada ano, calculado a partir das máximas diárias de 1 hora
	secundário	3 h	0,5 ppm	Não ser excedido mais que uma vez por ano
dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	primário	1 h	0,100 ppm	Média de 3 anos do percentil 98 de cada ano calculada a partir das máximas diárias de 1 hora.
	primário e secundário	Média Aritmética Anual	0,053 ppm	Média anual
monóxido de carbono (CO)	primário	1 h	35 ppm (40.000 µg/m <sup>3</sup> )	Não ser excedido mais que uma vez por ano
		8 h	9 ppm (10.000 µg/m <sup>3</sup> )	
ozônio (O <sub>3</sub> )	primário e secundário	8 h	0,070 ppm	Média de 3 anos, da quarta máxima de cada ano, calculada a partir das máximas diárias de oito horas
partículas inaláveis (MP <sub>10</sub> )	primário e secundário	24 h	150 µg/m <sup>3</sup>	Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano, na média de 3 anos
partículas inaláveis finas (MP <sub>2,5</sub> )	primário e secundário	24 h	35 µg/m <sup>3</sup>	Média de 3 anos do percentil 98 de cada ano, calculado a partir das médias diárias de 24 horas
	primário	Média Aritmética Anual	9 µg/m <sup>3</sup>	Média de 3 anos das médias anuais
	secundário	Média Aritmética Anual	15 µg/m <sup>3</sup>	Média de 3 anos das médias anuais

Fonte: CETESB (2025) adaptado de USEPA (2024)

Nota:

**Padrão Primário** - estabelece limites para proteger a saúde pública, incluindo a saúde da população "sensível" como asmáticos, crianças e idosos.

**Padrão Secundário** - estabelece limites para proteger o bem estar público, incluindo proteção contra a redução da visibilidade, danos a animais, colheita, vegetação e edificações.

**TABELA B** – Valores guias recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS)

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
		OMS 2005	OMS 2021
dióxido de enxofre	24 horas	20	40*
	10 minutos	500	500
dióxido de nitrogênio	anual	40	10
	24 horas		25*
	1 hora	200	200
monóxido de carbono	24 horas		4.000* 3,6 ppm
	8 horas	10000 9 ppm	10000 9 ppm
ozônio	8 horas	100	100*
	Pico semestral**		60
material particulado $\text{MP}_{2,5}$	anual	10	5
	24 horas	25*	15*
material particulado $\text{MP}_{10}$	anual	20	15
	24 horas	50*	45*

Fonte: CETESB (2025) adaptado de WHO (2005) e WHO (2021)

\* percentil 99 (isto é, 3-4 ultrapassagens por ano)

\*\* média das máximas diárias de 8 h em 6 meses consecutivos de maior ocorrência de  $\text{O}_3$

TABELA C – Valores de referência adotados pela União Européia

POLUENTE	VALOR LIMITE	VALOR ALVO	CONCENTRAÇÃO	TEMPO DE AMOSTRAGEM	ULTRAPASSAGENS PERMITIDAS / ANO
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	X		350 µg/m <sup>3</sup>	1 hora	24
			125 µg/m <sup>3</sup>	24 horas	3
Dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	X		200 µg/m <sup>3</sup>	1 hora	18
			40 µg/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Partículas inaláveis (MP <sub>10</sub> )	X		50 µg/m <sup>3</sup>	24 horas	35
			40 µg/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Partículas inaláveis finas (MP <sub>2,5</sub> )	X		25 µg/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Chumbo	X		0,5 µg/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Monóxido de carbono (CO)	X		10 mg/m <sup>3</sup>	máxima média 8 horas	--
Benzeno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	X		5 µg/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Ozônio (O <sub>3</sub> )		X	120 µg/m <sup>3</sup>	máxima média 8 horas	não exceder mais de 25 dias, em média, por ano, num período de 3 anos
Arsênio (As)		X	6 ng/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Cádmio (Cd)		X	5 ng/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Níquel (Ni)		X	20 ng/m <sup>3</sup>	1 ano	--
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos		X	1 ng/m <sup>3</sup> (1)	1 ano	--

Fonte: CETESB (2025) adaptado de UNIÃO EUROPEIA (2004, 2008)

Nota:

(1) - Expresso como Benzo(a)Pireno

**Valor limite** - nível fixado com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e no meio ambiente, a atingir num prazo determinado e que, quando atingido não ser excedido.

**Valor alvo** - nível fixado com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e no meio ambiente, a atingir na medida do possível, num prazo determinado.