

Relatório Anual da Qualidade do Ar de Curitiba e Região Metropolitana - Ano de 2018

2018



Instituto Ambiental
do Paraná – IAP

Governador do Estado do Paraná

Carlos Alberto Richa

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA

Luiz Eduardo Cheida

Antonio Caetano de Paula Junior

Instituto Ambiental do Paraná - IAP

Luiz Tarcisio Mossato Pinto

Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais – IAP

Ivonete Coelho da Silva Chaves

Departamento de Tecnologia Ambiental

Dirlene Cavalcanti e Silva

Entidades Parceiras:

Institutos Lactec

Prefeitura de Araucária

Prefeitura de Curitiba

EQUIPE TÉCNICA

Instituto Ambiental do Paraná – IAP

Dirlene Cavalcanti e Silva

Fernando Pasini

João Carlos de Oliveira

Thomas Jeferson Vieira

PREFÁCIO

Luiz Tarcisio Mossato Pinto

Diretor Presidente do IAP

APRESENTAÇÃO

Ivonete Coelho da Silva Chaves
Diretora da DIMAP/IAP

Dirlene Cavalcanti e Silva
Chefe do DTA/IAP

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera.....	14
Tabela 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90)	16
Tabela 3 - Critérios para episódios críticos de poluição do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90)	17
Tabela 4 - Classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar - IQA	17
Tabela 5 - Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar	21
Tabela 6 - Métodos de medição para cada parâmetro monitorado nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana	23
Tabela 7 - Critério de representatividade dos dados gerados nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana.....	24
Tabela 8 - Monitoramento da qualidade do ar nas áreas industrial, centro e bairro em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná.....	25
Tabela 9 - Resultados do monitoramento de PTS na estação automática de qualidade do ar localizada no bairro Boqueirão, na cidade de Curitiba	33
Tabela 10 - Resultados do monitoramento de SO ₂ nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana.....	36
Tabela 11 - Resultados do monitoramento de CO nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná.....	38
Tabela 12 - Resultados do monitoramento de O ₃ nas estações automáticas de qualidade do ar instaladas em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná	40
Tabela 13 - Resultados do monitoramento de NO ₂ nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná.....	45
Tabela 14 – Número de violações por parâmetros observados em 2018 nas estações de qualidade do ar instaladas em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná	48
Tabela 15- Compilado de informações sobre os dados de qualidade do ar registrados em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2018	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná	22
Figura 2 - Direção do vento em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2018; A) ASSIS; B) BOQ; C) CIC; D) CSN; E) REPAR; F) STC; G) UEG.	30
Figura 3 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de CO, MP, SOx e NOx (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores licenciados em Curitiba nos anos de 2001 a 2018.....	28
Gráfico 2 - Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2018, monitorada na estação 2549006, sob responsabilidade do Instituto ÁGUASPARANÁ, localizado em Curitiba/PR, localizada na região metropolitana.....	32
Gráfico 3 - Média das temperaturas máximas registradas no período de 2004 a 2017 na estação de qualidade do ar de ASSIS, para representatividade da região metropolitana de Curitiba.	33
Gráfico 4– Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no período de 2004 a 2018 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana.....	35
Gráfico 5 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010.....	35
Gráfico 6 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO ₂ no período de 2000 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana.....	37
Gráfico 7 - Comportamento do poluente CO no estado do Paraná no ano de 2018....	39
Gráfico 8 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana.....	40
Gráfico 9 – Comportamento do poluente O ₃ em Curitiba e Região Metropolitana do Estado do Paraná no ano de 2018.....	42
Gráfico 10 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O ₃ , registradas no período de 2000 a 2018	43
Gráfico 11 - Médias horárias anuais para o poluente O ₃ na estação RPR em 2018....	44
Gráfico 12 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O ₃ no período de 1998 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná	45
Gráfico 13 - Comportamento do poluente NO ₂ no ano de 2018 em Curitiba e Região Metropolitana.....	46
Gráfico 14 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO ₂ no período de 1999 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana.....	47
Gráfico 15 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2018 no estado do Paraná. Período de 2006 a 2015 possui dados da estação de Colombo.	49

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ASS	Estação automática Centro Social São Francisco de Assis
BOQ	Estação automática Boqueirão
CETESB	Companhia da Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CH ₄	Metano
CIC	Estação automática Cidade Industrial de Curitiba
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CSN-PR 423	Estação manual CSN-PR 423
CO	Monóxido de carbono
COL	Estação manual Colombo
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DETRAN-PR	Departamento de Trânsito do Paraná
DV	Direção do vento
HCT	Hidrocarbonetos totais
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	Índice de qualidade do ar
kPa	Quilo pascal, unidade de pressão atmosférica
LACTEC	Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento
mm	milímetros
N°	Número
NH ₃	Amônia
NO	Monóxido de nitrogênio
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
NO _x	Óxidos de nitrogênio, entende-se como soma de NO + NO ₂
O ₃	Ozônio
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Pressão
PAR	Estação automática praça Ouvidor Pardino
PI	Partículas inaláveis
PM10	Partículas até 10 µm de diâmetro que corresponde à fração inalável das partículas totais em suspensão
ppm	partes por milhão
PTS	Partículas totais em suspensão

RADG	Radiação global
REPAR	Refinaria Presidente Getúlio Vargas
RMC ou RM	Região metropolitana de Curitiba
RPR	Estação automática da refinaria presidente Getúlio Vargas
SC	Estação manual Santa Casa
SEM	Estação manual Seminário
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SO ₂	Dióxido de enxofre
SO ₃	Trióxido de enxofre ou óxido sulfúrico
SS	Estação manual São Sebastião
STC	Estação automática Santa Cândida
TEMP	Temperatura
UEG	Estação automática doada pela Usina Elétrica a Gás de Araucária
UMID	Umidade
UTM	Sistema de coordenadas cartesianas bidimensional Universal Transversa de Mercator
VV	Velocidade do vento
µg	Micro-grama, um milionésimo de um grama
µg/m ³	Micro-grama por metro cúbico, concentração gravimétrica do poluente no ar
° C	Unidade de temperatura graus Celsius

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2.1. Principais poluentes atmosféricos.....	13
2.2. Padrões de qualidade do ar.....	14
2.3. Índice de qualidade do ar.....	17
2.4. Efeitos da poluição atmosférica.....	18
3. REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA.....	20
3.1. Tipos de rede.....	20
3.1.1. Rede manual.....	20
3.1.2. Rede automática.....	20
3.2. Metodologia de monitoramento.....	22
3.3. Metodologia de tratamento dos dados.....	23
3.4. Abrangência do monitoramento.....	24
4. QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA.....	27
4.1. Aspectos gerais de Curitiba e região metropolitana.....	27
4.1.1. Condições meteorológicas - 2018.....	29
4.2. Resultados.....	33
4.2.1. Partículas Totais em Suspensão (PTS).....	33
4.2.2. Partículas Inaláveis (PI).....	34
4.2.3. Fumaça.....	35
4.2.4. Dióxido de Enxofre (SO ₂).....	36
4.2.5. Monóxido de Carbono (CO).....	38
4.2.6. Ozônio (O ₃).....	40
4.2.7. Dióxido de Nitrogênio (NO ₂).....	45
4.3. Registro de violações aos padrões primários.....	47
5.1. Levantamento das fontes emissoras.....	51
5.2. Controle das fontes móveis.....	51
5.3. Controle das fontes fixas.....	52
5.4. Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas dos Poluentes MP, CO, NO _x e SO _x	53
5.5. Planejamento de metas e medidas a serem adotadas.....	55
6. CONCLUSÃO.....	56
7. REFERÊNCIAS.....	57

APÊNDICE 1 – Variação da média diária dos poluentes SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PI e PTS, por estação de monitoramento.....	59
APÊNDICE 2 – Variação média diária registrada nas estações automáticas, por poluente.....	63
APÊNDICE 3 – Coordenadas geográficas e UTM das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná	66

1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 80, o Instituto Ambiental do Paraná - IAP mantém a rede de monitoramento da qualidade do ar para avaliar os níveis da poluição atmosférica em diferentes escalas de abrangência, em Curitiba e região metropolitana. Inicialmente, o monitoramento era realizado exclusivamente por cinco estações manuais. Em 1998, foi iniciado o monitoramento automático que, além de permitir a verificação de um número maior de poluentes, permitiu também, o acompanhamento em tempo real dos resultados obtidos.

A partir do ano 2000 houve uma expansão da rede automática que, em 2018, contou com sete estações automáticas instaladas nas cidades de Curitiba e Araucária. As últimas três estações manuais, localizadas nos municípios de Araucária, Colombo e Curitiba foram desativadas em 2015. Em 2000, teve início também, a publicação dos relatórios anuais da qualidade do ar, os quais passaram por modificações ao longo das edições e podem ser consultados *online* no *site* institucional.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 05/1989, que dispõe sobre o monitoramento da qualidade do ar, é responsabilidade dos estados o estabelecimento de Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar. Assim, o objetivo principal deste relatório é apresentar o diagnóstico da qualidade do ar da Região Metropolitana do Estado do Paraná a partir dos dados obtidos pela rede de monitoramento da qualidade do ar. Além dos dados obtidos no ano de 2018, são discutidas as tendências históricas para diversos poluentes amostrado no decorrer dos últimos anos.

2. QUALIDADE DO AR

2.1. Principais poluentes atmosféricos

Conforme define a Resolução CONAMA N° 03/1990, é considerado poluente atmosférico:

Qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (BRASIL, 1990).

Os poluentes atmosféricos são basicamente divididos em dois grupos. Quando o poluente atmosférico é emitido diretamente pela fonte de emissão, ele é denominado poluente primário, como é o caso do Monóxido de Carbono (CO), Monóxido de Nitrogênio (NO) e Dióxido de Enxofre (SO₂). Geralmente, concentrações altas de poluentes primários são registradas nas proximidades das fontes emissoras.

Fazem parte de um segundo grupo, os ditos poluentes secundários, os quais são formados na atmosfera por meio da reação química entre poluentes e/ou constituintes naturais na atmosfera, ou seja, não são emitidos diretamente por uma fonte. Neste caso, são chamados de poluente secundário. Exemplos são o Ozônio (O₃) e a maior parte do Dióxido de Nitrogênio (NO₂) troposférico. No caso de poluentes secundários, não podemos prever facilmente onde serão registradas altas concentrações. Em geral, problemas com poluentes secundários abrangem uma área maior do que no caso de poluentes primários.

Cabe ressaltar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode sofrer alterações em função das condições meteorológicas que determinam a dispersão dos poluentes. Em função disso, durante os meses de inverno observa-se uma elevação da concentração de Monóxido de Carbono (CO), Material Particulado (MP) e Dióxido de Enxofre (SO₂) em função das condições meteorológicas serem desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Já nos meses de primavera e verão, verifica-se o aumento da concentração de poluentes secundários, como o Ozônio, o qual depende de fatores como intensidade de luz solar para ser formado.

A Tabela 1 contempla um resumo geral dos principais poluentes indicadores da qualidade do ar, assim como suas características, principais origens e efeitos ao meio ambiente.

Tabela 1 - Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera

Poluente	Características	Fontes principais	Efeitos gerais ao meio ambiente
Partículas Inaláveis (PM10) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera)	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Partículas totais em suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 50 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Dióxido de enxofre (SO₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de nitrogênio (NO₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
Ozônio (O₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

Fonte: CETESB, 2017.

2.2. Padrões de qualidade do ar

A Resolução CONAMA Nº 03/1990 define os padrões de qualidade do ar como “as concentrações de poluentes atmosféricos que ultrapassadas, poderão afetar a

saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral”.

A existência de padrões de qualidade do ar é muito importante, pois eles definem até que nível a presença de certa substância no ar que respiramos é legalmente tolerável. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014), os padrões de qualidade do ar são estabelecidos levando em consideração os riscos à saúde, a viabilidade técnica e questões econômicas além de fatores políticos e sociais, os quais dependem, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar. Além disso, deve-se considerar as circunstâncias locais antes de se adotar valores propostos como padrões nacionais.

A Portaria Normativa IBAMA Nº 348, de 14/03/90 e a Resolução CONAMA Nº 03/90, estabelecem os padrões nacionais de qualidade do ar. A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (SEMA) confirma estes padrões pela Resolução SEMA Nº 016/14. Portanto, os padrões paranaenses e nacionais são os mesmos. Desta forma, estabelece-se para todo o território do Estado do Paraná, padrões primários e secundários de qualidade do ar para sete parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Fumaça, Partículas Inaláveis (PI) (também denominadas PM10 ou MP10), Dióxido de Enxofre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O₃) e Dióxido de Nitrogênio (NO₂).

Segundo a Resolução CONAMA Nº 03/90, os padrões de qualidade do ar podem ser divididos em primários e secundários. O padrão primário de qualidade do ar define legalmente as concentrações máximas de um componente atmosférico que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. O padrão primário pode ser entendido como o nível máximo tolerável de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. No entanto, não é uma proteção ampla, porque não considera toda a natureza. Este padrão expressa apenas o mínimo, uma proteção à saúde da população contra danos da poluição atmosférica, sem considerar os possíveis danos e a resiliência da fauna e da flora.

Para uma proteção maior é estabelecido o padrão secundário. O padrão secundário de qualidade do ar define legalmente as concentrações abaixo das quais se prevê, baseado no conhecimento científico atual, o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Este padrão pode ser entendido como o nível máximo desejado de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

Para todos os poluentes há um padrão de curto prazo (padrão primário) e outro que se aplica para longo prazo (padrão secundário), exceto para o Ozônio. Os padrões

de curto prazo consideram os efeitos irritantes e agudos dos poluentes, enquanto aqueles de longo prazo consideram os efeitos acumuladores e crônicos. Os efeitos de curto prazo geralmente são reversíveis enquanto os de longo prazo não são. Os padrões nacionais de qualidade do ar, estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 03/90 estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA N° 03/90)

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ¹	Padrão secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ¹
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas	240 ³	150 ³
	1 ano ²	80	60
Fumaça	24 horas	150 ³	100 ³
	1 ano ²	60	40
Partículas inaláveis (PI)	24 horas	150 ³	150 ³
	1 ano ²	50	50
Dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas	365 ³	100 ³
	1 ano ²	80	40
Monóxido de carbono (CO)	1 hora	40.000 ³	40.000 ³
	8 horas	10.000 ³	10.000 ³
Ozônio (O ₃)	1 hora	160 ³	160 ³
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190
	1 ano ²	100	100

Nota:

¹ Ficam definidas como condições de referência a temperatura de 25°C e a pressão de 101,32 kPa.

² Média geométrica para PTS; para as demais substâncias as médias são aritméticas.

³ Não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

O padrão (primário ou secundário) que deve ser aplicado depende da classe da área do local. A Resolução CONAMA N° 05/89 estabelece as classes I, II e III. Áreas de classe I são áreas de preservação, lazer e turismo onde as concentrações devem ser mantidas a um nível mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica, portanto, abaixo dos níveis do padrão secundário. Nas áreas da classe II se aplica o padrão secundário e naquelas da classe III o padrão menos rígido, o primário. Cabe ao Estado a definição das áreas de classe I, II e III. Esta classificação foi realizada no Paraná e consta no Artigo 31 da Lei N° 13.806/02. Para episódios críticos de poluição do ar são estabelecidos os níveis de atenção, alerta e emergência conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios para episódios críticos de poluição do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90)

Poluente	Tempo de amostragem	Nível de atenção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nível de alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nível de emergência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas	375	625	875
Fumaça	24 horas	250	420	500
Partículas inaláveis (PI)	24 horas	250	420	500
Dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas	800	1.600	2.100
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	17.000 ¹	34.000 ²	46.000 ³
Ozônio (O_3)	1 hora	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	1 hora	1.130	2.260	3.000

Nota:

¹ Corresponde a uma concentração volumétrica de 15 ppm.

² Corresponde a uma concentração volumétrica de 30 ppm.

³ Corresponde a uma concentração volumétrica de 40 ppm.

2.3. Índice de qualidade do ar

Para facilitar a divulgação da informação sobre a qualidade do ar e, ao mesmo tempo, padronizar todas as substâncias em uma única escala, utilizamos o Índice de Qualidade do Ar (IQA). O índice é uma ferramenta matemática obtida por meio de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar (Tabela 2) e os níveis de atenção, alerta e emergência (Tabela 3). Para cada concentração medida, a função atribui um valor para o índice, que é um número adimensional.

Por definição, ao nível do padrão primário é atribuído um índice de 100, o de atenção equivale a um índice de 200, o nível de alerta a 300 e o nível de emergência a 400. Por exemplo: se analisarmos uma média horária de ozônio de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, isto seria exatamente o limite do padrão primário e, portanto corresponderia a um índice de 100. Caso o resultado fosse a metade, apenas $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o índice correspondente seria 50. Este índice também é utilizado para classificar a qualidade do ar em seis categorias, de boa até crítica conforme classificação da Tabela 4. Para efeito de divulgação, é utilizado o índice mais elevado dentre os poluentes medidos em cada estação. Portanto, a qualidade do ar em cada estação é determinada pelo pior caso dentre os poluentes monitorados no período avaliado.

Tabela 4 - Classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar - IQA

Qualidade	Índice	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1h	CO (ppm) 8h	NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1h	SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	Fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	Significado
Boa	0 – 50	0 – 50	0 – 80	0 – 4,5	0 – 100	0 - 80	0 – 60	0 – 80	Praticamente não há risco à saúde.

Regular	> 50 – 100	> 50 e ≤ 150	> 80 e ≤ 160	> 4,5 e ≤ 9	> 100 e ≤ 320	> 80 e ≤ 365	> 60 e ≤ 150	> 80 e ≤ 240	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	> 100 – 200	> 150 e ≤ 250	> 160 e ≤ 400	> 9 e ≤ 15	> 320 e ≤ 1130	> 365 e ≤ 800	> 150 e ≤ 250	> 240 e ≤ 375	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	> 200 – 300	> 250 e ≤ 420	> 400 e ≤ 800	> 15 e ≤ 30	> 1130 e ≤ 2260	> 800 e ≤ 1600	> 250 e ≤ 420	> 375 e ≤ 625	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	> 300 – 400	> 420 e ≤ 500	> 800 e ≤ 1000	> 30 e ≤ 40	> 2260 e ≤ 3000	> 1600 e ≤ 2100	> 420 e ≤ 500	> 625 e ≤ 875	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.
Crítica	> 400	> 500	> 1000	> 40	> 3000	> 2100	> 500	> 875	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: Adaptado de CETESB, 2017.

2.4. Efeitos da poluição atmosférica

A intensa atividade produtivista, com a finalidade de gerar desenvolvimento econômico que se expandiu nas últimas décadas tem agravado as questões socioambientais vivenciadas pela humanidade. Dentre as quais, ganha destaque a poluição atmosférica que, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), foi responsável pela morte de sete milhões de pessoas no mundo em 2012, ou seja, uma em cada oito mortes foi resultado da exposição à poluição do ar (OMS, 2014).

Os efeitos da poluição atmosférica são numerosos e diversos, estendendo-se dos toxicológicos aos econômicos. Nos seres humanos, os poluentes atmosféricos normalmente entram no organismo através das vias respiratórias, podendo causar danos aos pulmões e a todo o sistema respiratório. De acordo com a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento - OECD) estima-se que até 2050, se nenhuma medida de combate à poluição for tomada, a principal causa de morte, com exceção de doenças crônicas não evitáveis, estará relacionada a complicações cardiorrespiratórias devidas à má

qualidade do ar, principalmente a poluentes como o Material Particulado e o Ozônio troposférico, superando as mortes por malária, consumo de água insalubre e falta de saneamento básico (OECD, 2012).

Os ecossistemas também vêm sendo prejudicados pelo aumento de poluentes na atmosfera. A chuva ácida, um dos fenômenos que surge a partir da poluição do ar, pode, por exemplo, causar grandes danos à flora e a fauna, tornando o solo improdutivo e contaminando a água dos rios. Construções e monumentos históricos também sofrem com a existência desse fenômeno, pois os materiais são corroídos e danificados, sendo necessário efetuar processos de restauração periódica para que permaneçam em sua forma original, evitando que a cultura e a história se percam.

Por estas razões, o monitoramento da qualidade do ar e a busca por instrumentos que visem a redução das emissões são fundamentais para manter o meio ambiente preservado e a população saudável, tornando a qualidade de vida do Paranaense muito melhor.

3. REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

3.1. Tipos de rede

3.1.1. Rede manual

A rede manual começou a operar no ano de 1985 com cinco estações que analisavam os poluentes PTS, Fumaça, SO₂ e NH₃ (médias diárias): Santa Casa (SC), Colombo (COL), Seminário (SEM), São Sebastião (SS) e Assis (ASS). As estações Assis e Seminário foram desativadas em abril de 2013 por estarem localizadas em regiões onde há estações automáticas em operação. A estação São Sebastião (SS) foi desativada em fevereiro de 2013 e realocada como CSN-PR423 no mesmo período, porém esta foi desativada em 2015. Também em 2015, as estações Santa Casa (SC) e Colombo (COL) foram desativadas, restando apenas as estações automáticas.

3.1.2. Rede automática

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar teve início no ano de 1998, com a instalação de duas estações automáticas em Curitiba: a estação localizada no bairro Cidade Industrial de Curitiba (CIC) e a estação Santa Cândida (STC), as quais monitoram parâmetros químicos e meteorológicos. No início do ano 2000 foi instalada a primeira estação automática em Araucária (ASSIS), também equipada para o monitoramento de parâmetros meteorológicos e químicos. Em setembro de 2001 entrou em operação a estação automática no bairro do Boqueirão (BOQ) e em agosto de 2002, outras duas estações automáticas entraram em operação: uma em Curitiba, próxima ao Centro, na Praça Ouvidor Pardiniho (PAR), e outra no município de Araucária, no bairro Sabiá, no terreno da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

Em maio de 2003 uma nova estação automática foi instalada no centro de Araucária (UEG) e em julho do mesmo ano, a estação REPAR (RPR) entrou em operação temporariamente no terreno da Refinaria Presidente Getúlio Vargas em Araucária. Esta estação foi realocada no ano de 2012 para a Unidade de Saúde Doutor Silvio Skraba, Nº 151, bairro Fazenda Velha, também no município de Araucária, permanecendo com o mesmo nome.

As estações CIC e BOQ tiveram suas operações interrompidas em junho de 2006 e outubro de 2007, respectivamente, em função de ações de vandalismo. A Estação BOQ teve o retorno de sua operação no início de agosto de 2009 e a estação CIC voltou a operar no primeiro semestre de 2011. Esta estação foi adquirida pela Petrobras – UN-REPAR.

Assim, em 2018, a rede automática de monitoramento da qualidade do ar no Estado do Paraná foi composta por sete estações automáticas fixas, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar

Estação	Vocacional	Localização	Parâmetros												
			SO ₂	O ₃	NO/NO ₂	CO	PTS	PI	HCT/CH ₄	UMID	TEMP	VV	DV	P	RADG
BOQ	Bairro	Rua Prof. ^a Maria de Assumpção, Nº 2590, Boqueirão, Curitiba.	X	X		X	X	X				X	X	X	
CIC	Industrial	Rua Senador Accioly Filho, Nº 3400, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba.			X	X				X		X	X	X	X
STC	Bairro	Rua Estrada das Olarias, Nº 1081, Santa Cândida, Curitiba.	X	X	X						X	X	X	X	X
ASS	Industrial	Rua Nossa Senhora dos Remédios, Centro Social São Francisco de Assis, Fazenda Velha, Araucária.	X	X	X						X	X	X	X	X
CSN	Industrial	Rodovia do Xisto, BR-476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	X	X	X							X	X	X	
RPR	Industrial	Rua das Andorinhas, Nº 151, Capela Velha, Araucária.	X	X	X	X	X	X				X	X		X
UEG	Industrial e Centro	Rua Guilherme da Mota Correia esquina com Rodovia do Xisto, BR-476, Centro, Araucária.	X	X	X	X		X				X	X	X	X

A Figura 1 apresenta um mapa de localização das estações automáticas dos municípios de Curitiba e Araucária. No Apêndice 3 estão listadas as coordenadas geográficas e UTM das estações de monitoramento da qualidade do ar que compõem a rede de monitoramento da região metropolitana do Estado do Paraná.

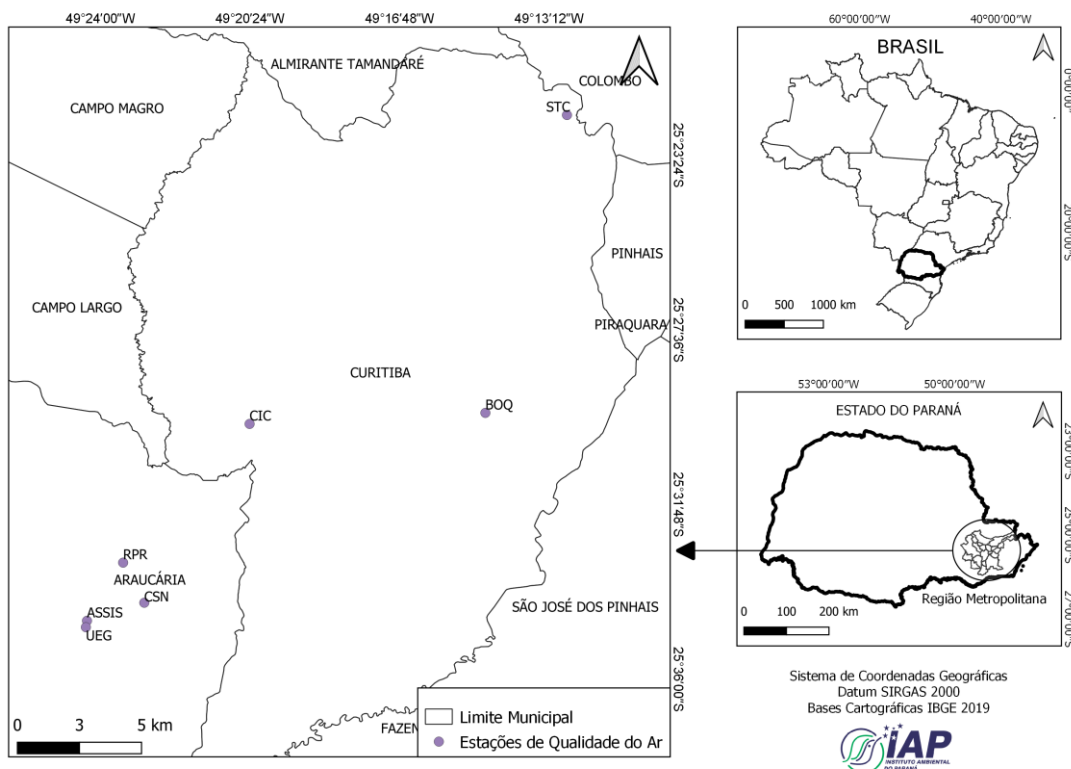


Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná

3.2. Metodologia de monitoramento

O objetivo do controle da poluição atmosférica é baseado em três princípios: a proteção e a prevenção contra os comprovados impactos adversos e a motivação ética, que é o prazer de viver em um ambiente limpo e saudável. O instrumento central deste controle é o monitoramento da qualidade do ar, o qual é realizado utilizando estações de monitoramento automáticas. Cada estação automática possui equipamentos que analisam parâmetros químicos e parâmetros meteorológicos instantaneamente.

As estações automáticas operam com analisadores contínuos, capazes de realizar amostragens a cada 3 segundos. O banco de dados é formado por médias de 5 minutos, obtidas a partir dos dados de 3 segundos, com exceção dos analisadores de PTS e PI, os quais coletam o ar por um período de 50 minutos contínuos e analisam a amostra durante 10 minutos, armazenando o resultado no banco de dados como a média horária. Esse banco de dados é armazenado por um sistema computadorizado na estação e transmitido para uma central onde os dados são tratados e validados de acordo com critérios definidos.

Como o monitoramento é todo automatizado, só é necessário visitar as estações automáticas para a realização de calibrações, manutenções preventivas e corretivas nos equipamentos e limpeza da estação.

Os princípios de detecção utilizados para medição dos diversos parâmetros amostrados pelas estações automáticas estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 - Métodos de medição para cada parâmetro monitorado nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana

Parâmetro	Método
Partículas inaláveis	Radiação Beta
Partículas totais em suspensão	Radiação Beta
Dióxido de enxofre	Fluorescência de pulso
Óxidos de nitrogênio	Quimiluminescência
Monóxido de carbono	Infravermelho não dispersivo
Ozônio	Ultravioleta

3.3. Metodologia de tratamento dos dados

Na operação de uma rede de estações de monitoramento, sempre acontecem lacunas na obtenção de dados, podendo ser devido à calibração, manutenção dos analisadores ou simplesmente por falta de energia. Isto não significa um problema para o cálculo das médias horárias, diárias ou anuais, se os valores válidos não ficarem abaixo de um limite estabelecido de representatividade.

Os critérios de representatividade dos dados utilizados pelo IAP e considerados no processamento dos dados são descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Critério de representatividade dos dados gerados nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana

Intervalo de tempo	Critério de representatividade
Média horária	½ das medidas válidas na hora
Média de oito horas	seis médias horárias válidas.
Média diária	2/3 das médias horárias válidas no dia
Média mensal	2/3 das médias diárias válidas no mês
Quadrimestral	½ das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro
Média anual	todas as três médias quadrimestrais válidas

Assim, sempre que uma média horária não atinge o critério de representatividade, cria-se uma lacuna na planilha destas médias. Dizer que a disponibilidade para a média horária foi, por exemplo, de 80 % significa que do total de 8.760 horas do ano, 80 % ou 7.008 valores são válidos.

Da mesma forma, se para um dia não se obteve pelo menos 16 médias horárias válidas, cria-se uma lacuna na planilha das médias diárias. Dizer que a disponibilidade para 24 horas foi, por exemplo, de 80 % significa que das 365 médias diárias do ano, 80 % ou 292 estão válidas.

A informação sobre a disponibilidade do equipamento é de extrema importância, especialmente quando se comparam resultados de um ano com outro. Isso porque a probabilidade de monitorar uma violação fica cada vez menor, na medida em que a indisponibilidade de dados aumenta. Portanto, um número menor de violações pode também ser ocasionado pela menor disponibilidade de informações e não significa necessariamente que a qualidade do ar melhorou nesta proporção.

3.4. Abrangência do monitoramento

Baseando-se na Diretiva Europeia 1999/30/CE, verificamos que Curitiba e Região Metropolitana, por comportarem uma população entre 2,75 e 3,75 milhões, deveriam contar com três a sete pontos de monitoramento da qualidade do ar em função do grau de comprometimento da bacia aérea. Atualmente, o Estado do Paraná conta com 17 estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar, sendo que oito delas estão localizadas no município de Curitiba e região metropolitana.

Quanto à localização das estações para a proteção da saúde humana, as estações devem estar localizadas em áreas de modo a:

- Fornecerem dados em áreas, dentro das zonas e aglomerações, nas quais é provável que a população esteja direta ou indiretamente exposta aos níveis mais elevados durante um período significativo em relação ao período de amostragem dos valores limites;
- Fornecerem dados sobre os níveis em outras áreas, dentro das zonas e aglomerações, que sejam representativas da exposição da população em geral. Em outras palavras, pode-se dizer que as estações de monitoramento devem fornecer dados de três tipos de áreas de impacto:
 - Industrial: onde se esperam violações em áreas dominadas por emissões industriais, fontes fixas.
 - Centro: onde se esperam violações em áreas dominadas por emissões do tráfego, fontes móveis.
 - Bairro: onde mora a maior parte da população e conseqüentemente passam uma boa parte da sua vida.

Atribuindo este sistema de classificação de localização para todos os poluentes analisados pelas estações de monitoramento chega-se a conclusão apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 - Monitoramento da qualidade do ar nas áreas industrial, centro e bairro em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná

Poluente	Nº de monitores nas estações de monitoramento (Final de 2018)	Nº de Monitores nas Áreas			
		Industrial	Industrial e centro	Centro	Bairro
PTS	3	1	0	1	1
Fumaça	0	0	0	0	0
PI	4	1	1	1	1
SO ₂	7	2	2	1	2
CO	5	2	1	1	1
O ₃	7	2	2	1	2
NO, NO ₂ e NO _x	7	3	2	1	1

No ano de 2018 a rede de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná contou com 17 estações, sendo que sete delas estão localizadas no município de Curitiba e Região Metropolitana. Embora o número de estações se encontre suficiente em relação à Diretiva Europeia 1999/30/CE, é importante que sejam

complementadas para que seja possível a medição de todos os parâmetros indicados na legislação.

4. QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

Os resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar no ano de 2018 são relatados em forma de médias de curto prazo (horária ou diária) e de longo prazo (anual) conforme a exigência legal (Resolução CONAMA N° 03/90 e Resolução SEMA N° 016/14). Informações mais detalhadas encontram-se nos Apêndices 1 e 2.

Os gráficos da variação das médias aritméticas diárias dos poluentes monitorados nas oito estações automáticas estão relacionados no Apêndice 1 e Apêndice 2. Estes gráficos evidenciam a dependência das concentrações dos poluentes oriundos de processos regulares como, por exemplo, o tráfego de automóveis ou a radiação solar.

4.1. Aspectos gerais de Curitiba e região metropolitana

Criada em 1973, a Região Metropolitana de Curitiba (RMC) é constituída por 29 municípios e é a oitava região metropolitana mais populosa do Brasil, com 3.537.894 habitantes, concentrando 1,7 % da população do nacional em uma área de 16.581 km². A capital do Estado, Curitiba, concentra cerca de 1.893.997 habitantes em uma área de 435 km², o que caracteriza uma densidade demográfica de 4.354 hab/km² (IBGE, 2016). Além de Curitiba, existem outros seis municípios na RMC com uma população acima de 100.000 habitantes: São José dos Pinhais, Colombo, Pinhais, Almirante Tamandaré, Araucária e Campo Largo.

De acordo com o banco de dados do IAP e com o banco de dados da prefeitura municipal de Curitiba, no Paraná, no ano de 2018 estiveram registradas 2.335 fontes fixas de emissão de poluentes atmosféricos (relativas ao setor industrial), as quais lançaram na atmosfera 19.999,28 ton de Material Particulado Total (MP), 8.225,37 ton de Óxidos de Enxofre (SO_x), 49.049,22 ton de Monóxido de Carbono (CO) e 31.392,82 ton de Óxidos de Nitrogênio (NO_x).

É evidente que as atividades industriais, o tráfego de veículos automotores e as queimadas a céu aberto são as maiores fontes antropogênicas de emissões e merecem, portanto a nossa atenção.

Quanto ao tráfego, também chamado de fontes móveis, é a fonte predominante em todos os grandes centros urbanos atualmente. De acordo com o DETRAN-PR

(2018), a frota motorizada no Paraná conta no ano de 2018 com 7.214.384 veículos, o que representa uma significativa o aumento de 207.837 veículos em relação aos 7.006.547 licenciados no ano de 2017. Na capital houve o acréscimo de 15.235 veículos, e atualmente há uma frota de 1.416.388 veículos rodando em Curitiba. No Gráfico 1, podemos verificar a evolução histórica dos veículos automotores licenciados na capital paranaense.

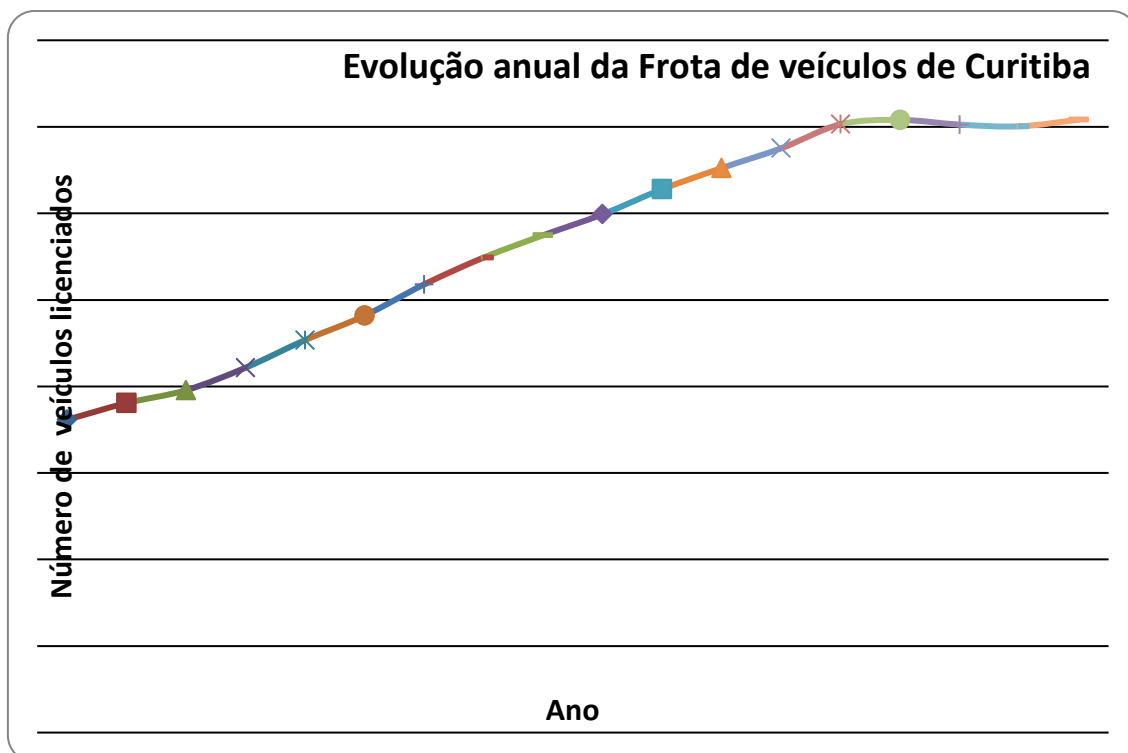


Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores licenciados em Curitiba nos anos de 2001 a 2018

Fonte: DETRAN-PR, 2018.

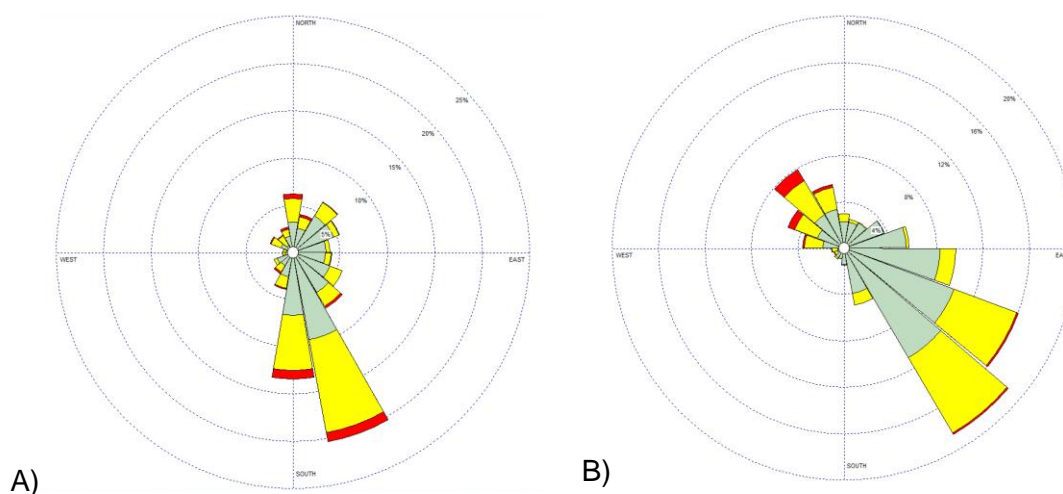
Comparando as emissões industriais, as chamadas fontes fixas, com as emissões provenientes do tráfego de veículos, podemos considerar dois pontos essencialmente diferentes. Primeiro, o número de veículos é muito maior do que o número de indústrias. É mais difícil controlar um grande número de pequenos poluidores do que controlar alguns grandes poluidores.

O segundo fator é que a maioria das indústrias está localizada fora do perímetro urbano e lançam seus efluentes gasosos através de chaminés na atmosfera, a uma distância, legalmente regulamentada, da população, enquanto os veículos liberam os

poluentes geralmente nos centros urbanos, praticamente a uma altura que possibilita a inalação direta pelos seres humanos. Logo, há que ponderar-se que para melhorar a qualidade do ar nas cidades, é fundamental direcionar esforços a fim de promover a redução das emissões veiculares.

4.1.1. Condições meteorológicas - 2018

A região metropolitana de Curitiba está localizada no primeiro planalto do Estado do Paraná, com um clima subtropical e úmido. Os invernos são brandos com geadas ocasionais e temperaturas mínimas de aproximadamente $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. No verão são registradas temperaturas de até $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. A umidade relativa do ar varia entre 75 e 85 % (média mensal). As precipitações ocorrem durante o ano inteiro, com maior intensidade nos meses de verão (dezembro, janeiro, fevereiro) e menor no inverno (junho, julho, agosto). Na média são registradas chuvas de 150 mm/mês no verão e 80 mm/mês no inverno. Os ventos vêm geralmente do leste e sudeste, como demonstrado no Figura 2 (A, B, C, D, E, F e G).



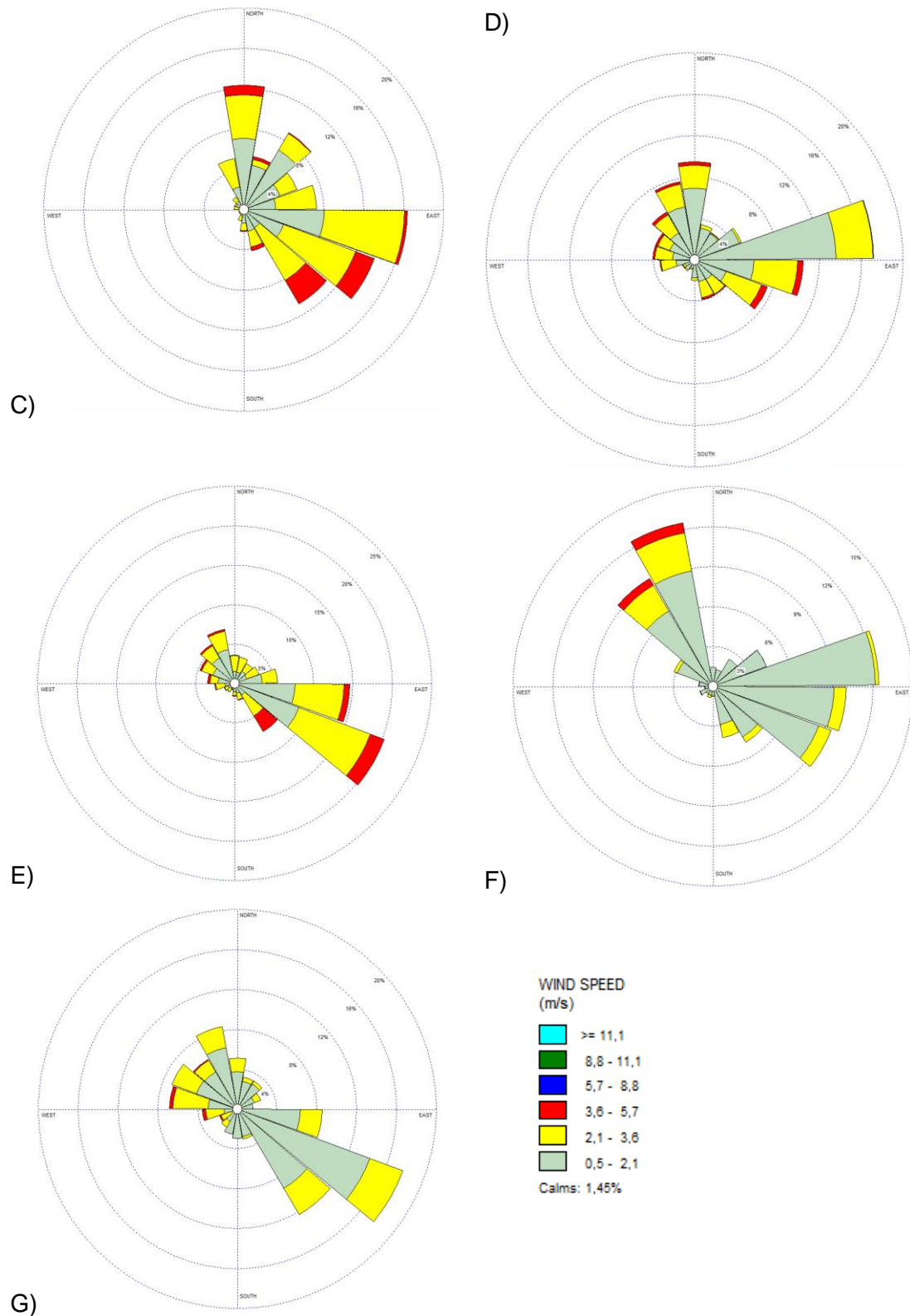


Figura 2 - Direção do vento em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2018; A) ASSIS; B) BOQ; C) CIC; D) CSN; E) REPAR; F) STC; G) UEG.

A velocidade do vento e a estabilidade térmica da atmosfera são os parâmetros mais importantes para avaliar as condições de dispersão dos poluentes. Boas condições de dispersão significam que os poluentes estão sendo dispersos pelos mecanismos de transporte, evitando assim a acumulação próxima às fontes de emissão.

Se as condições estão desfavoráveis à dispersão, observamos essa acumulação, resultando na elevação da concentração dos poluentes, o que pode causar a violação dos padrões estabelecidos. É importante lembrar este detalhe quando interpretamos os resultados do monitoramento, pois uma concentração menor do que a apresentada no ano anterior, para certo poluente, não significa necessariamente que foram lançados menos poluentes para a atmosfera. Este fato pode estar relacionado com condições mais favoráveis à dispersão.

Outro fator importante para a qualidade do ar, que não pode ser medido na superfície, é a espessura da camada limite atmosférica também chamada de camada de mistura. Para este cálculo são necessários perfis de temperatura do ar através da camada limite atmosférica, que corresponde até no mínimo 2.000 metros acima da superfície. As condições reais de qualidade do ar na RMC dependerão tanto da estabilidade atmosférica avaliada na superfície quanto da espessura desta camada.

Para que seja possível verificar melhor como se comportou o clima no ano de 2018, no Gráfico 2 visualizamos a média da precipitação mensal acumulada registrada nos últimos 46 anos (no período de 1971 a 2017), representada no gráfico pelas barras, e a precipitação mensal acumulada em 2018, representada pela linha contínua. Os meses de janeiro, março e outubro registraram índice pluviométrico acima do histórico. Os meses de janeiro e março, os maiores montantes em volume de chuva em 2018, 371,9 mm e 327,6 mm respectivamente. Os demais meses apresentaram pluviosidade menor que a série histórica, no qual se dá destaque a julho, que segundo os dados utilizados, provenientes da estação 2549006, sob responsabilidade do Instituto ÁGUASPARANÁ apresentou apenas 4,2 mm durante o mês.

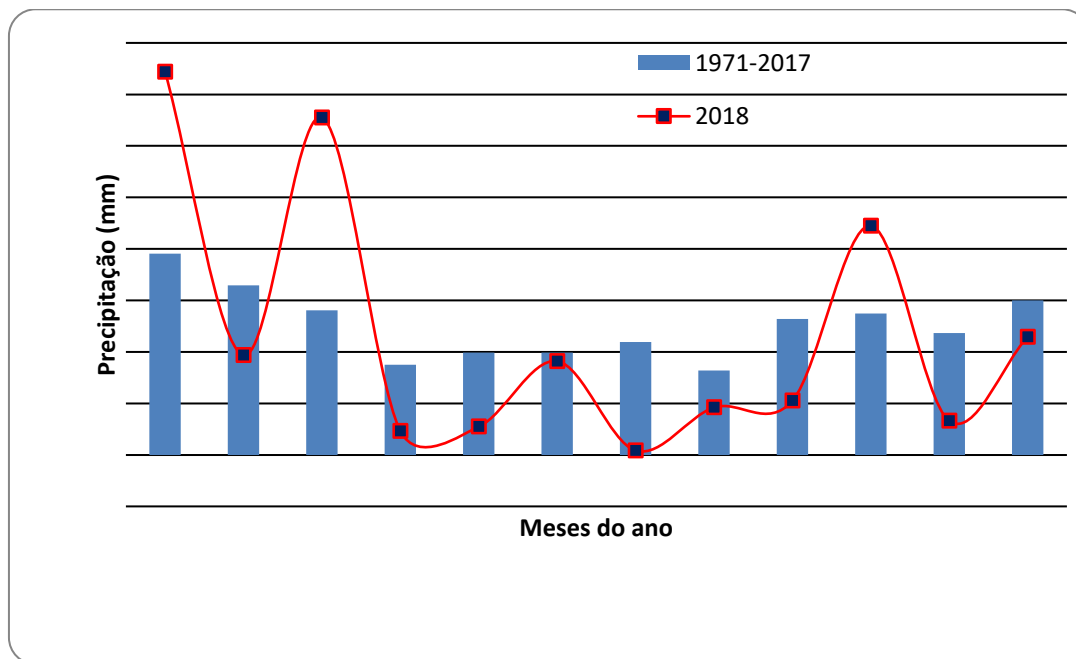


Gráfico 2 - Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2018, monitorada na estação 2549006, sob responsabilidade do Instituto ÁGUASPARANÁ, localizada em Curitiba/PR, localizada na região metropolitana.

No Gráfico 3 é possível acompanhar o histórico das temperaturas máximas registradas no período de 2004 a 2017, registradas na estação ASSIS. A média máxima história de temperatura é de 33 °C, no entanto apresentando distinções ao longo do ano, com verões quentes e invernos frios.

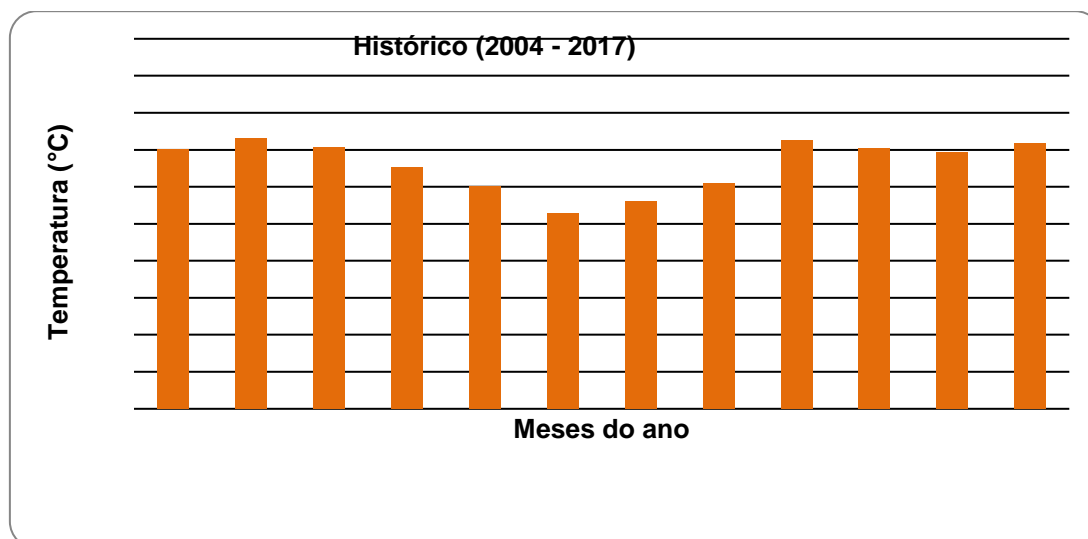


Gráfico 3 - Média das temperaturas máximas registradas no período de 2004 a 2017 na estação de qualidade do ar de ASSIS, para representatividade da região metropolitana de Curitiba.

4.2. Resultados

4.2.1. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Em 2018, o poluente PTS foi monitorado em Curitiba, na estação automática localizada no bairro Boqueirão, por isso nomeada de BOQ, no corrente ano nenhuma estação monitorou este poluente em outras cidades da região metropolitana. A Tabela 9 faz referência ao período monitorado.

Tabela 9 - Resultados do monitoramento de PTS na estação automáticas de qualidade do ar localizada no bairro Boqueirão, na cidade de Curitiba

Monitoramento de PTS no ano de 2018				
PTS* Estação: Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 24h: 32 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 117	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 14,42 µg/m³			
	Média diária máxima: 54,8 µg/m³ (em 21 de Abril de 2018)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero			

*Não atende ao critério de representatividade.

A estação BOQ não atendeu ao critério de representatividade, e em sendo a única que realizou o monitoramento, para o período de 2018, não é possível fazer uma análise consistente. Ficando essa lacuna nos relatórios.

No ano de 2017, a estação BOQ atendeu aos critérios de representatividade e apresentou uma média anual de 21,43 µg/m³ e diária de 101,51 µg/m³. Salienta-se que o período monitorado na estação BOQ no ano de 2018 foi de 01/01/2018 até 27/04/2018, período no qual todos os dias houve registro de dados, a máxima registrada neste período foi de 54,8 µg/m³, no dia 21 de Abril de 2018.

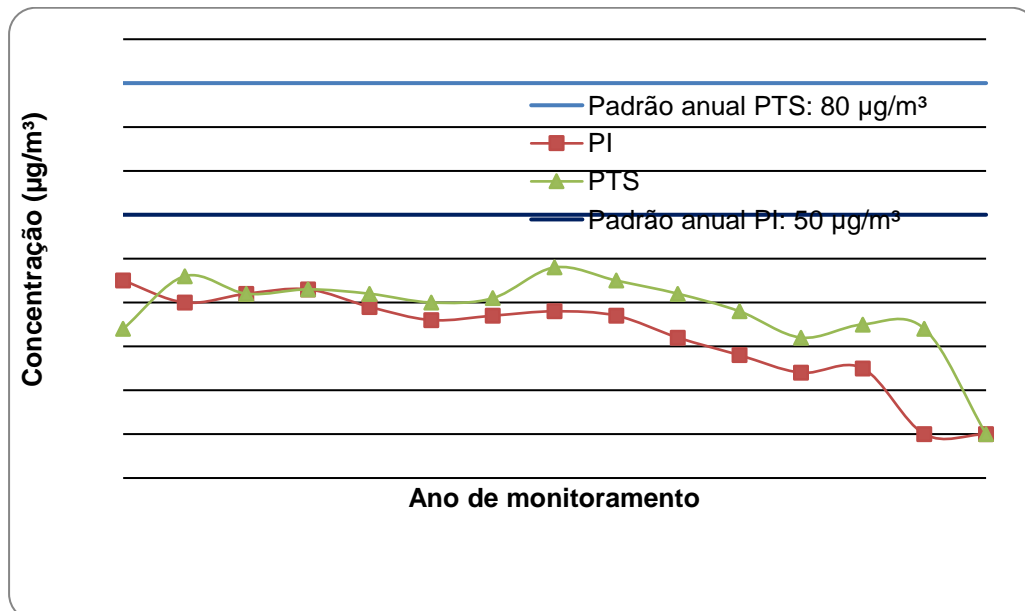
De acordo com o Gráfico 2, abril foi um mês com pouca pluviosidade, registrando apenas 23 mm, e a precipitação estando diretamente relacionada com a concentração de Partículas Totais em Suspensão. No entanto outros meses também apresentaram baixa pluviosidade, não sendo possível indicar se houveram casos em que a

classificação da qualidade do ar tenha ultrapassado ao limite de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 horas, que é o limite entre a classificação **boa** e **regular**.

4.2.2. Partículas Inaláveis (PI)

No ano de 2018 não houve nenhuma estação que monitorou o poluente Partículas Inaláveis. No ano de 2017 houve quatro estações automáticas que monitoraram esse poluente, no entanto nenhuma atendeu ao critério de representatividade. Desta forma não é possível realizar uma análise consistente dos últimos anos de monitoramento.

O Gráfico 4 representa a evolução das concentrações médias anuais para as Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI) no período de 2004 a 2018, monitoradas nas estações automáticas da região metropolitana de Curitiba. Para compor o gráfico foram consideradas apenas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade apresentado na Tabela 7, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado de toda a rede de monitoramento.



Base: Média de todas as estações automáticas com representatividade anual.

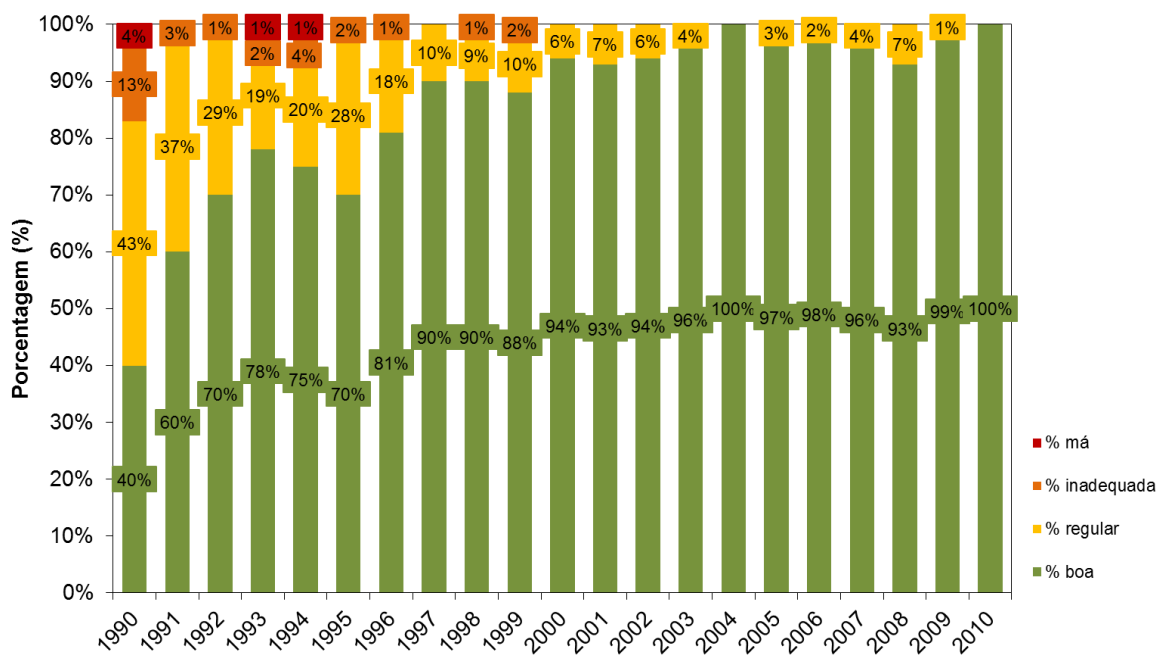
Em 2004 apenas a estação PAR monitorou o parâmetro PTS, em 2017 não houveram estações com representatividade anual para o poluente PI. No ano de 2018 não houve estações com representatividade para o poluente PTS e não houve nenhuma estação que realizou o monitoramento de PI.

Gráfico 4– Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no período de 2004 a 2018 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

4.2.3. Fumaça

O poluente Fumaça foi monitorado em três localidades no ano de 2010: uma na cidade de Curitiba, na estação Santa Casa (SC), e duas em Araucária, nas estações Seminário (SEM) e São Sebastião (SS). No período de 2011 a 2018 este parâmetro não foi monitorado devido a problemas nos equipamentos, que por serem importados há grande dificuldade de compra de peças para reposição.

No Gráfico 5 observamos o histórico das classificações das médias diárias para o poluente fumaça na estação SC no período de 1990 a 2010. Observa-se uma melhora a partir do ano 2000, similar ao que acontece para o poluente PTS.



*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 5 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010

4.2.4. Dióxido de Enxofre (SO₂)

O Dióxido de Enxofre, SO₂, foi monitorado em seis estações de monitoramento no ano de 2018. As classificações das médias diárias, médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados do monitoramento de SO₂ nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana

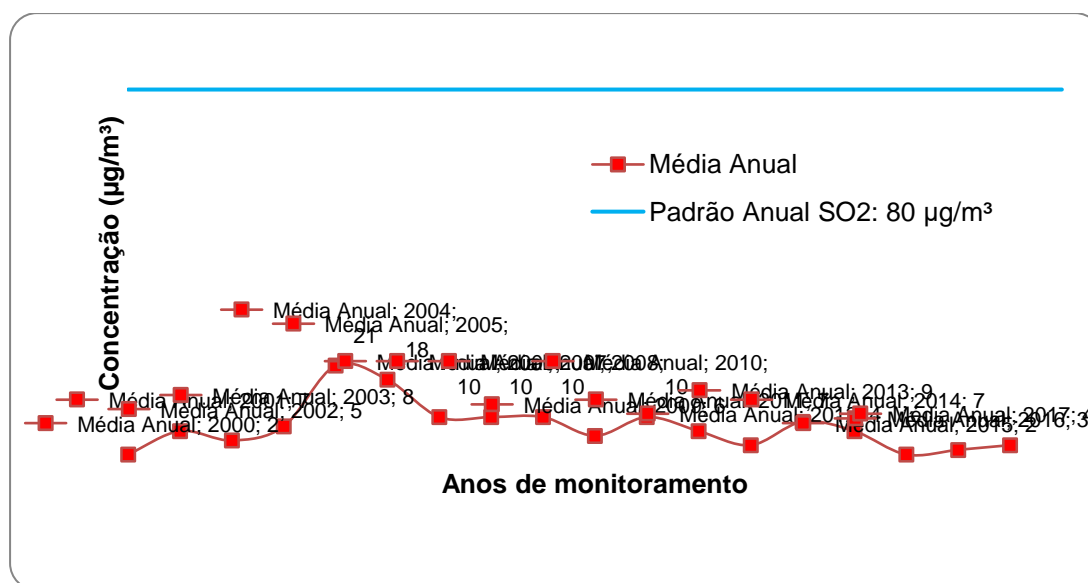
Monitoramento de SO ₂ no ano de 2018				
SO ₂ * Estação: Assis (ASSIS) Disponibilidade 24h: 46,27 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 168	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 5,4 µg/m³			
	Média diária máxima: 19,56 µg/m³ (em 10 de abril de 2018)			
SO ₂ * Estação: Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 24h: 32 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 117	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 1,2 µg/m³			
	Média diária máxima: 7,7 µg/m³ (em 15 de janeiro de 2018)			
SO ₂ * Estação: CSN (CSN) Disponibilidade 24h: 24 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 82	REGULAR: 5	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 18,9 µg/m³			
	Média diária máxima: 192,8 µg/m³ (em 26 de março de 2018)			
SO ₂ * Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 44,4 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 162	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 0,9 µg/m³			
	Média diária máxima: 10,5 µg/m³ (em 26 de janeiro de 2018)			
SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STC) Disponibilidade 24h: 33 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 120	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 2,5 µg/m³			
	Média diária máxima: 3,6 µg/m³ (em 2 de janeiro de 2018)			
SO ₂ * Estação: UEG (UEG) Disponibilidade 24h: 10,4 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 38	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 0,66 µg/m³			
	Média diária máxima: 2,65 µg/m³ (em 06 de fevereiro de 2018)			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				

*Não atende ao critério de representatividade.

No ano de 2018 nenhuma estação que realizou o monitoramento do poluente SO₂ atendeu ao critério de representatividade anual. Portanto a seguir são usados apenas para verificação, não possuindo validade para interpretação e conclusividade neste relatório.

Do período em que as seis estações estiveram em funcionamento, a concentração média máxima diária registrada foi de 192,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na estação da CSN, localizada na área industrial de Araucária e próximo a uma rodovia. Essa foi a única estação que registrou eventos (5 dias) com concentração acima dos 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 , estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990 o que caracteriza a qualidade do ar como **regular**. Nas demais estações não foi verificado nenhuma transgressão ao limite de qualidade do ar, permanecendo no período em que estiveram em funcionamento enquadrado como de **boa** qualidade.

No Gráfico 6 está representada a evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Enxofre no período de 2000 a 2018, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Para compor o gráfico foram consideradas apenas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade, conforme descrito na Tabela 7, ou seja, como nenhuma estação apresentou média anual representativa, não foram considerados os dados de 2018 para calcular o valor médio.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual. No ano de 2018 não houve nenhuma estação com representatividade anual.

Gráfico 6 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO_2 no período de 2000 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

4.2.5. Monóxido de Carbono (CO)

As concentrações de CO foram registradas em quatro estações, sendo duas em Curitiba, estações BOQ e CIC e duas em Araucária, estações RPR e UEG. A Tabela 11 apresenta os resultados e as classificações das médias máximas de 8 horas no período de janeiro à dezembro de 2018.

Tabela 11 - Resultados do monitoramento de CO nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná

Monitoramento de CO no ano de 2018				
CO* Estação: Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 8h: 31,8 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 349	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 862,5 µg/m³ (em 11 de março de 2018, das 16 às 23 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero			
CO* Estação: CIC (CIC) Disponibilidade 8h: 28 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 306	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 2.084,4 µg/m³ (em 30 de abril de 2018, das 16 às 23 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero			
CO* Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 8h: 29,1 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 318	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 546,5 µg/m³ (em 22 de novembro de 2018, das 16 às 23h)			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero			
CO* Estação: UEG (UEG) Disponibilidade 8h: 10,2 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 112	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 739 µg/m³ (em 16 de janeiro de 2018, das 18 às 15 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero			

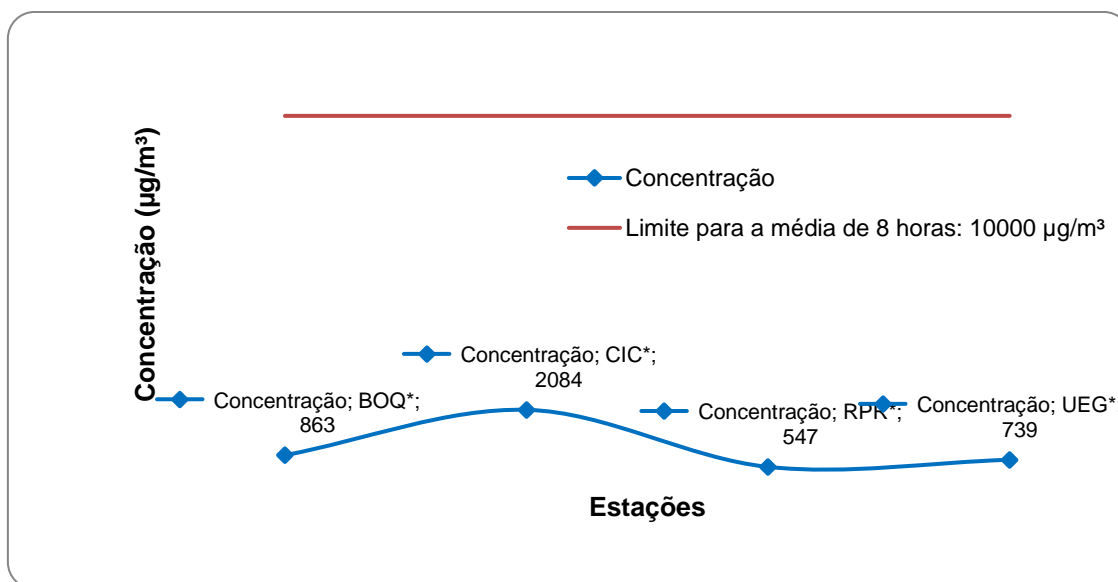
*Não atende ao critério de representatividade.

Das estações de qualidade do ar que monitoraram o poluente CO, nenhuma atendeu ao critério de representatividade. A estação que operou em maior período foi a BOQ, que possibilitou a coleta de 349 médias de um total ideal de 1095 médias.

No período das amostragens não foi verificado nenhuma transgressão ao padrão primário de qualidade o ar, e todas as médias se mantiveram na faixa classificada como **Boa**, que é quando a concentração de CO permanece inferior a 4,5 ppm.

O Gráfico 7 apresenta as concentrações médias anuais para o Monóxido de Carbono monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana, onde pode ser verificado que a concentração permanece abaixo do limite para a média

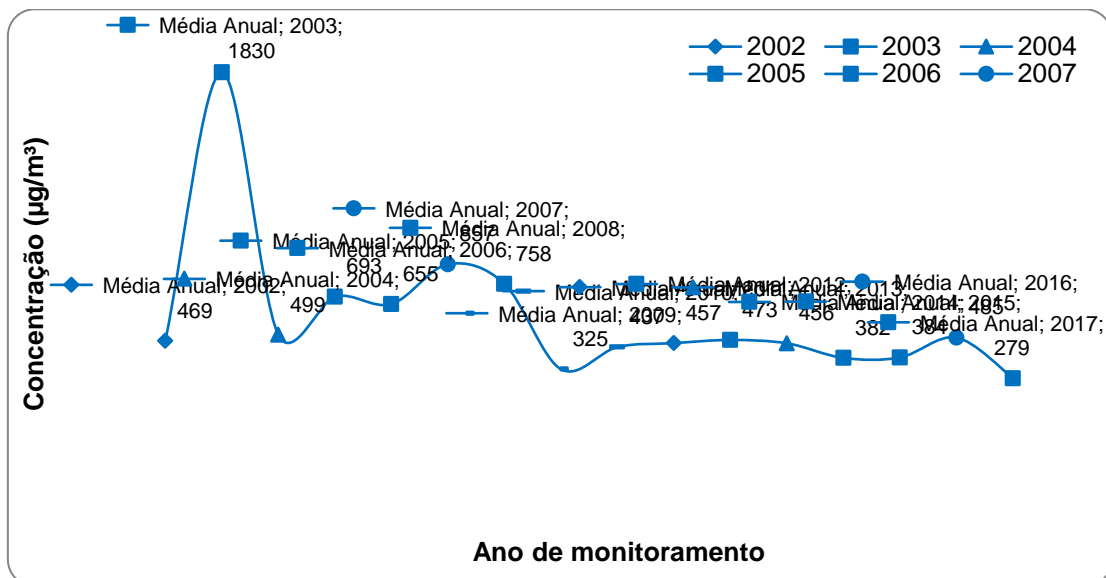
de 8 horas, $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e o maior registro, na estação CIC, $2.084,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no dia 30 de abril de 2018, no período das 16 às 23 h. Salienta-se que nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade anual, pois operaram por curtos períodos de tempo, sendo, portanto estes dados apenas demonstrativos dos períodos em que ocorreram as amostragens, sem valor para análise histórica.



*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 7 - Comportamento do poluente CO no estado do Paraná no ano de 2018.

O Gráfico 8 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o Monóxido de Carbono no período de 2002 a 2018, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Para compor o gráfico foram consideradas apenas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade apresentado na Tabela 7, ou seja, no ano de 2018 o período, mantém-se sem informação, pois nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual.

Gráfico 8 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

4.2.6. Ozônio (O₃)

As concentrações de O₃ foram registradas em cinco estações, sendo uma em Curitiba, estações BOQ, e quatro em Araucária, estações ASSIS, UEG, CSN e RPR. A Tabela 12 apresenta os resultados e as classificações das médias horárias e as médias horárias máximas no período.

Tabela 12 - Resultados do monitoramento de O₃ nas estações automáticas de qualidade do ar instaladas em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná

Monitoramento de O ₃ no ano de 2018				
O ₃ * Estação: Assis (ASSIS) Disponibilidade 1h: 2,7 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 116	REGULAR: 11	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 127,56 µg/m³ (em 04 de janeiro de 2018, 14 h)			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: Zero				
O ₃ * Estação: Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 1h: 31,8 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 2.752	REGULAR: 40	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 134 µg/m³ (em 03 de março de 2018, 15 h)			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: Zero				
O ₃ * Estação: CSN (CSN)	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 3.013	REGULAR: 20	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 106,1 µg/m³ (em 24 de abril de 2018, 16 h)			

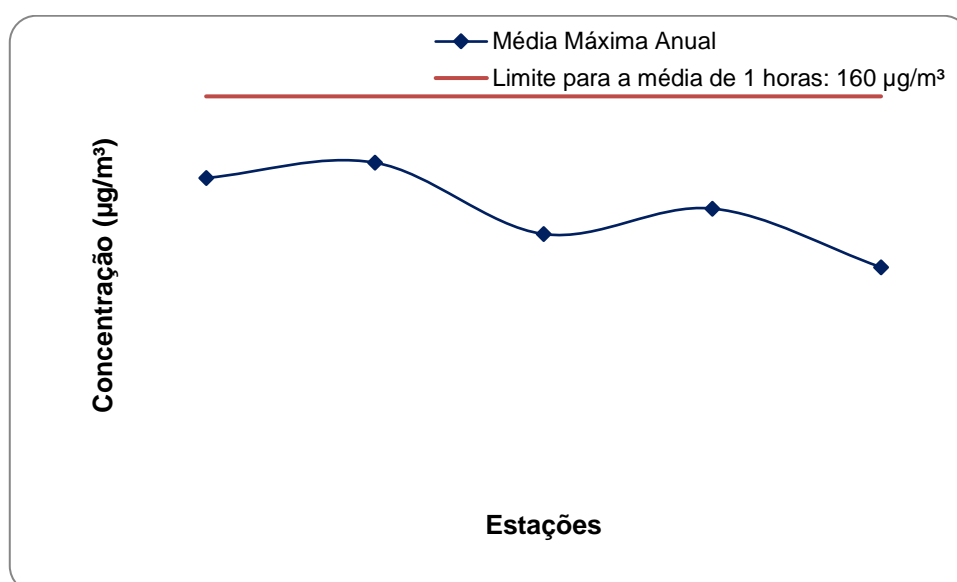
Disponibilidade 1h: 34,4 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃* Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 1h: 36,4 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 3.170	REGULAR: 19	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 115,9 µg/m³ (em 22 de abril de 2018, 16 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃* Estação: UEG (UEG) Disponibilidade 1h: 10 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 879	REGULAR: 3	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 92,8 µg/m³ (em 04 de janeiro de 2018, 16 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero			

*Não atende ao critério de representatividade.

Em 2018 nenhuma das estações atendeu ao critério de representatividade anual para o poluente O₃.

Verificou-se que a estação RPR foi a que registrou o maior número de médias horárias 3.170 dados, e a estação CSN foi a que registrou (dentre as 3.013 médias) o pior cenário para este poluente, apresentando 20 registros em que qualidade do ar se quadrava como **Regular**, que é quando as médias atingem níveis acima de 80 µg/m³ e abaixo de 160 µg/m³.

No Gráfico 9 apresenta-se o comportamento do poluente Ozônio no ano de 2018, monitorado nas estações ASSIS, CSN, RPR, BOQ, e UEG, salienta-se que nenhuma das estações atendeu ao critério de representatividade anual, conforme descrito na Tabela 7.

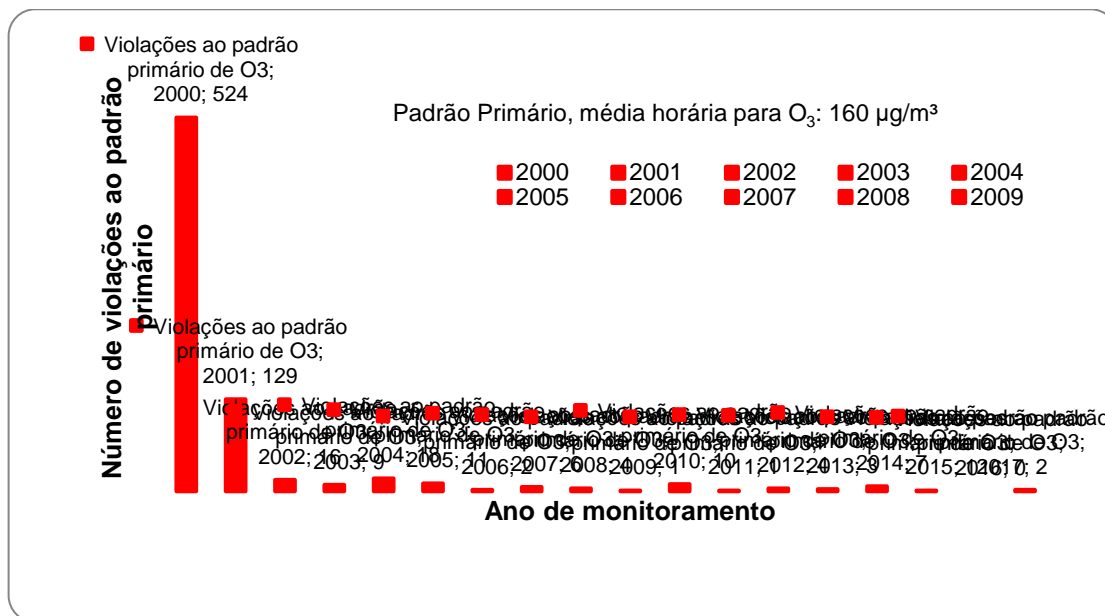


*Não atenderam ao critério de representatividade anual

Gráfico 9 – Comportamento do poluente O₃ em Curitiba e Região Metropolitana do Estado do Paraná no ano de 2018

No Gráfico 10, podemos observar o histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o Ozônio na resolução 03/1990, equivalente a 160 µg/m³, registrado no período de 2000 a 2018. Em 2016 não foi registrado nenhuma violação, que classificasse a qualidade do ar como **inadequada**, em contrapartida em 2017 foram registrados dois eventos com essa classificação, ambos registrados em Araucária, na estação de qualidade do ar de ASSIS, e os dois eventos foram registrados no mês de setembro. No ano de 2018 nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade anual, portanto os dados não foram utilizados para esta análise, no entanto, das médias registradas verificou-se que não houve nenhuma violação ao limite fixado pela resolução CONAMA 03/1990.

A Região Metropolitana de Curitiba apresenta um alto potencial de formação de Ozônio troposférico, o qual resulta de reações entre poluentes atmosféricos catalisados pela luz solar. Este processo é conhecido como *smog* fotoquímico e tem como principais precursores, os poluentes de origem veicular, como Óxidos de Nitrogênio e Hidrocarbonetos Totais. A formação do Ozônio próximo à superfície é extremamente influenciada pelas condições meteorológicas, como variação da nebulosidade, quantidade de radiação solar incidente, altas temperaturas, transporte atmosférico de precursores, bem como transporte do próprio Ozônio de uma região para outra (CETESB, 2013).



*Em 2018 nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade anual.

Gráfico 10 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O₃, registradas no período de 2000 a 2018

O Gráfico 11 demonstra a variação média do poluente O₃ durante as horas de um dia, monitorados na estação RPR, localizada em Araucária, no bairro Capela Velha, na área industrial da cidade, em local de intensa movimentação de veículos e pedestres.

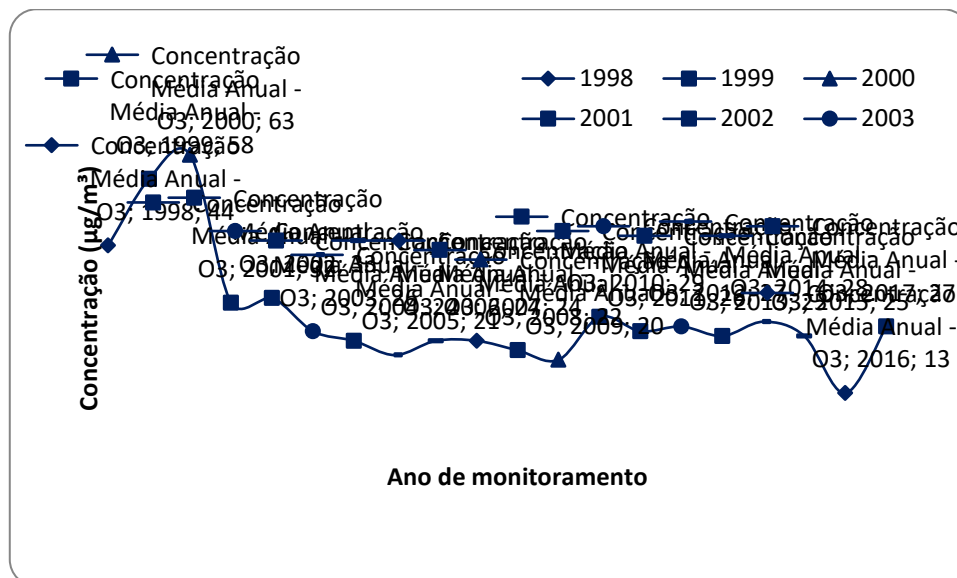
Salienta-se que a escolha da estação RPR é devido a ela ser a que possui maior número de médias registradas para o poluente O₃ (3.170), no entanto ainda assim não atendendo ao critério de representatividade anual, sendo o Gráfico 11 apresentado apenas como ilustrativo, podendo na realidade estar super ou subestimando as concentrações anuais. Ainda que nele seja possível verificar a mesma tendência dos anos anteriores.



Gráfico 11 - Médias horárias anuais para o poluente O₃ na estação RPR em 2018

É possível verificar que a média horária se desloca durante o dia, constatando uma maior ocorrência em volume de O₃ atmosférico no período de maior incidência de radiação solar, que ocorre entre as 11 e as 17 horas.

O Gráfico 12 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o O₃ no período de 1998 a 2018, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Para compor o gráfico foram consideradas apenas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade apresentado na Tabela 7, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual. Em 2018 nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade.

Gráfico 12 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O₃ no período de 1998 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná

4.2.7. Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

As concentrações de NO₂ foram registradas em apenas três estações automáticas. Em Curitiba na estação CIC, e em Araucária nas estações CSN e RPR. Na Tabela 13 são apresentadas as médias horárias, no formato de médias horárias máximas e as médias anuais registradas no ano de 2018.

Tabela 13 - Resultados do monitoramento de NO₂ nas estações de qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná

Monitoramento de NO ₂ no ano de 2018				
NO ₂ * Estação: CIC (CIC) Disponibilidade 1h: 22,3 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 1.951	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 16,4 µg/m³			
	Média horária máxima: 67,7 µg/m³ (em 12 de abril de 2018, 19 h)			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero				
NO ₂ * Estação: CSN (CSN) Disponibilidade 1h:	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 2.857	REGULAR: 12	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 28,1 µg/m³			
	Média horária máxima: 221,14 µg/m³ (em 20 de abril de 2018, 8 h)			

32,7 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: um			
NO₂* Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 1h: 37,9 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 3.307	REGULAR: 14	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 17,1 µg/m³			
	Média horária máxima: 161 µg/m³ (em 18 de abril de 2018, 18 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero			

*Não atende ao critério de representatividade

Em 2018 nenhuma das três estações que estiveram operando e registrando médias para o poluente NO₂ atendeu ao critério de representatividade anual.

Mesmo as estações não tendo atendido ao critério de representatividade o Gráfico 13, é apresentado apenas pra fins ilustrativos, as médias anuais e as médias máximas horárias em todas as estações que monitoraram este poluente na RMC em 2018. No período em que houve a cobertura do monitoramento não foi registrado violações aos limites de 320 µg/m³ (para a média de 1 h) e de 100 µg/m³ (para a média anual).

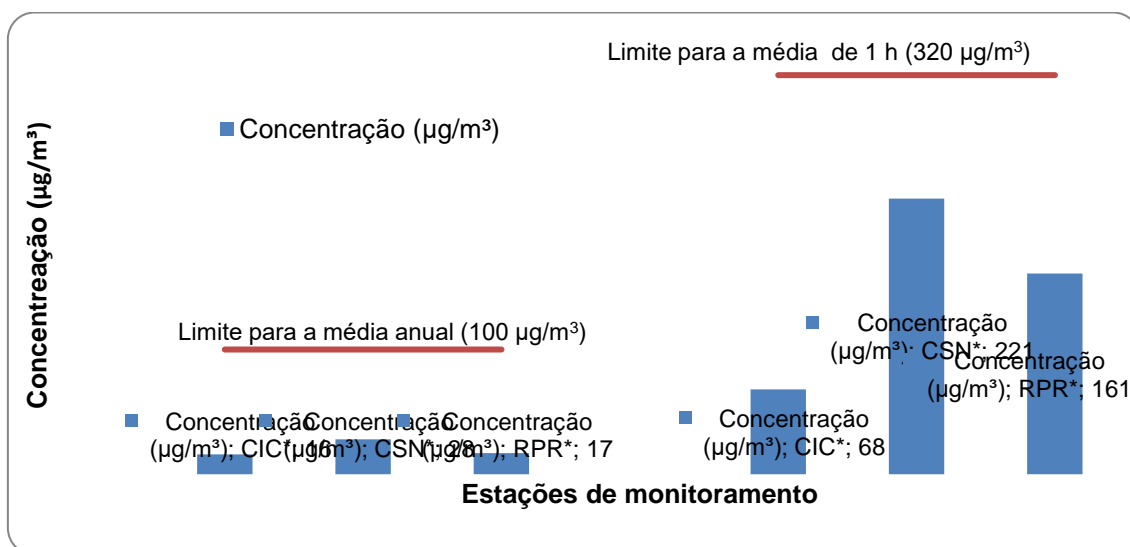
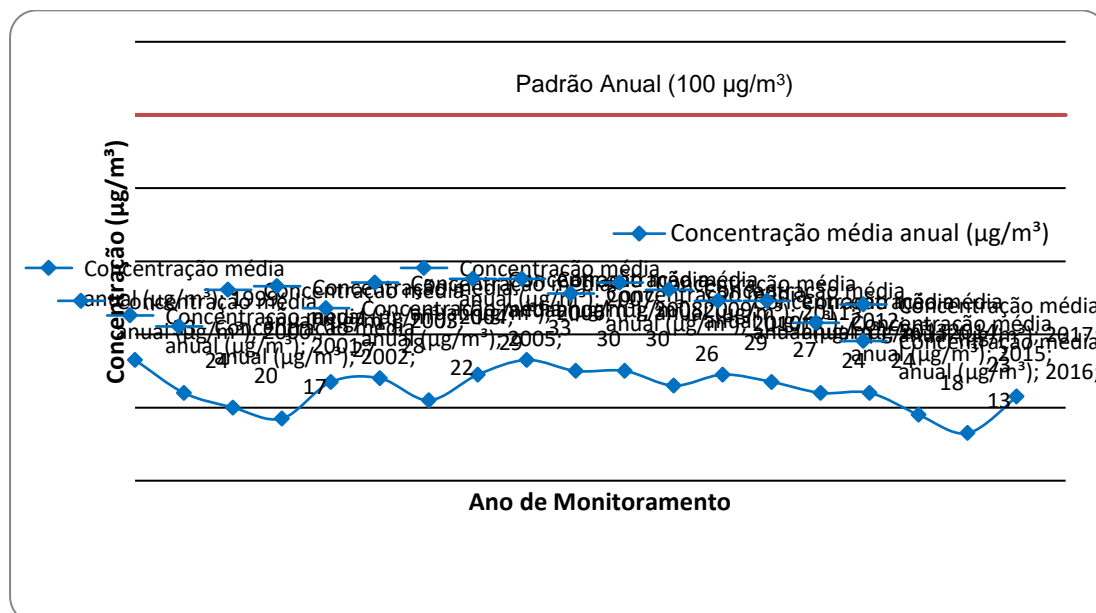


Gráfico 13 - Comportamento do poluente NO₂ no ano de 2018 em Curitiba e Região Metropolitana

O Gráfico 14 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o NO₂ no período de 1999 a 2018, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Para compor o gráfico foram consideradas apenas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade apresentado na Tabela 7, ou seja, a estação

que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual. No ano de 2018 nenhuma estação atendeu à representatividade anual.

Gráfico 14 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO₂ no período de 1999 a 2018 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

Dentre as estações que monitoraram o poluente NO₂ no período em que elas estiveram em funcionamento no ano de 2018, a estação RPR, localizada no município de Araucária, foi a que registrou o maior número de casos com classificação da média horária como **regular** (14), no entanto foi a estação CSN, também localizada em Araucária que registrou a maior média horária, 221 µg/m³. Em 2016 a estação UEG apresentou 25 registros classificados como **regular**, em 2015 a estação PAR, 54 registros e em 2014 a estação UEG foi a que apresentou o pior cenário para este poluente, registrando 139 casos de classificação da média horária como **regular**.

4.3. Registro de violações aos padrões primários

Ainda que na Tabela 14, pode ser observado que não houve registro de violações no ano de 2018, por município, estação, e por parâmetro monitorado, aos

limites de referência estipulados e regulamentados pela Resolução do CONAMA N° 03/90, considerando as médias de 24 horas e as médias horárias, não é possível afirmar isso, pois no ano de 2018 nenhum parâmetro de nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade conforme Tabela 7. De forma que a interpretação apenas dos dados disponíveis pode induzir a uma análise equivocada do ano de 2018.

Tabela 14 – Número de violações por parâmetros observados em 2018 nas estações de qualidade do ar instaladas em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná

Município	Estação	PTS	Fumaça	PI	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	Total
Curitiba	Boqueirão (BOQ)	0	*	0	0	0	0	*	0
	CIC (CIC)	*	*	*	*	0	*	0	0
	Santa Cândida (STC)	*	*	*	0	*	0	0	0
Araucária	Assis (ASSIS)	*	*	*	0	*	0	0	0
	CSN (CSN)	0	*	*	0	*	0	0	0
	REPAR (RPR)	0	*	0	0	0	0	0	0
	UEG (UEG)	*	*	0	0	0	0	0	0
Por Município	Curitiba	0	*	0	0	0	0	0	0
	Araucária	0	*	0	0	0	0	0	0
Total		0	*	0	0	0	0	0	0

* Poluente não monitorado na estação em 2018.

No Gráfico 15, observamos as violações ao padrão primário ocorridas nos anos de 2000 a 2018. Pelos dados apresentados não verificamos uma tendência, e sim uma variação ano a ano aumentado e diminuindo. Estas variações não ocorrem necessariamente em função do aumento da emissão de poluentes, elas podem ocorrer em virtude das condições meteorológicas que variam ano a ano, havendo períodos prolongados sem chuvas e temperaturas mais elevadas em relação ao ano anterior. Todos estes fatores, além de outros, podem tornar a qualidade do ar melhor ou pior, mesmo não havendo aumento ou diminuição das emissões. Para o ano de 2018 nenhum poluente atendeu ao critério de representatividade dos dados, portanto o

somatório de violações não pode ser realizado, permanecendo como uma lacuna no período histórico de monitoramento.

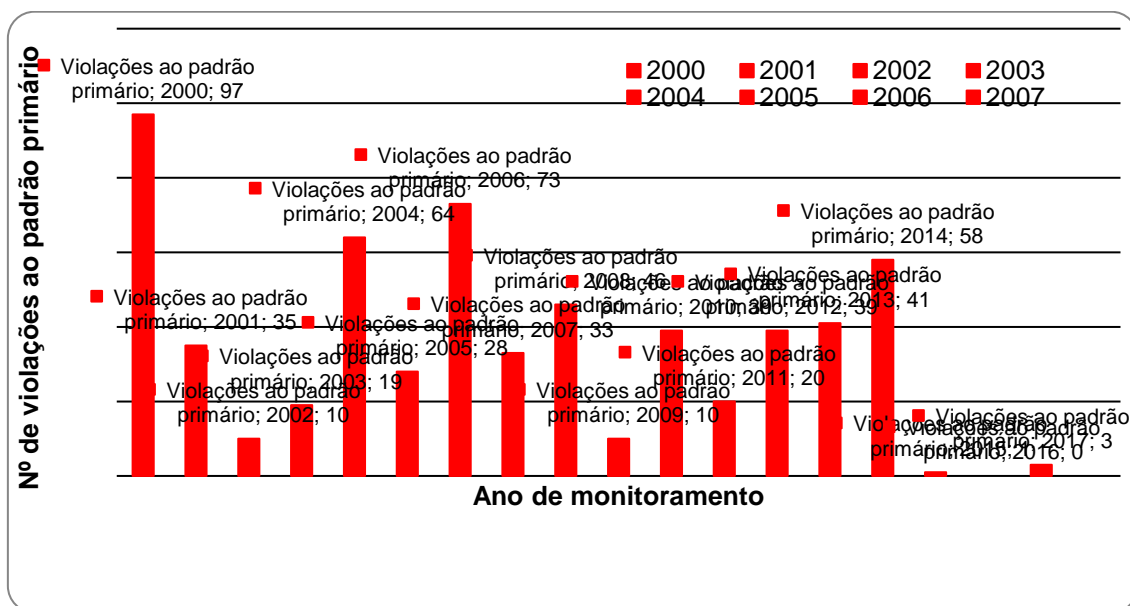


Gráfico 15 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2018 no estado do Paraná. Período de 2006 a 2015 possui dados da estação de Colombo.

Na Tabela 15 podemos observar a porcentagem de tempo em que as estações permaneceram coletando dados, por poluente, e a quantidade de médias que serviram para classificar os dados de acordo com a qualidade do ar, em **Boa**, **Regular**, **Inadequada** e **Má**, ao longo do ano de 2018 nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Salienta-se que, cada poluente requer uma forma distinta de análise de médias. Para interpretação de dados de PTS, PI e SO₂ utiliza-se média diária, para CO, média de oito horas e para NO₂ e O₃ média horária. Ainda é importante salientar que durante o ano de 2018 nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade para nenhum parâmetro monitorado.

Tabela 15- Compilado de informações sobre os dados de qualidade do ar registrados em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2018

Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
SO ₂	ASSIS*	46,3	53,7	168	0	0	0

	CSN*	24,0	76,0	82	5	0	0
	RPR*	44,4	55,6	162	0	0	0
	STC*	33,0	67,0	120	0	0	0
	BOQ*	32,0	68,0	117	0	0	0
	UEG*	10,4	89,6	38	0	0	0
Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
	ASSIS*	2,7	97,3	116	11	0	0
O ₃	CSN*	34,4	65,6	3.013	20	0	0
	RPR*	36,4	63,6	3.170	19	0	0
	BOQ*	31,8	68,2	2.752	40	0	0
	UEG*	10,0	90,0	879	3	0	0
	Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada
	CIC*	22,2	77,8	1.951	0	0	0
NO ₂	CSN*	32,7	67,3	2.857	12	0	0
	RPR*	37,9	62,1	3.307	14	0	0
Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
	CIC*	28,0	72,0	306	0	0	0
CO	RPR*	29,1	70,9	318	0	0	0
	BOQ*	31,8	68,2	349	0	0	0
	UEG*	10,2	89,8	112	0	0	0
	Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada
PTS	BOQ*	32,0	68,0	117	0	0	0

*Não atende ao critério de representatividade anual.

**Para cada poluente é utilizado uma forma distinta de análise de médias: Para PTS, PI e SO₂ utiliza-se média diária, para CO média de oito horas e para NO₂ e O₃ média horária.

5. GESTÃO DA QUALIDADE DO AR

O monitoramento é um elemento central da gestão de qualidade do ar, porém passivo. Para haver uma melhora nas condições do ar que respiramos é necessário, também, a utilização de elementos ativos, como o levantamento das fontes emissoras, o controle das fontes móveis, o controle das fontes fixas e o planejamento de metas e medidas.

5.1. Levantamento das fontes emissoras

É fundamental que o órgão de gestão ambiental realize um inventário das fontes emissoras de poluentes, visto que é com base nele que é possível responder os principais questionamentos sobre a gestão da qualidade do ar:

- Qual é a maior fonte?
- Onde qual região se concentram as maiores fontes?
- Quais são os principais poluentes emitidas?
- Quais são as formas de mudar esse cenário?

Sabemos hoje que as principais fontes emissoras são as fontes móveis, representadas principalmente pelos veículos automotores em geral, e também de grande importância, de forma secundária as atividades industriais.

O Instituto Ambiental do Paraná realizou um levantamento preliminar das emissões industriais, trabalho que subsidiou o estabelecimento dos padrões de emissão para uma grande variedade de processos industriais e que constam na Resolução N° 054/06 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA.

Em 2014, os trabalhos da revisão da Resolução N° 054/06 concluíram-se e foi encaminhada ao Secretário de Meio e Recursos Hídricos, que aprovou as atualizações e promulgou a Resolução SEMA N° 016/2014, ficando revogada a resolução SEMA N° 054/06.

5.2. Controle das fontes móveis

Já existe no Brasil, há algum tempo, critérios e controles para a emissão de poluentes para veículos novos definidos pela União. É de responsabilidade dos Estados

o controle das emissões de veículos em uso. O Plano de Controle de Poluição Veicular do Paraná – PCPVPR, aprovado em novembro de 2010 e revisado em maio de 2011, procurou acatar ao contido na Resolução CONAMA Nº 418/2009 em consonância com a Normativa Nº 6 do IBAMA.

O PCPV do Estado do Paraná busca em seus objetivos específicos:

- Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos padrões de qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos;
- Promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia automobilística, como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- Criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- Promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- Promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos, postos à disposição da frota nacional de veículos automotores, visando à redução de emissões poluidoras à atmosfera.

Investindo nesses objetivos acredita-se que será possível proporcionar melhorias da qualidade de vida da população paranaense, buscando a preservação na qualidade do ar e a sustentabilidade ambiental.

5.3. Controle das fontes fixas

As fontes industriais também precisam ser monitoradas e controladas. A melhor solução para esta tarefa é a participação ativa da indústria.

O monitoramento das emissões, além de necessário ao órgão ambiental, muitas vezes é também de interesse da indústria, pois informam sobre o desempenho e a eficiência dos processos utilizados.

O automonitoramento das emissões atmosféricas passou a ser obrigatório no Paraná a partir da publicação da Lei Estadual Nº 13.806/02 e está regulamentado pela Resolução SEMA Nº 016/2014. As atividades potencialmente poluidoras devem atender

aos padrões estaduais de emissão, além de realizar e informar periodicamente ao IAP suas medições.

O procedimento está em plena execução, alimentando um banco de informações sobre as emissões das fontes fixas, a partir dos relatórios de auto monitoramento submetidos regularmente ao IAP.

Em 2018 foi dada continuidade aos trabalhos para a modernização do sistema de controle das fontes fixas que conta com dois projetos importantes:

- 1) O primeiro é a modernização da disponibilização dos resultados da qualidade do ar, onde as informações estão disponibilizadas de forma rápida e de fácil compreensão. Para atender esse item, em junho de 2014 foi lançado na página *online* do IAP o IQAr que disponibiliza para a população um mapa com os dados da qualidade do ar em **tempo real**, com a identificação das estações, gráficos das últimas 24 horas do IQA e demonstração da rosa dos ventos, individualmente.
- 2) O segundo projeto trata do Sistema de Declaração das Emissões Atmosféricas - DEA, onde o próprio empreendedor alimentará as informações referentes aos processos com emissões atmosféricas, agilizando o tramite de informação e controle do auto monitoramento das indústrias.

5.4. Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas dos Poluentes MP, CO, NO_x e SO_x

Em 2020, foi realizado em retroativo o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NO_x e SO_x), baseado no Banco de Dados do IAP e no Banco de Dados da Prefeitura Municipal de Curitiba, totalizando, em 2018, 2.335 fontes fixas monitoradas. Tal monitoramento é periódico e cada empresa é enquadrada de acordo com os critérios estabelecidos na Resolução SEMA 16/2014

Com o inventário é possível perceber que apesar dos esforços ainda há muito para ser alcançado com relação à abrangência e efetividade da atuação do órgão com relação à qualidade do ar no estado do Paraná. Velica-se na Figura 3, que ainda há diversos municípios que não possuem dados cadastrados nos bancos de dados utilizados como base para o inventário, quando à emissão de MP, SO_x, CO ou NO_x.

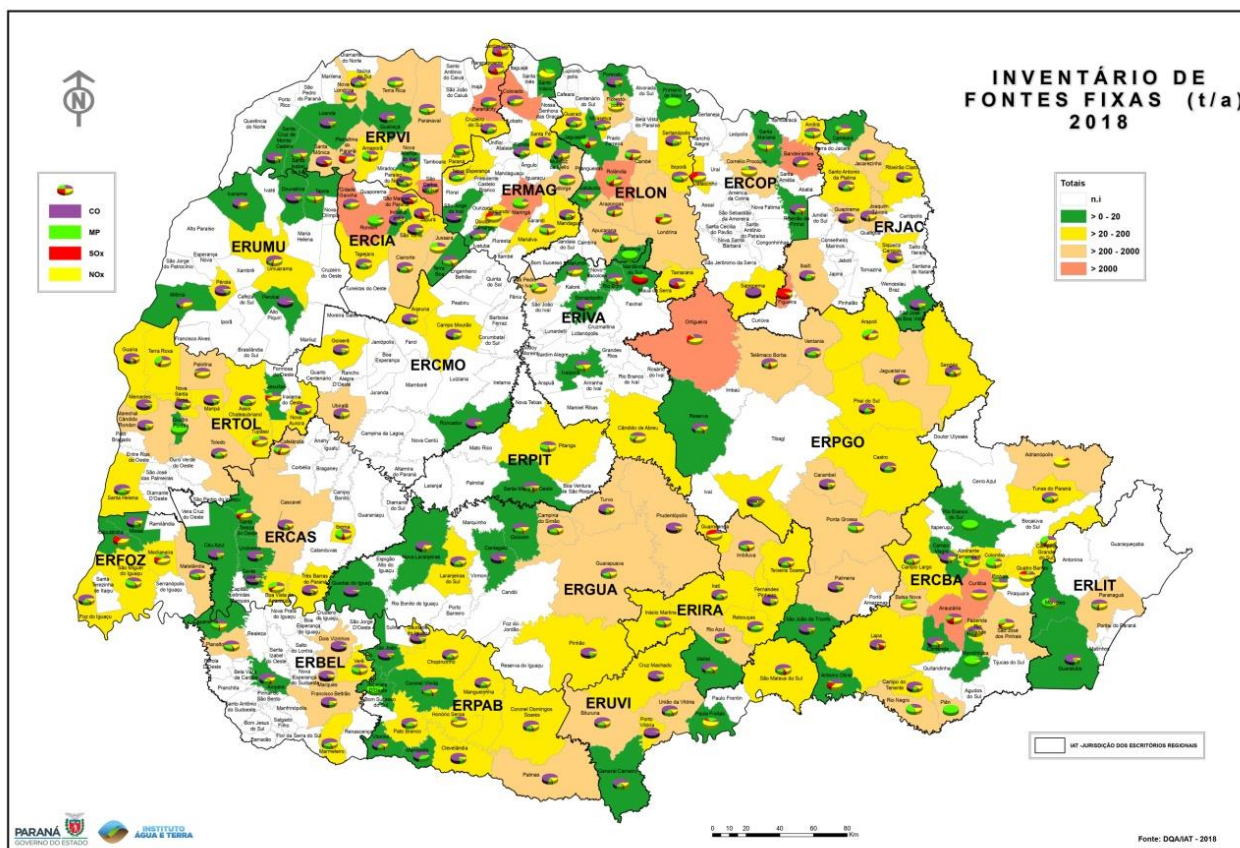


Figura 3 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de CO, MP, SO_x e NO_x (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

5.5. Planejamento de metas e medidas a serem adotadas

O relatório anual da qualidade do ar é um instrumento de gestão ambiental, onde metas e medidas para melhorar a qualidade do ar são apresentadas e avaliadas.

A parametrização da resolução SEMA N° 016/14 dentro do SGA foi outra conquista importante para o setor, que beneficia tanto o órgão ambiental como o empreendedor. Assim a gestão dessa área fica mais fácil, pois o próprio sistema vai auxiliar o enquadramento dos processos na legislação. A princípio isso pode parecer simples, mas exigiu do corpo técnico muito empenho e uma concentração de esforços grande, pois as informações são bem diversificadas.

O ano de 2018 foi muito infeliz no monitoramento da Região Metropolitana, a necessidade de manutenção dos equipamentos inviabilizaram o monitoramento completo. No entanto no ano seguinte o departamento seguirá com esforços a fim proporcionar o máximo de monitoramento que for possível.

Salienta-se a necessidade de mais investimentos em equipamentos, ampliação de equipe de trabalho e treinamento especializado na área de efluentes atmosféricos, buscando a capacitação profissional dos técnicos envolvidos e, assim, aprimorando o atendimento ao público.

6. CONCLUSÃO

No ano de 2018 a rede de monitoramento de qualidade do ar do Estado do Paraná contou com sete estações automáticas de monitoramento instaladas em Curitiba e Região Metropolitana. Embora o número de estações se encontre suficiente em relação à Diretiva Europeia 1999/30/CE, é importante que sejam complementadas para a medição da maior parte dos parâmetros indicados na Legislação.

Como pode ser observado, nenhum poluente foi monitorado em tempo suficiente para atender ao critério de representatividade anual, não sendo possível tirar conclusões concretas a respeito disso.

A ano de 2018 foi um período atípico, houve necessidade de serem realizadas diversas manutenções e devido a falta de peças e aos fabricantes não possuírem mais materiais de reposição algumas das estações da região metropolitana foram forçadas a ficar desativadas.

7. REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 05, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de agosto de 1989.

BRASIL. Portaria Normativa Nº 348/IBAMA, de 14 de março de 1990. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar e as concentrações de poluentes atmosféricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de maio de 1990.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 03, de 28 de junho de 1990. Estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para elaboração de planos de emergência nos casos de episódios críticos de poluição do ar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de setembro de 1990.

BRASIL. Lei Nº 13.806, de 30 de setembro de 2002. Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar, conforme especifica e adota outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 de outubro de 2002.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB), 2017. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2017**. Série Relatórios / Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2019/05/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-do-Ar-2017.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (COMEC). **Região Metropolitana de Curitiba**. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=58>>. Acesso em: 09 fev. 2015.

DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO PARANÁ (DETRAN-PR). **Frota de veículos cadastrados no Estado do Paraná – Posição em Outubro de 2018**. Disponível em: <http://www.detran.pr.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/FROTA_LICENCIADA__2018.pdf>. Acesso em 10 jul. 2020.

GRAUER, A. **Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NOx, SOx) e Proposta para Revisão e Ampliação da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar do Estado do Paraná**. 2013. Disponível em <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/INVENTARIO/INVENTARIO_ESTADUAL_DE_EMITSOES_ATM_versaofinal.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades – Curitiba – PR**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

Lakes Environmental, **WRPlot View - Air Dispersion Model**, Waterloo, Canadá - 2019. Disponível em: <www.weblakes.com>, acesso em: 01 jul. 2020.

LUXEMBURGO. Diretiva 1999/30/CE do Conselho, de 22 de abril de 1999. Dispõe sobre valores-limite para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão e chumbo no ar ambiente. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, Luxemburgo, 29 de junho de 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **OMS estima que sete milhões de mortes ocorram por ano devido à contaminação atmosférica**. Genebra: Março de 2014. Disponível em <http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=4609:oms-estima-que-sete-milhoes-mortes-ocorram-ano-devido-contaminacao-atmosferica&Itemid=839>. Acesso em: 12 fev. 2015.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction**. OECD: 2012. Disponível em <<http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/oecdenvironmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

PARANÁ. Resolução SEMA Nº 016, de 26 de março de 2014. Define critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura, e dá outras providencias. **Diário Oficial do Estado**, Paraná, PR, 15 de abril de 2014.

APÊNDICE 1 – Variação da média diária dos poluentes SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, PI e PTS, por estação de monitoramento

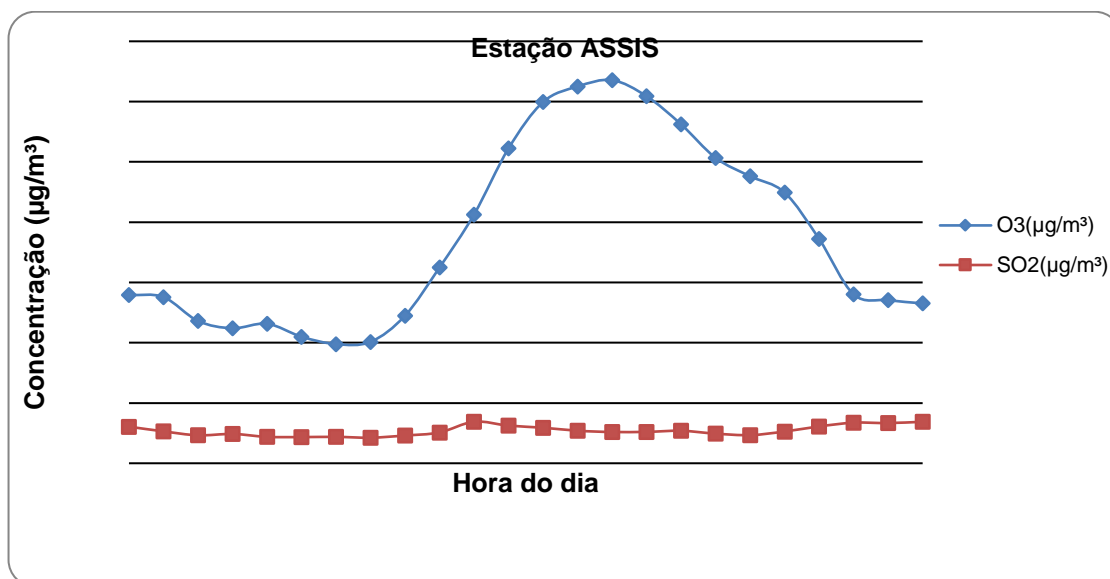


Figura 1 – Variação da média diária registrada na estação automática ASSIS em 2018

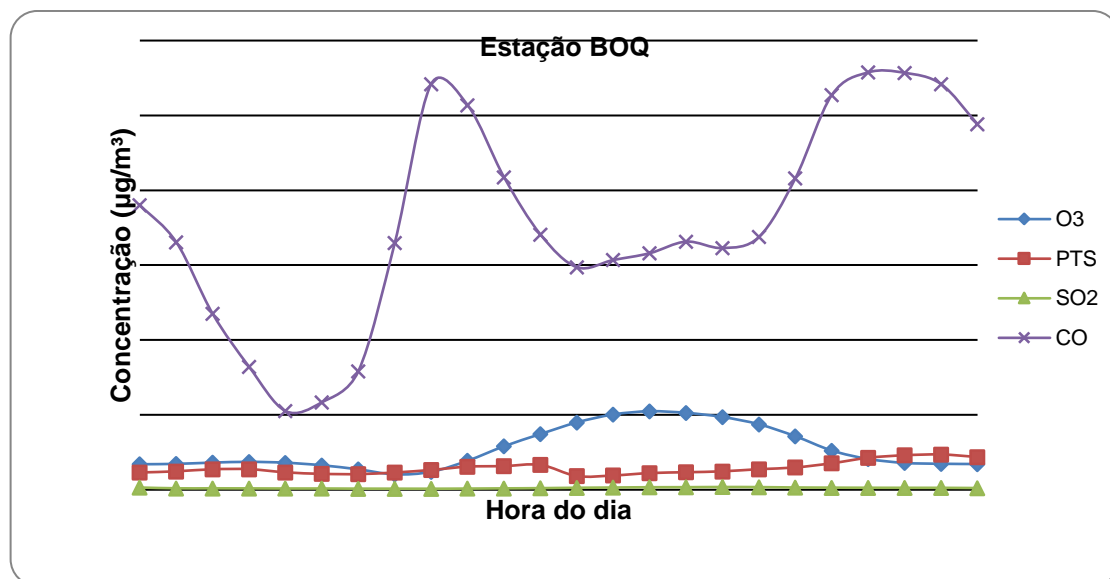


Figura 2 - Variação da média diária registrada na estação automática BOQ em 2018

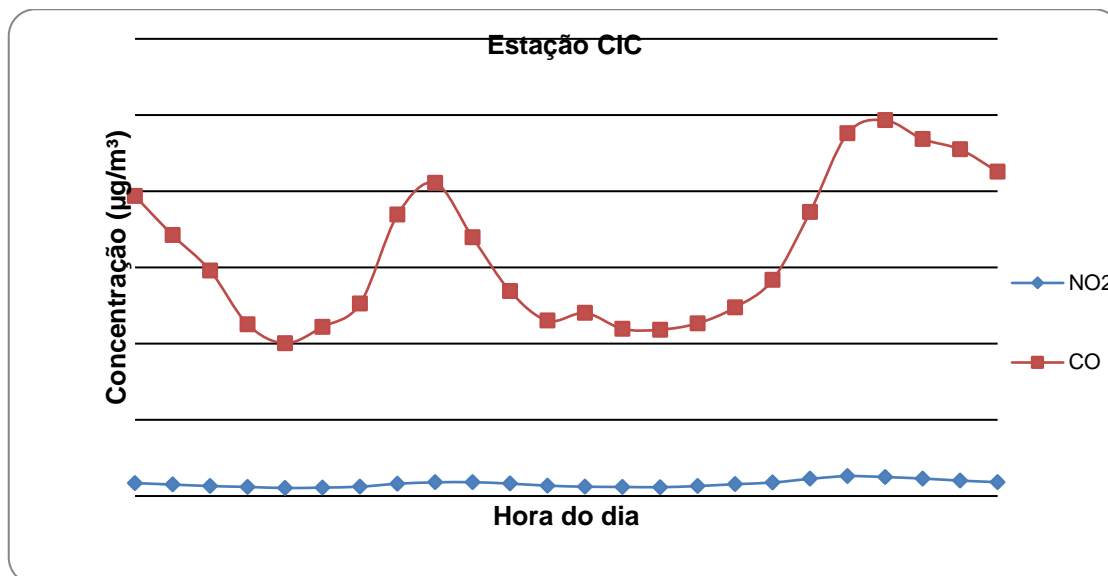


Figura 3 – Variação da média diária registrada na estação automática CIC em 2018

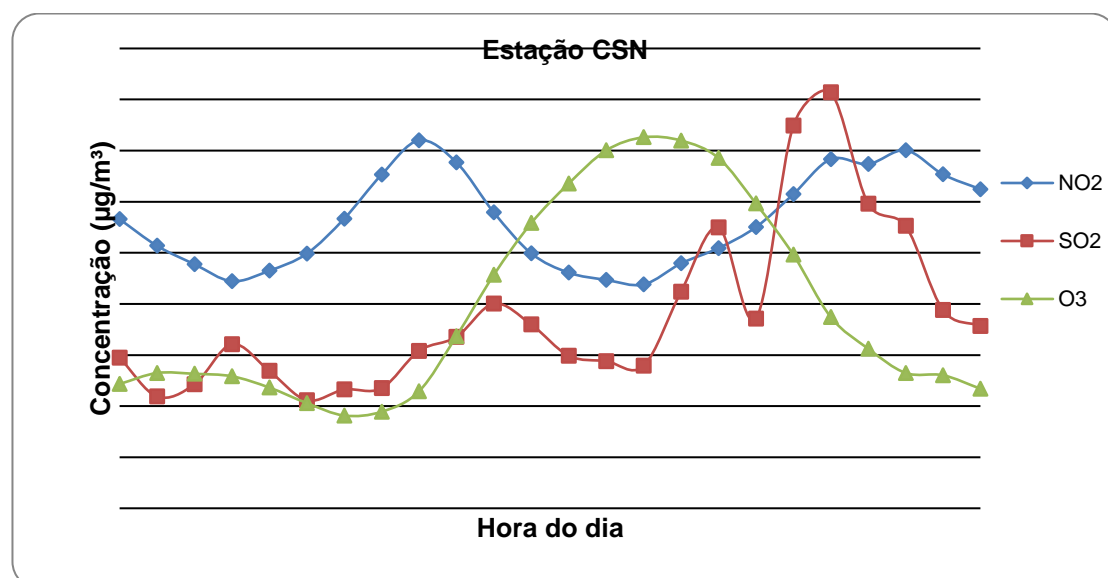


Figura 4 – Variação da média diária registrada na estação automática CSN em 2018

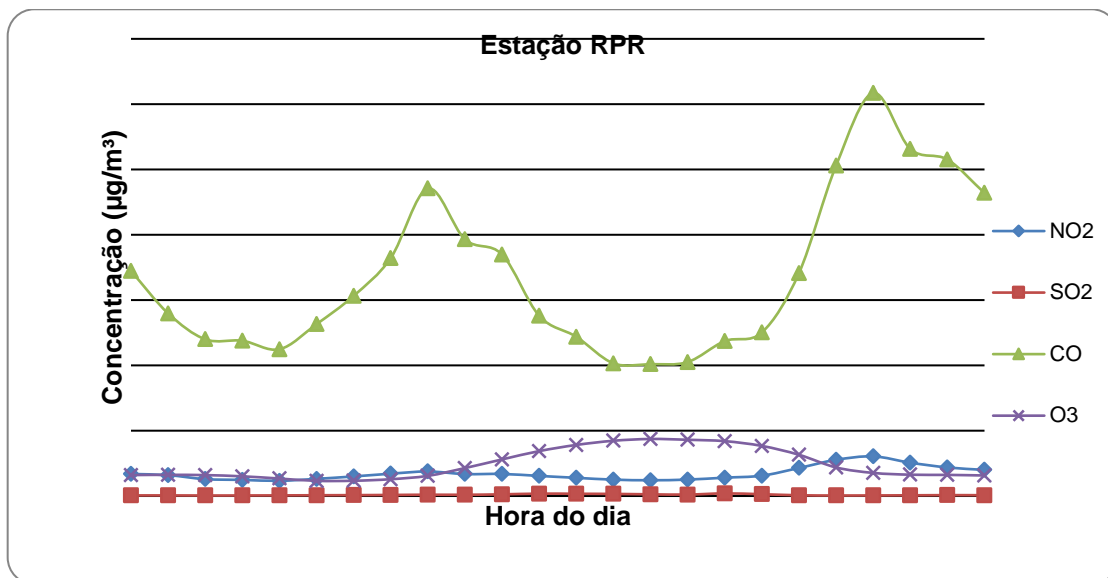


Figura 5 – Variação da média diária registrada na estação automática RPR em 2018

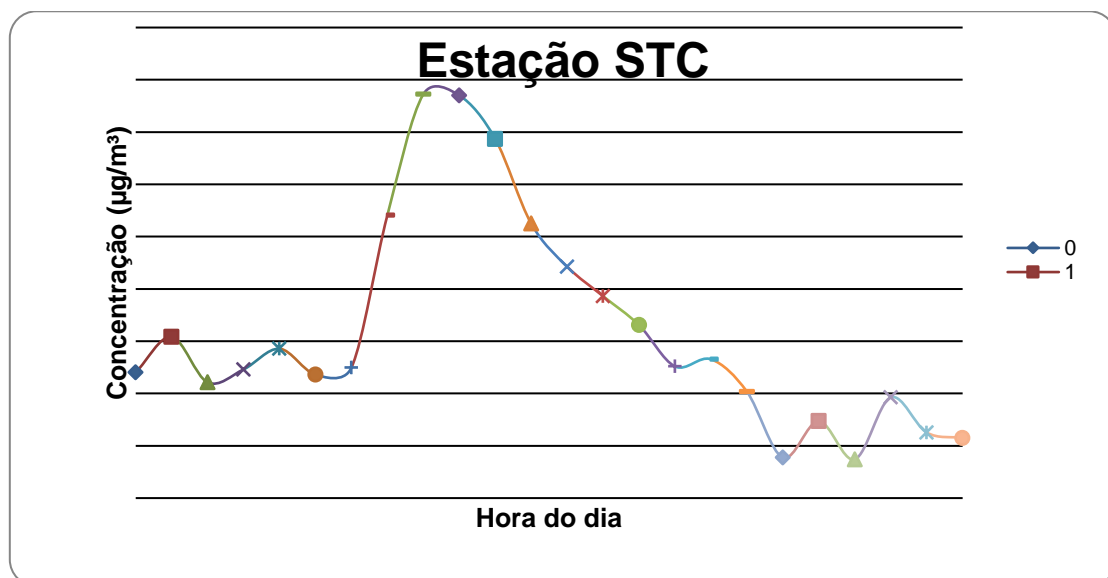


Figura 6 - Variação da média diária registrada na estação automática STC em 2018

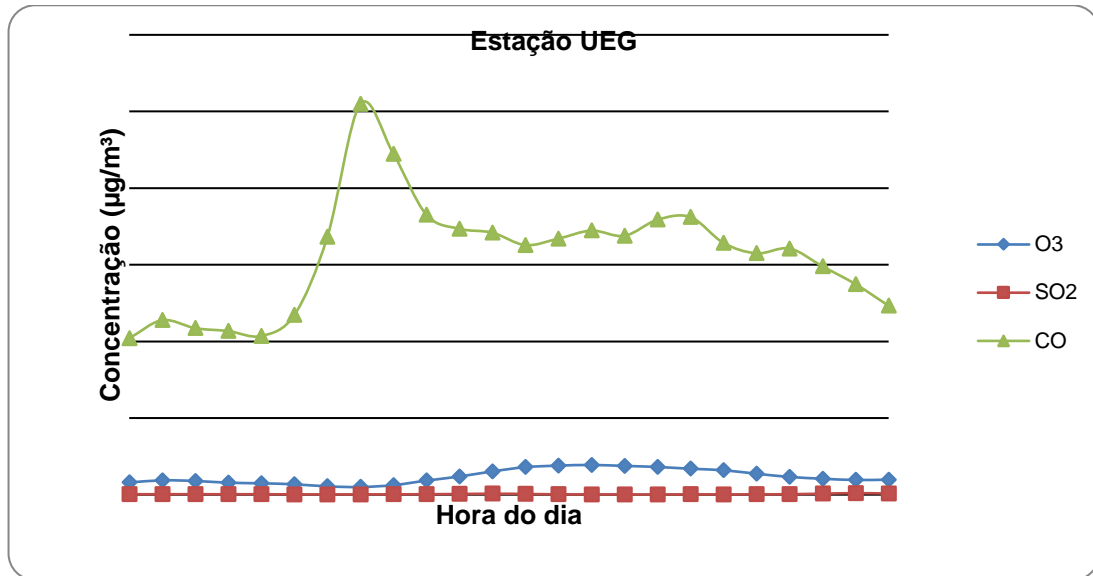


Figura 7 - Variação da média diária registrada na estação automática UEG em 2018

APÊNDICE 2 – Variação média diária registrada nas estações automáticas, por poluente.

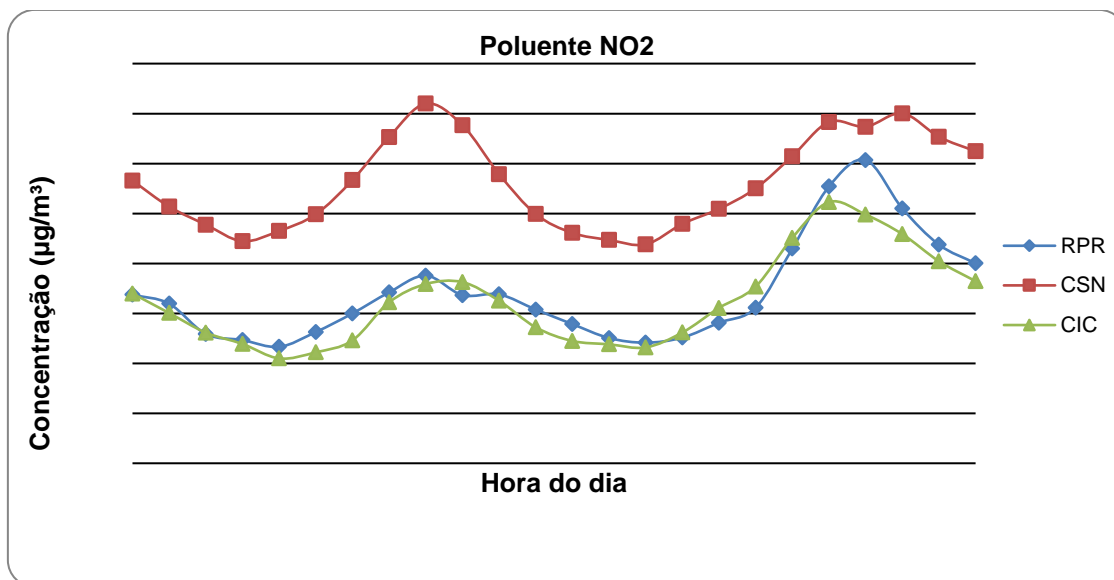


Figura 1 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas CSN, CIC e RPR para o poluente NO₂ em 2018

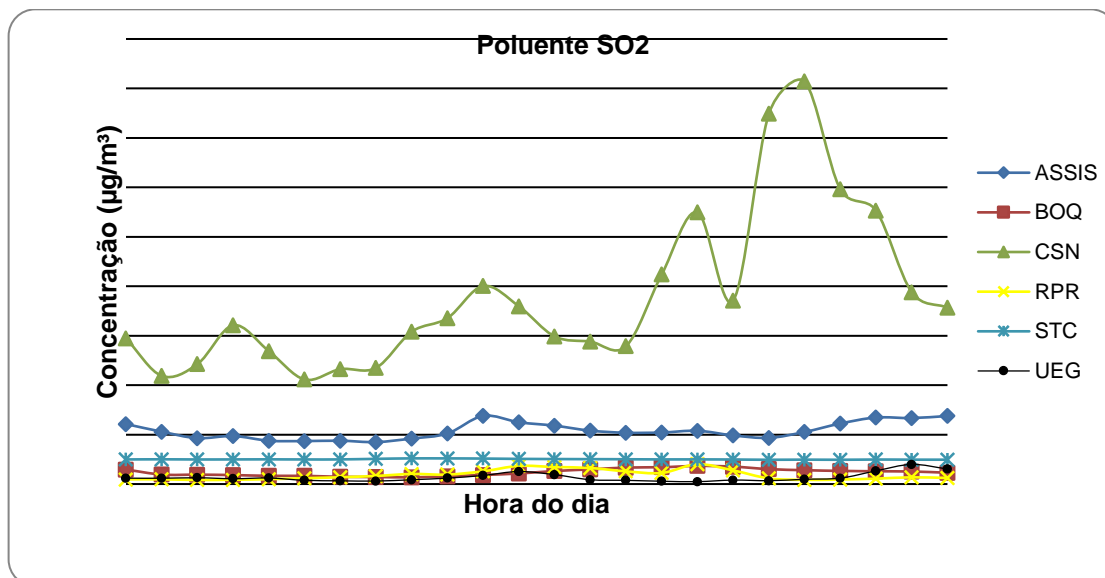


Figura 2 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas ASSIS, BOQ, CSN, STC, RPR e UEG para o poluente SO₂ em 2018

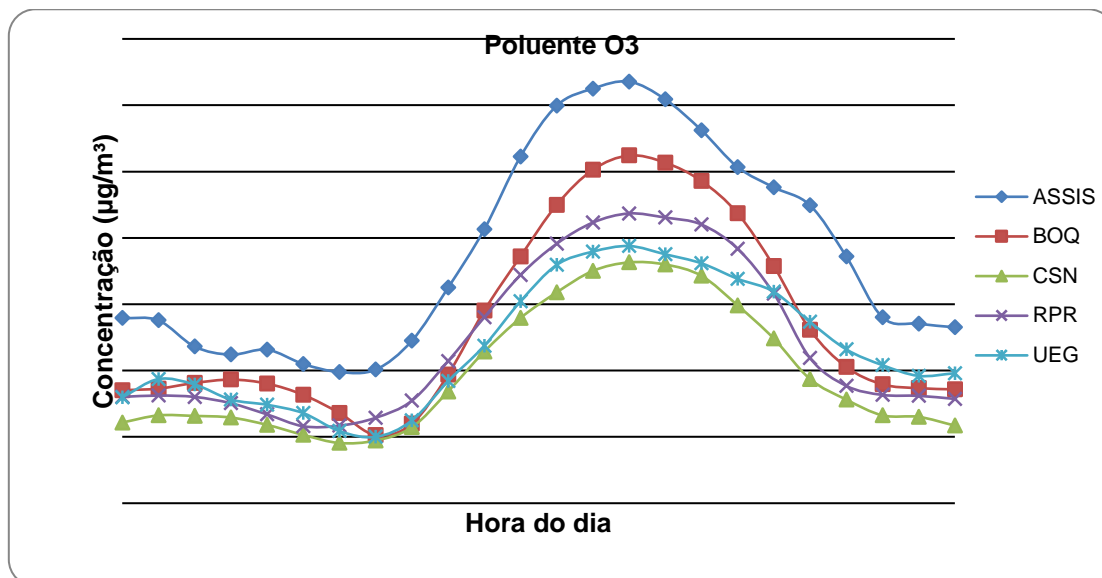


Figura 3 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas ASSIS, BOQ, CSN, RPR e UEG para o poluente O₃ em 2018

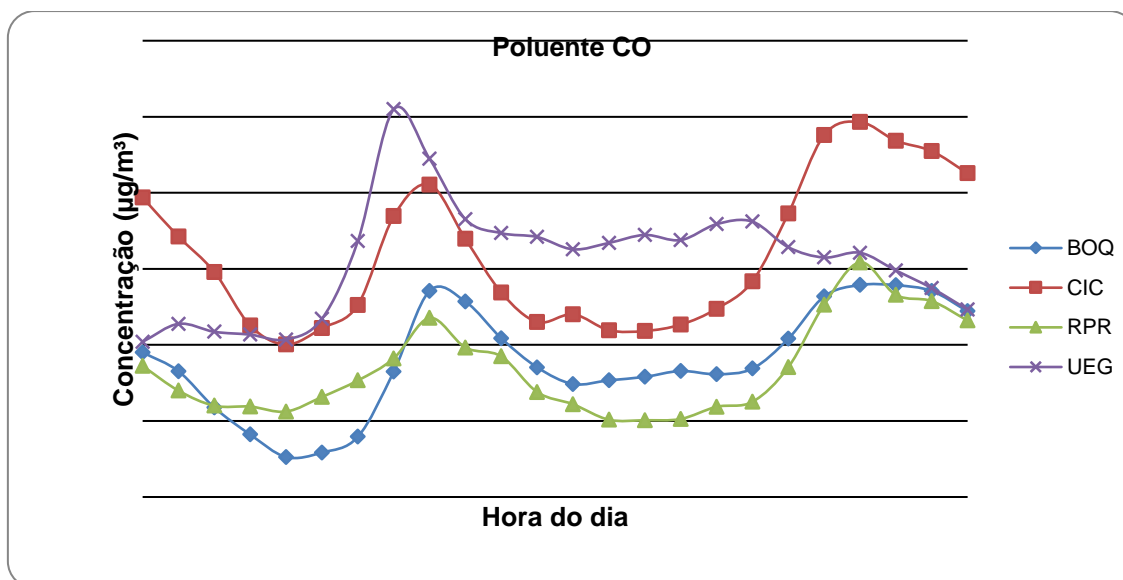


Figura 4 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas BOQ, CIC, RPR e UEG para o poluente CO em 2018

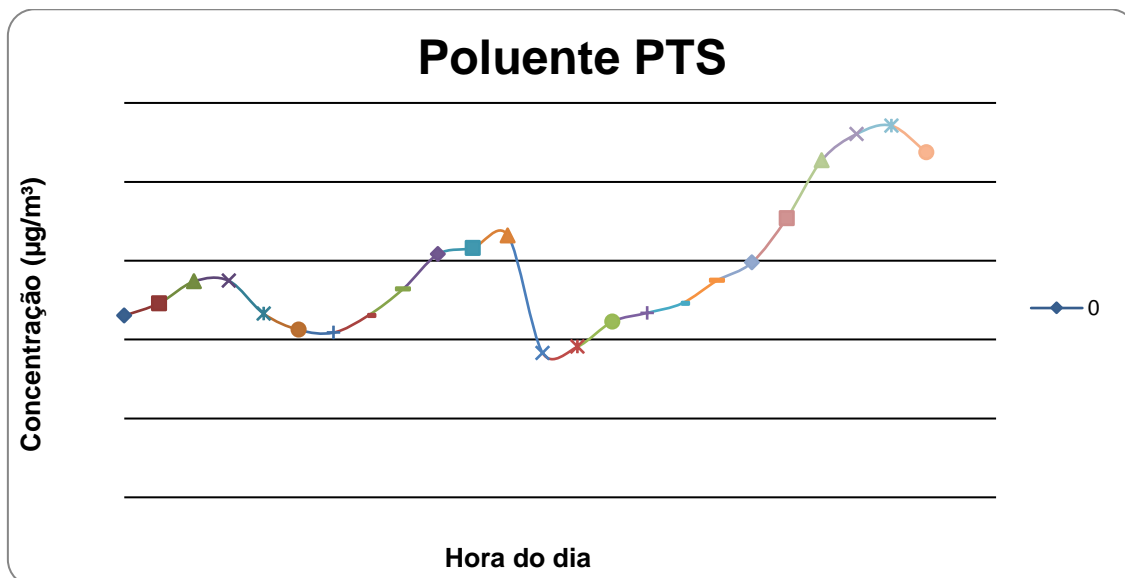


Figura 5 - Variação da média diária registrada na estação automática BOQ para o poluente PTS em 2018

APÊNDICE 3 – Coordenadas geográficas e UTM das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná

Tabela 1 – Coordenadas geográficas e UTM das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná

Estação	Endereço	Coordenadas			
		Geográfica		UTM	
		Latitude (S)	Longitude (W)	E (m)	S (m)
BOQ	Rua Prof. ^a Maria de Assumpção, Nº 2590, Boqueirão, Curitiba.	25°29'35,43"	49°14'44,85"	676321,29	7179280,04
CIC	Rua Senador Accioly Filho, Nº 3400, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba.	25°29'51,42"	49°20'25,40"	666804,88	7178909,22
PAR	Rua Getúlio Vargas esquina com Rua Nunes Machado, Centro, Curitiba.	25°26'40,85"	49°16'18,30"	673781,98	7184686,22
STC	Rua Estrada das Olarias, Nº 1081, Santa Cândida, Curitiba.	25°22'25,70"	49°12'47,10"	679787,21	7192459,51
ASS	Rua Nossa Senhora dos Remédios, Centro Social São Francisco de Assis, Fazenda Velha, Araucária.	25°34'35,28"	49°24'20,06"	660146,90	7170255,49
CSN	Rodovia do Xisto, BR-476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	25°34'09,35"	49°22'57,25"	662468,35	7171027,03
RPR	Rua das Andorinhas, Nº 151, Capela Velha, Araucária.	25°33'13,02"	49°23'30,21"	661570,68	7172775,17
UEG	Rua Guilherme da Mota Correia esquina com Rodovia do Xisto, BR-476, Centro, Araucária.	25°35'17,05"	49°24'21,22"	660099,93	7168971,96
CAS	Rua Conselheiro Jesuíno Marcondes, Nº 230, Jardim dos Bancários, Castro.	24°78'73,00"	49°99'89,70"	510182,46	7179418,76
PIR	Praça Alípio Domingues, Nº 34, Piraí do Sul	24°53'11,40"	49°93'64,40"	607716,12	7286506,79