



**RELATÓRIO ANUAL DA QUALIDADE DO AR DE  
CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA  
ANO DE 2015**

**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**

Ademir da Silva

Dirlene Cavalcanti e Silva

João Carlos de Oliveira

### **Institutos Lactec**

Eliseu Esmanhoto

Fernando Gonçalves Opalinski

Karime Dawidziak Piazzetta

Luis Eduardo Soares Mayer

## 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.....	13
Tabela 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90).....	15
Tabela 3 - Critérios para episódios críticos de poluição do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90)	16
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.....	24
Tabela 7 - Critério de representatividade dos dados gerados.....	25
Tabela 8 – Monitoramento da qualidade do ar nas áreas industrial, centro e bairro no Estado do Paraná.....	27
Tabela 9 - Resultados do monitoramento de PTS.....	35
Tabela 10 - Resultados do monitoramento de PI.....	37
Tabela 11 - Resultados do monitoramento de SO <sub>2</sub> .....	43
Tabela 12 - Resultados do monitoramento de CO.....	46
Tabela 13 - Resultados do monitoramento de O <sub>3</sub> .....	49
Tabela 14 - Resultados do monitoramento de NO <sub>2</sub> .....	54
Tabela 15 – Número de violações por parâmetros observados em 2015.....	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e Araucária. ....	23
Figura 2 - Localização das indústrias com emissões atmosféricas cadastradas no Banco de Dados do DTA no Estado do Paraná em 2015.....	63
Figura 3 – Municípios do Estado do Paraná com emissões de monóxido de carbono (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015 .....	65
Figura 4 - Municípios do estado do Paraná com emissões de material particulado (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015... ..	66
Figura 5 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de óxidos de nitrogênio (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015... ..	67
Figura 6 - Municípios do estado do Paraná com emissões de óxidos de enxofre (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015... ..	68

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores em Curitiba nos últimos dezesseis anos .....	29
Gráfico 2 – Direção do vento em Curitiba e região metropolitana no ano de 2015.....	30
Gráfico 3 – Condições de dispersão atmosférica em Curitiba e região metropolitana no ano de 2015.....	31
Gráfico 4 – Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2015 com a média da precipitação mensal acumulada no período de 2004 a 2015 para Curitiba e região metropolitana.....	33
Gráfico 5 – Comparação da temperatura máxima registrada no ano de 2015 com a média da temperatura máxima registrada no período de 2003 a 2015 para Curitiba e região metropolitana .....	34
Gráfico 6 – Comportamento do poluente PTS no Estado do Paraná no ano de 2015.....	36
Gráfico 7 - Comportamento do poluente PI no Estado do Paraná no ano de 2015 .....	38
Gráfico 8 - Classificação das médias diárias para o poluente PI na estação automática PAR no ano de 2015.....	39
Gráfico 9 - Classificação das médias diárias para o poluente PI nas estações de monitoramento em 2015 em Curitiba e região metropolitana .....	40
Gráfico 10 – Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no	

período de 2004 a 2015 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana.....	41
Gráfico 11 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010.....	42
Gráfico 12 - Comportamento do poluente SO <sub>2</sub> no Estado do Paraná no ano de 2015 .....	44
Gráfico 13 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO <sub>2</sub> no período de 2000 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana .....	45
Gráfico 14 - Comportamento do poluente CO no Estado do Paraná no ano de 2015 .....	47
Gráfico 15 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana .....	48
Gráfico 16 – Comportamento do poluente O <sub>3</sub> no Estado do Paraná no ano de 2015.....	50
Gráfico 17 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O <sub>3</sub> , registradas no período de 2000 a 2015 .....	51
Gráfico 18 - Classificação das médias horárias para o poluente O <sub>3</sub> na estação BOQ em 2015	52
Gráfico 19 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O <sub>3</sub> no período de 1998 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana .....	53
Gráfico 20 - Comportamento do poluente NO <sub>2</sub> no ano de 2015 em Curitiba e região metropolitana.....	55
Gráfico 21 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO <sub>2</sub> no período de 1999 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana .....	56
Gráfico 22 - Classificação das médias horárias para o poluente NO <sub>2</sub> na estação PAR registradas em 2015.....	57
Gráfico 23 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2015 no Estado do Paraná .....	59
Gráfico 24 – Classificação diária do IQA em cada estação automática de monitoramento da qualidade do ar no Estado do Paraná ao longo de 2015.....	60

**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 <sub>4</sub>	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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	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
Nº	Número
NH <sub>3</sub>	Amônia
NO	Monóxido de nitrogênio
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrogênio
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrogênio, entende-se como soma de NO + NO <sub>2</sub>
O <sub>3</sub>	Ozônio
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Pressão
PAR	Estação automática praça Ouvidor Pardinho
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	Radição 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 <sub>2</sub>	Dióxido de enxofre
SO <sub>3</sub>	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 <sup>3</sup>	Micro-grama por metro cúbico, concentração gravimétrica do poluente no ar
° C	Unidade de temperatura graus Celsius

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. QUALIDADE DO AR.....	11
2.1. Principais poluentes atmosféricos.....	11
2.2. Padrões de qualidade do ar.....	14
2.3. Índice de qualidade do ar.....	16
2.4. Efeitos da poluição atmosférica.....	18
3. REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA.....	19
3.1. Tipos de rede.....	19
3.1.1. Rede manual.....	19
3.1.2. Rede automática.....	19
3.2. Metodologia de monitoramento.....	24
3.3. Metodologia de tratamento dos dados.....	25
3.4. Abrangência do monitoramento.....	26
4. QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA.....	28
4.1. Aspectos gerais de Curitiba e região metropolitana.....	28
4.1.1. Condições meteorológicas – 2015.....	30
4.2. Resultados.....	34
4.2.1. Partículas totais em suspensão (PTS).....	34
4.2.2. Partículas inaláveis (PI).....	36
4.2.3. Fumaça.....	41
4.2.4. Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ).....	42
4.2.5. Monóxido de carbono (CO).....	46
4.2.6. Ozônio (O <sub>3</sub> ).....	48
4.2.7. Dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> ).....	53
4.3. Registro de violações aos padrões primários.....	58
5. GESTÃO DA QUALIDADE DO AR.....	61
5.1. Levantamento das fontes emissoras.....	61
5.2. Controle das fontes móveis.....	61
5.3. Controle das fontes fixas.....	62
5.4. Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas dos Poluentes MP, CO, NO <sub>x</sub> e SO <sub>x</sub> .....	64
5.5. Planejamento de metas e medidas a serem adotadas.....	68
6. CONCLUSÃO.....	70
7. REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICE 1 – Variação da média diária dos poluentes SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PI e PTS.....	74
APÊNDICE 2 – Plumas de poluição para as estações automáticas de monitoramento da	

qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana .....	79
APÊNDICE 3 – Coordenadas geográficas e UTM das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná.....	83

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Resolução 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 no Estado do Paraná a partir dos dados obtidos pela rede de monitoramento da qualidade do ar. Além dos dados obtidos no ano de 2015, são discutidas as tendências históricas para diversos poluentes amostrado no decorrer dos últimos anos.

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 o monitoramento 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 2015, contou com oito estações automáticas em Curitiba e Araucária além de uma no município de Castro e uma no município de Piraí do Sul. As 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 na página do IAP.

## 2. QUALIDADE DO AR

### 2.1. Principais poluentes atmosféricos

Conforme define a Resolução CONAMA Nº 03/90, considera-se poluentes atmosféricos “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”.

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 (SO<sub>2</sub>). Geralmente, concentrações altas de poluentes primários são registradas nas proximidades das fontes emissoras.

Outro tipo de poluente é formado na atmosfera através da reação química entre poluentes e/ou constituintes naturais na atmosfera, ou seja, não é emitido diretamente por uma fonte. Neste caso, chama-se de poluente secundário. É o caso do ozônio (O<sub>3</sub>), da maior parte do dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e de certas partículas muito finas. 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, material particulado e dióxido de enxofre em função das condições meteorológicas serem desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Já nos meses de primavera e verão, observa-se o aumento da concentração de poluentes secundários, como o ozônio, os quais dependem de fatores como intensidade de luz solar para serem formados.

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
<b>Partículas inaláveis (PI)</b>	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.
<b>Partículas totais em suspensão (PTS)</b>	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.
<b>Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)</b>	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, 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.
<b>Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)</b>	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.
<b>Monóxido de carbono (CO)</b>	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
<b>Ozônio (O<sub>3</sub>)</b>	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, 2014.

## 2.2. Padrões de qualidade do ar

A Resolução CONAMA Nº 03/90 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, considerações 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 através da Resolução SEMA Nº 016/14. Portanto, os padrões paranaenses e nacionais são os mesmos. Desta forma, foram estabelecidos 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 (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>).

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 as necessidades da fauna e da flora.

Para uma proteção maior existe 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 tempo consideram os efeitos irritantes e agudos dos poluentes, enquanto aqueles de longo tempo 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 Nº 03/90 estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90)**

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

Nota:

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

<sup>2</sup> Média geométrica para PTS; para as demais substâncias as médias são aritméticas.

<sup>3</sup> 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 Nº 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 Nº 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 ( $\text{SO}_2$ )	24 horas	800	1.600	2.100
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	17.000 <sup>1</sup>	34.000 <sup>2</sup>	46.000 <sup>3</sup>
Ozônio ( $\text{O}_3$ )	1 hora	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ )	1 hora	1.130	2.260	3.000

Nota:

<sup>1</sup> Corresponde a uma concentração volumétrica de 15 ppm.

<sup>2</sup> Corresponde a uma concentração volumétrica de 30 ppm.

<sup>3</sup> 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 obtido através 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	O <sub>3</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Fumaça	PTS	Significado
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 1h	(ppm) 8h	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 1h	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	
<b>Boa</b>	0 – 50	0 – 50	0 – 80	0 – 4,5	0 - 100	0 - 80	0 - 60	0 – 80	Praticamente não há risco à saúde.
<b>Regular</b>	> 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.
<b>Inadequada</b>	> 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.
<b>Má</b>	> 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).
<b>Péssima</b>	> 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.
<b>Crítica</b>	> 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: CETESB, 2014

## 2.4. Efeitos da poluição atmosférica

O intenso desenvolvimento econômico das últimas décadas tem agravado as questões socioambientais vivenciadas pela humanidade. Entre estas questões, 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 surgem 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 de tempos em tempos 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 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, SO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub> (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.

##### 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 CIC (CIC) e a estação Santa Cândida (STC), as quais monitoram parâmetros químicos e meteorológicos. No início de 2000 foi instalada a primeira estação automática em Araucária (ASS), também equipada para o monitoramento de parâmetros meteorológicos e químicos (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> e PTS). 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 Pardino (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.

No ano de 2014 entraram em operação mais duas estações automáticas, instaladas nas cidades de Castro e Pirai do Sul. Os dados destas estações são contemplados neste relatório.

Assim, em 2015, a rede automática de monitoramento da qualidade do ar no Estado do Paraná foi composta por 10 estações automáticas fixas, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar (continua)

Estação	Vocacional	Localização	Parâmetros												
			SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	NO/NO <sub>2</sub>	CO	PTS	PI	HCT/CH <sub>4</sub>	UMID	TEMP	VV	DV	P	RADG
BOQ	Bairro	Rua Prof. <sup>a</sup> 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	X	X	X	X	X	X
PAR	Centro	Rua Getúlio Vargas esquina com Rua Nunes Machado, Centro, Curitiba.	X	X	X	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	X
CSN	Industrial	Rodovia do Xisto, BR-476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	X	X	X		X	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	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	X

**Tabela 5 – Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar (conclusão)**

Estação	Vocacional	Localização	Parâmetros													
			SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	NO/NO <sub>2</sub>	CO	PTS	PI	HCT/CH <sub>4</sub>	UMID	TEMP	VV	DV	P	RADG	
CAS	Bairro	Rua Conselheiro Jesuino Marcondes, N° 230, Jardim dos Bancários, Castro	X				X	X			X	X	X	X	X	X
PIR	Bairro	Praça Alípio Domingues, N° 34, Pirai do Sul	X				X	X			X	X	X	X	X	X

No mapa da Figura 1 estão localizadas as 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 do Estado do Paraná.



Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e Araucária.

### 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 através de 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 medição utilizados para medição dos diversos parâmetros amostrados pelas estações automáticas estão descritos na Tabela 6.

**Tabela 6 - Métodos de medição para cada parâmetro monitorado**

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**

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 10 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 no Estado do Paraná**

Poluente	Nº de monitores nas estações de monitoramento (Final de 2015)	Nº de Monitores nas Áreas			
		Industrial	Industrial e centro	Centro	Bairro
PTS	6	3	0	1	2
Fumaça	0	0	0	0	0
PI	6	2	1	1	2
SO <sub>2</sub>	8	3	1	1	3
CO	5	2	1	1	1
O <sub>3</sub>	7	3	1	1	2
NO, NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub>	7	4	1	1	1

No ano de 2015 a rede de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná contou com 10 estações, sendo que oito delas estão localizadas no município de Curitiba e região metropolitana. Embora o número de estações se encontre suficiente em relação à Diretiva Europeia, é importante que sejam complementadas para a medição da maior parte dos 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 2015 são relatados em forma de médias de curto prazo (horária ou diária) e de longo prazo (anual) conforme a exigência legal (Resolução CONAMA Nº 03/90 e Resolução SEMA Nº 016/14).

Os gráficos da variação das médias aritméticas diárias dos poluentes monitorados nas 10 estações automáticas estão relacionados no Apêndice 1. Estes gráficos evidenciam a dependência das concentrações dos poluentes oriundos de processos regulares como, por exemplo, o tráfego de automóveis ou a radiação solar.

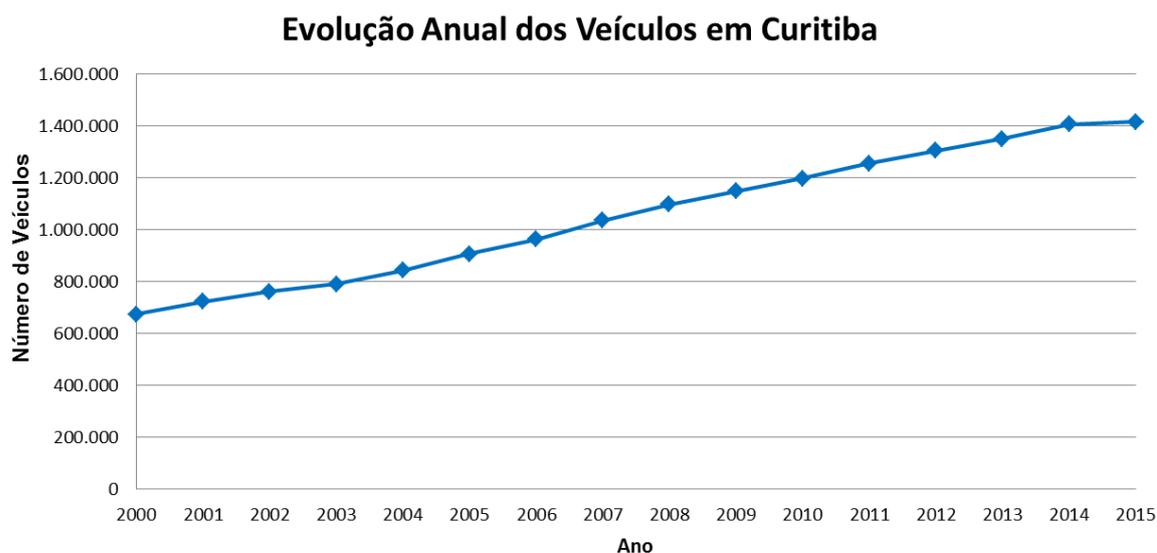
O Apêndice 2 contém as plumas de poluição que demonstram para qual direção os poluentes foram transportados, o que ajuda a identificar as regiões com maior predominância de fontes emissoras.

### 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 3.223.836 habitantes, concentrando 31 % da população do Estado do Paraná em uma área de 16.581 km<sup>2</sup> (COMEC, 2015). A capital do Estado, Curitiba, concentra cerca de 1.879.355 habitantes em uma área de 435 km<sup>2</sup>, o que caracteriza uma densidade demográfica de 4.027 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2015). 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 Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>) (GRAUER, 2013), realizado de acordo com o banco de dados do IAP e com o banco de dados da prefeitura municipal de Curitiba, no Paraná há 1.415 empresas com 2.898 fontes monitoradas e 7.816 medições realizadas nestas fontes. As atividades industriais, o tráfego motorizado e as queimadas a céu aberto são as maiores fontes antropogênicas de emissões e merecem, portanto, a nossa atenção. De fato, o tráfego, também chamado de fontes móveis, é a fonte predominante em todos os grandes centros urbanos atualmente. De acordo com o

DETRAN-PR (2015), a frota motorizada no Paraná contou no ano de 2015 com 6.669.925 veículos, o que significa um aumento de 3,1 % em relação ao ano de 2014. Só na capital já temos 1.415.901 veículos motorizados, chegando a quase 75 veículos por 100 habitantes, o que corresponde a um aumento de 0,7 % em relação ao ano de 2014. No Gráfico 1, podemos verificar a evolução dos veículos automotores na capital paranaense.

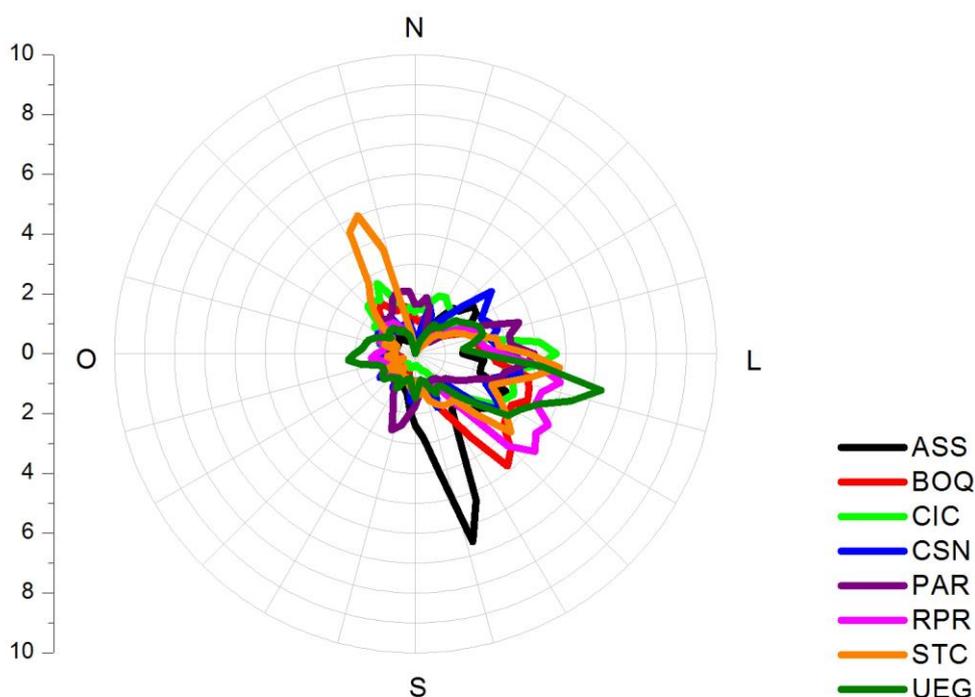


**Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores em Curitiba nos últimos dezesseis anos**  
Fonte: DETRAN-PR, 2016

Comparando as emissões industriais, as chamadas fontes fixas, com as emissões de tráfego, 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 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, temos a convicção de que, para melhorar a qualidade do ar nas cidades, devemos priorizar a redução das emissões veiculares.

#### 4.1.1. Condições meteorológicas – 2015

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, como demonstrado no Gráfico 2.

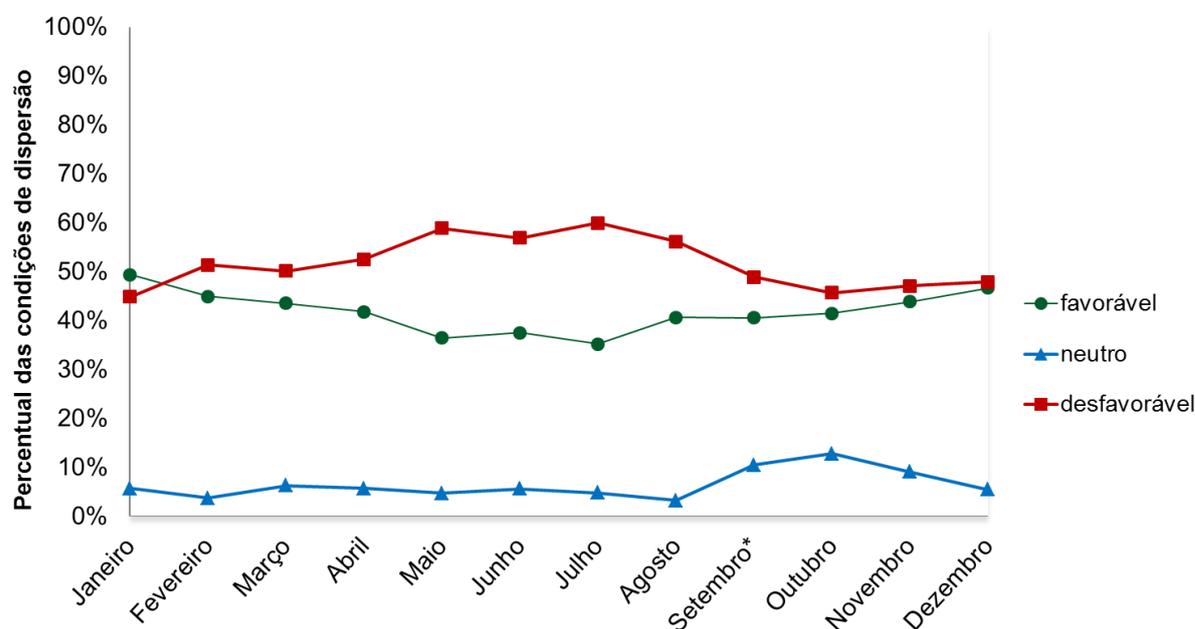


**Gráfico 2 – Direção do vento em Curitiba e região metropolitana no ano de 2015**

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 uma acumulação dos mesmos próximos às fontes de emissão. Se as condições estão desfavoráveis à dispersão, observamos essa acumulação, que resulta em altas concentrações dos poluentes, que muitas vezes ultrapassam os 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 ser causado pelas condições mais favoráveis à dispersão.

No Gráfico 3 podemos observar como foram as condições de dispersão no período de janeiro a dezembro de 2015, considerando os dados meteorológicos coletados na região metropolitana de Curitiba e utilizando as classes de estabilidade atmosférica de Pasquill. Entende-se como condição favorável, a soma das classes A, B e C de Pasquill. A condição neutra equivale à classe D e a condição desfavorável à classe E de Pasquill. Podemos observar que nos meses de fevereiro a dezembro as condições desfavoráveis à dispersão prevaleceram. Apenas em janeiro as condições foram favoráveis à dispersão.

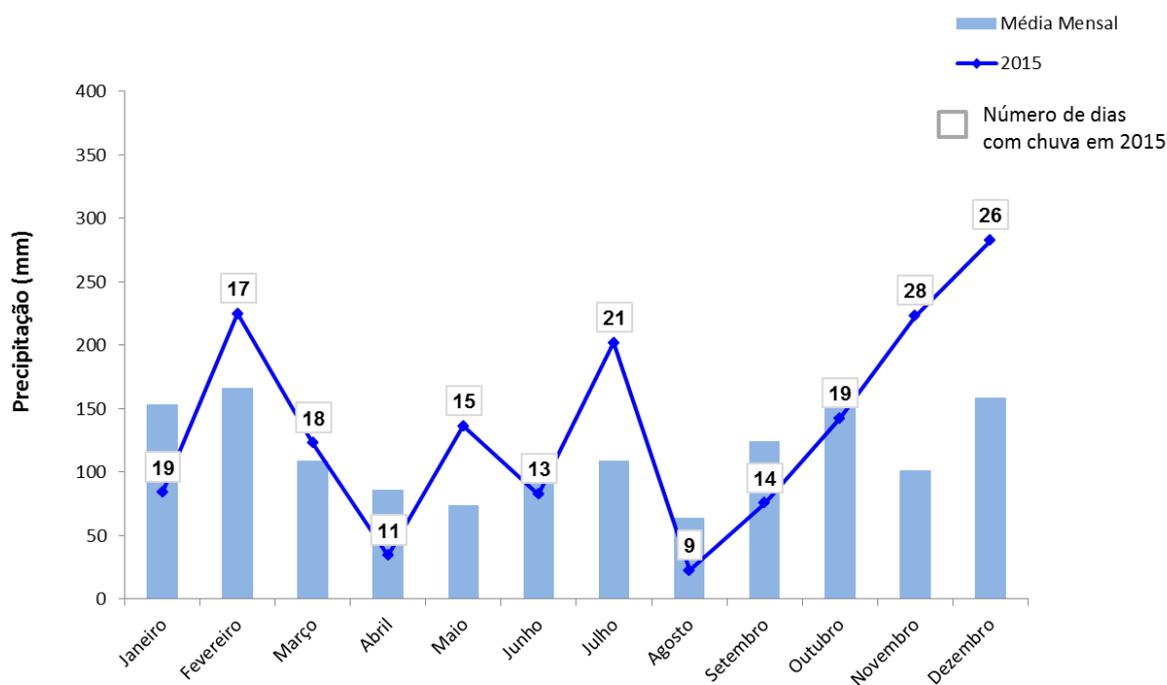


**Gráfico 3 – Condições de dispersão atmosférica em Curitiba e região metropolitana no ano de 2015**

As classes de estabilidade de Pasquill são obtidas a partir das médias horárias de grandezas meteorológicas, como a velocidade do vento e a radiação solar ou cobertura de nuvens, medidas a poucos metros da superfície. Elas fornecem apenas uma ideia aproximada da estabilidade da subcamada superficial da camada limite atmosférica. A grandeza que mede corretamente a estabilidade na subcamada superficial é a variável de estabilidade de Obukhov, a qual pressupõe medições dos fluxos turbulentos de quantidade, de movimento e de calor sensível virtual, usualmente feita com anemômetro sônico.

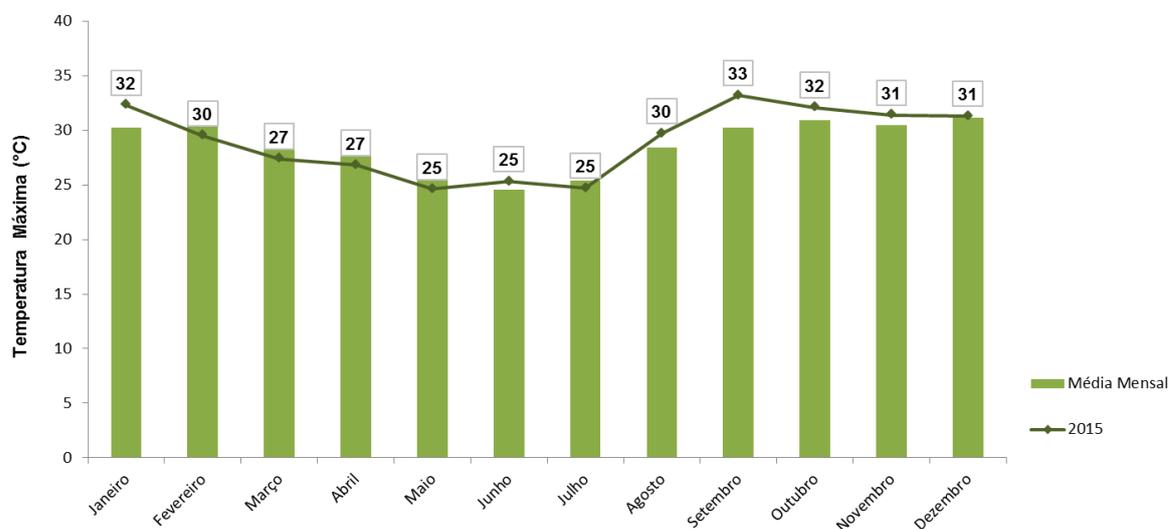
Outro fator importante para a qualidade do ar, que não pode ser medido na superfície, é a espessura da camada limite atmosférica também chamada de camada de mistura. Para este cálculo são necessários perfis de temperatura do ar através da camada limite atmosférica, que corresponde até no mínimo 2.000 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 verificarmos melhor como se comportou o clima no ano de 2015, no Gráfico 4 visualizamos a média da precipitação mensal acumulada registrada nos últimos 12 anos (no período de 2004 a 2015), representada no gráfico pelas barras azuis, e a precipitação mensal acumulada em 2015, representada pelas linhas contínuas em azul escuro. Os números indicados acima da linha azul escuro informam o número de dias em 2015 em que foram registradas precipitações. Os meses de fevereiro, março, maio, julho, novembro e dezembro registraram índice pluviométrico acima do histórico. Os meses de novembro e dezembro, os maiores números de dias com chuva em 2015, e os meses de janeiro, abril, junho, agosto, setembro e outubro, registraram índice pluviométrico abaixo do registrado no histórico.



**Gráfico 4 – Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2015 com a média da precipitação mensal acumulada no período de 2004 a 2015 para Curitiba e região metropolitana**

No Gráfico 5 podemos acompanhar o histórico das temperaturas máximas registradas no período de 2003 a 2015. No gráfico, as barras representam a média das temperaturas máximas registradas no período e a linha indica a temperatura máxima registrada em 2015. Observamos que os meses de janeiro, agosto, setembro, outubro e novembro registraram temperaturas máximas acima do histórico. Correlacionando com a precipitação, setembro e outubro foram os meses mais quentes, porém com chuvas abaixo da média. Os meses de novembro e dezembro foram os meses com maior volume de chuva registrados e maior número de dias com chuva, assim como, foram meses quentes.



**Gráfico 5 – Comparação da temperatura máxima registrada no ano de 2015 com a média da temperatura máxima registrada no período de 2003 a 2015 para Curitiba e região metropolitana**

## 4.2. Resultados

### 4.2.1. Partículas totais em suspensão (PTS)

Em 2015, o poluente PTS foi monitorado em Curitiba, nas estações automáticas BOQ, PAR e CIC. Em Araucária, as PTS foram monitoradas nas estações automáticas CSN e RPR, conforme descrito na Tabela 9. Na Tabela 9 também são informados os dados obtidos para as estações de Castro (CAS) e Piraí do Sul (PIR).

Tabela 9 - Resultados do monitoramento de PTS

Monitoramento de PTS no ano de 2015				
<b>PTS**</b> Estação: <b>Assis (ASS)</b> Disponibilidade 24h:	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>x</b>	REGULAR: <b>x</b>	INADEQUADA: <b>x</b>	MÁ: <b>x</b>
	Média anual: <b>x</b>			
	Média diária máxima: <b>x</b>			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>x</b>			
<b>PTS</b> Estação: <b>Boqueirão (BOQ)</b> Disponibilidade 24h: <b>97,8 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>348</b>	REGULAR: <b>9</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>17 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>92 µg/m³</b> (em 03 de agosto de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PTS</b> Estação: <b>CIC (CIC)</b> Disponibilidade 24h: <b>76,2 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>246</b>	REGULAR: <b>32</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>31 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>174 µg/m³</b> (em 29 de julho de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PTS*</b> Estação: <b>CSN (CSN)</b> Disponibilidade 24h: <b>35,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>118</b>	REGULAR: <b>13</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>46 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>195 µg/m³</b> (em 31 de agosto de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PTS</b> Estação: <b>Ouidor Pardinho (PAR)</b> Disponibilidade 24h: <b>87,7 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>320</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>16 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>73 µg/m³</b> (em 01 de setembro de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PTS</b> Estação: <b>REPAR (RPR)</b> Disponibilidade 24h: <b>92,1 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>323</b>	REGULAR: <b>13</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>25 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>108 µg/m³</b> (em 15 de agosto de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PTS*</b> Estação: <b>Castro (CAS)</b> Disponibilidade 24h: <b>32,6 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>118</b>	REGULAR: <b>1</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>26 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>108 µg/m³</b> (em 15 de agosto de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PTS*</b> Estação: <b>Pirai do Sul (PIR)</b> Disponibilidade 24h: <b>31,0 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>108</b>	REGULAR: <b>5</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>27 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>116 µg/m³</b> (em 13 de agosto de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			

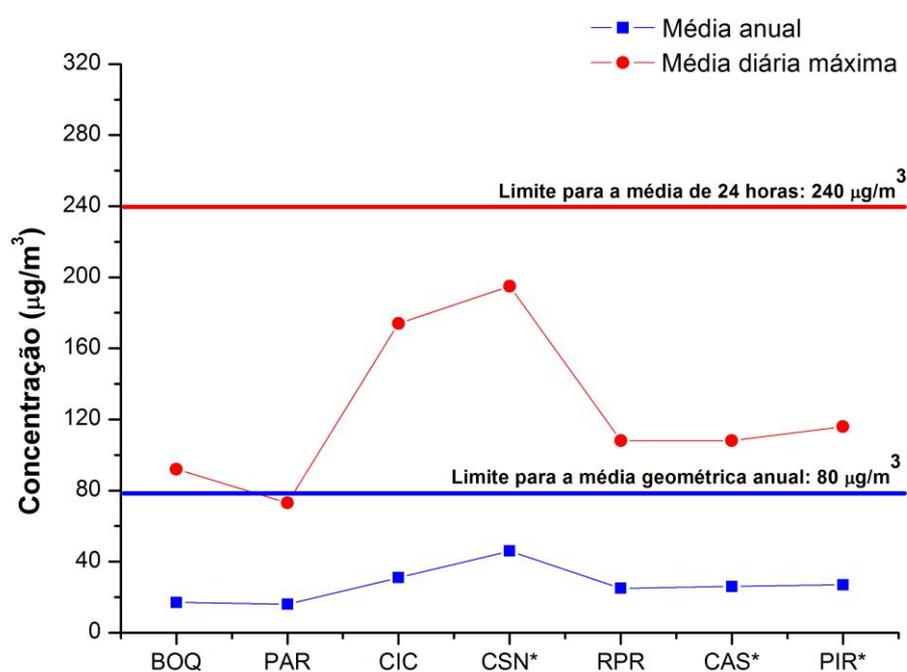
\*Não atende ao critério de representatividade.

\*\*Equipamento em manutenção no ano de 2015

Nas estações automáticas não foram registradas violações ao padrão primário. Todos os dias foram classificados com qualidade do ar **boa** ou **regular**. Em 2015, as estações automáticas CSN, CAS e PIR não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente PTS.

A maior média geométrica anual registrada dentre todas as estações de monitoramento e que atende ao critério de representatividade anual foi de  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação automática CIC localizada na Cidade Industrial de Curitiba, ficando abaixo do limite da média anual de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Gráfico 6).

Comparando as médias anuais representativas registradas para o poluente PTS do ano de 2015 com as registradas no ano de 2014, observa-se uma redução das médias anuais registradas em 2015. O mesmo comportamento foi observado para a média diária máxima registrada em 2015.



\*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 6 – Comportamento do poluente PTS no Estado do Paraná no ano de 2015

#### 4.2.2. Partículas inaláveis (PI)

As partículas inaláveis (PI) foram monitoradas em três estações de monitoramento na cidade de Curitiba, estações BOQ, CIC e PAR e duas na cidade de Araucária, estações RPR e UEG. Os resultados da classificação das médias diárias, as médias diárias máximas e a média anual estão apresentados na Tabela 10. Na Tabela 10 também são informados os dados obtidos para as estações de Castro

(CAS) e Pirai do Sul (PIR).

**Tabela 10 - Resultados do monitoramento de PI**

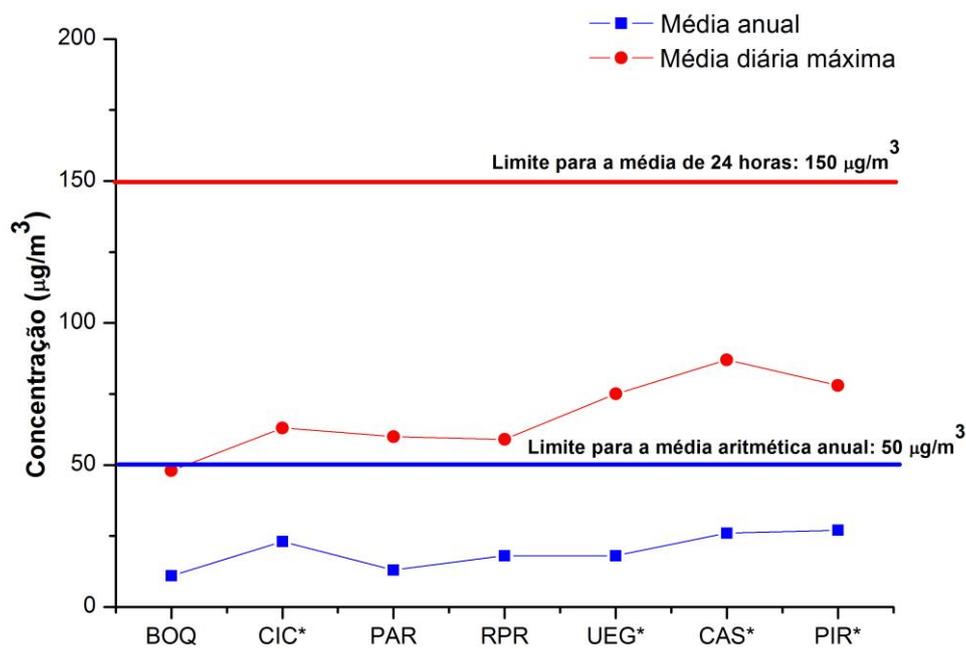
Monitoramento de PI no ano de 2015				
<b>PI</b> Estação: <b>Boqueirão (BOQ)</b> Disponibilidade 24h: <b>97,5%</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>356</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>11 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>48 µg/m³</b> (em 30 de agosto de 2015). Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PI*</b> Estação: <b>CIC (CIC)</b> Disponibilidade 24h: <b>36,4 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>131</b>	REGULAR: <b>2</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>23 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>63 µg/m³</b> (em 16 de abril de 2015). Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PI**</b> Estação: <b>CSN (CSN)</b> Disponibilidade 24h: <b>0,0%</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>x</b>	REGULAR: <b>x</b>	INADEQUADA: <b>x</b>	MÁ: <b>x</b>
	Média anual: <b>x</b>			
	Média diária máxima: <b>x</b> Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>x</b>			
<b>PI</b> Estação: <b>Ouvidor Pardinho (PAR)</b> Disponibilidade 24h: <b>89,3 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>322</b>	REGULAR: <b>4</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>13 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>60 µg/m³</b> (em 30 de agosto de 2015). Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PI</b> Estação: <b>REPAR (RPR)</b> Disponibilidade 24h: <b>97,0 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>344</b>	REGULAR: <b>10</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>18 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>59 µg/m³</b> (em 07 de agosto de 2015). Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PI*</b> Estação: <b>UEG (UEG)</b> Disponibilidade 24h: <b>61,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>216</b>	REGULAR: <b>10</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>18 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>75 µg/m³</b> (em 06 de agosto de 2015). Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PI*</b> Estação: <b>Castro (CAS)</b> Disponibilidade 24h: <b>34,8 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>112</b>	REGULAR: <b>15</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>26 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>87 µg/m³</b> (em 16 de setembro de 2015). Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
<b>PI*</b> Estação: <b>Pirai do Sul (PIR)</b> Disponibilidade 24h: <b>32,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>111</b>	REGULAR: <b>9</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>27 µg/m³</b>			
	Média diária máxima: <b>78 µg/m³</b> (em 22 de setembro de 2015). Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			

\* Não atende ao critério de representatividade.

\*\* Equipamento em manutenção no ano de 2015

Em 2015, as estações automáticas CIC, UEG, CAS e PIR não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente PI.

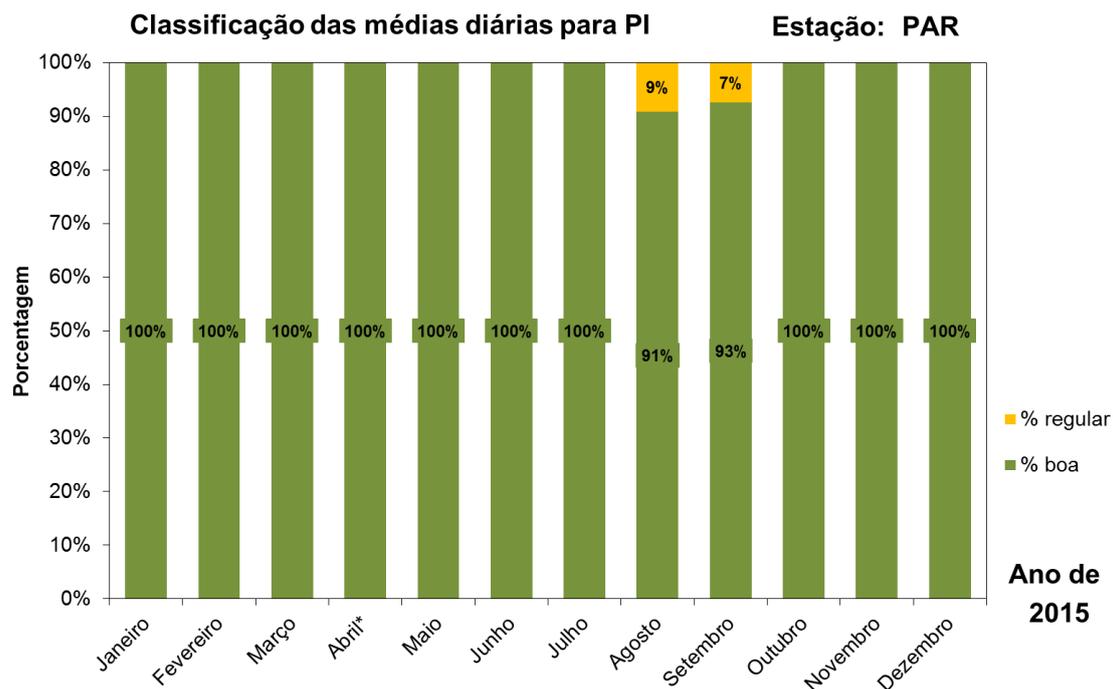
No Gráfico 7 estão representadas a média diária máxima e a média anual para cada estação onde o parâmetro químico PI foi monitorado no Estado do Paraná em 2015.



\*Não atende ao critério de representatividade

**Gráfico 7 - Comportamento do poluente PI no Estado do Paraná no ano de 2015**

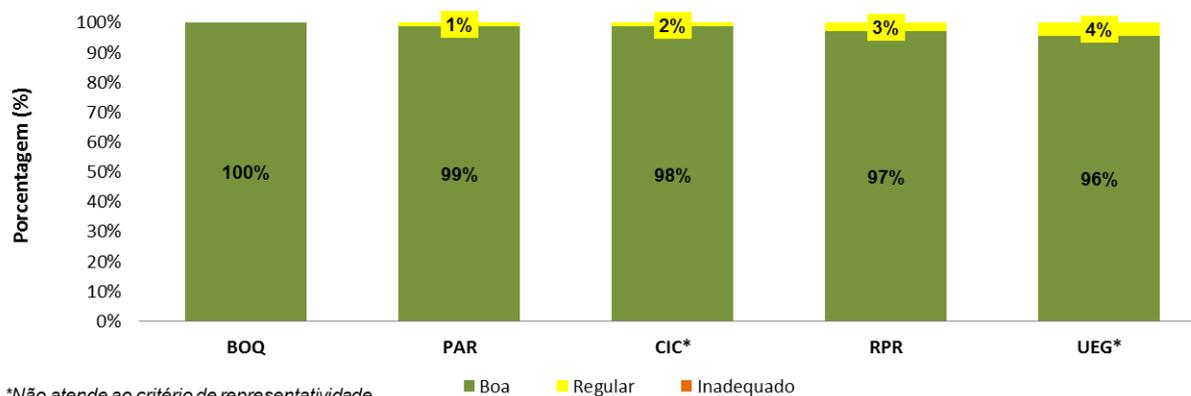
A estação PAR, localizada na região central do município de Curitiba, apresentou todas as médias diárias classificadas como **boa** ou **regular** não sendo observadas violações ao padrão primário de qualidade do ar no ano de 2015 (Gráfico 8). Além disso, em comparação com os dados registrados em 2014, houve uma redução de 13 % na média anual ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em 2014), porém um aumento de 3 % na média diária máxima ( $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em 2014), no ano de 2015.



**Gráfico 8 - Classificação das médias diárias para o poluente PI na estação automática PAR no ano de 2015**

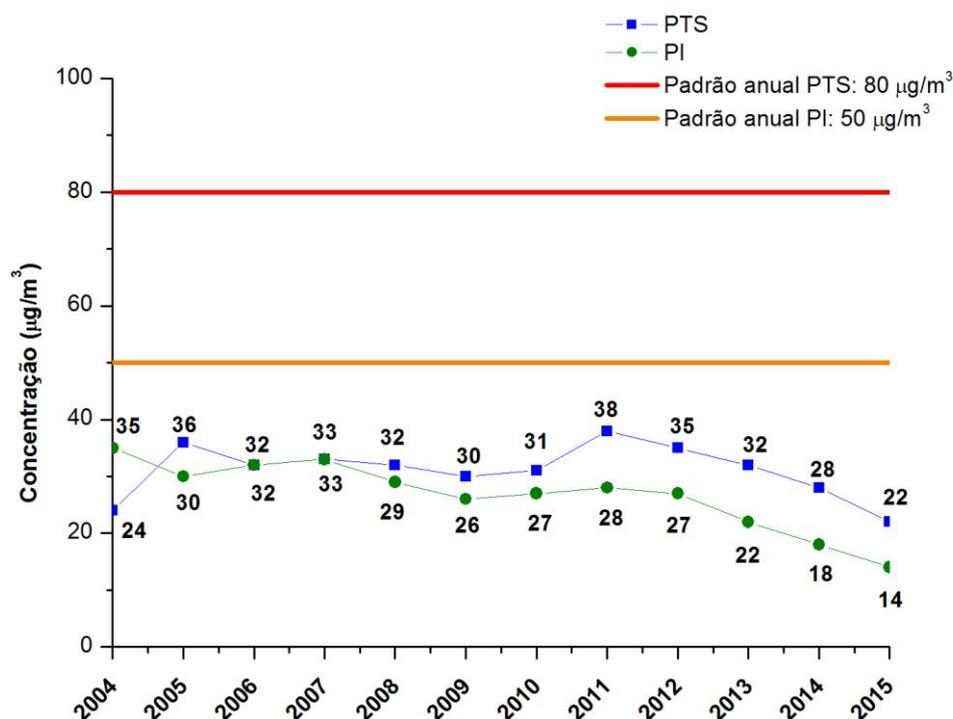
No Gráfico 8 podemos observar que em Curitiba, todo o período avaliado apresentou classificação **boa** e **regular**, com médias anuais de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação BOQ e  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação PAR, valores estes abaixo do padrão anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  estabelecido na Resolução do CONAMA Nº 03/90 e abaixo dos valores obtidos em 2014. Para as estações localizadas em Curitiba não foram registradas violações ao padrão primário estabelecido para as médias de 24 horas, de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Na cidade de Araucária foi registrada média anual de  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação RPR, valor este inferior ao padrão anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e inferior ao valor registrado em 2014. Para a média de 24 horas não foi verificada violação (Gráfico 9 e Tabela 10).



**Gráfico 9 - Classificação das médias diárias para o poluente PI nas estações de monitoramento em 2015 em Curitiba e região metropolitana**

O Gráfico 10 representa a evolução das concentrações médias anuais para as partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI) no período de 2004 a 2015, 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: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2015.

Exceção para PTS: ASS e CSN. Exceção para PI: CIC, CSN e UEG.

Em 2004 apenas a estação PAR monitorou o parâmetro PTS.

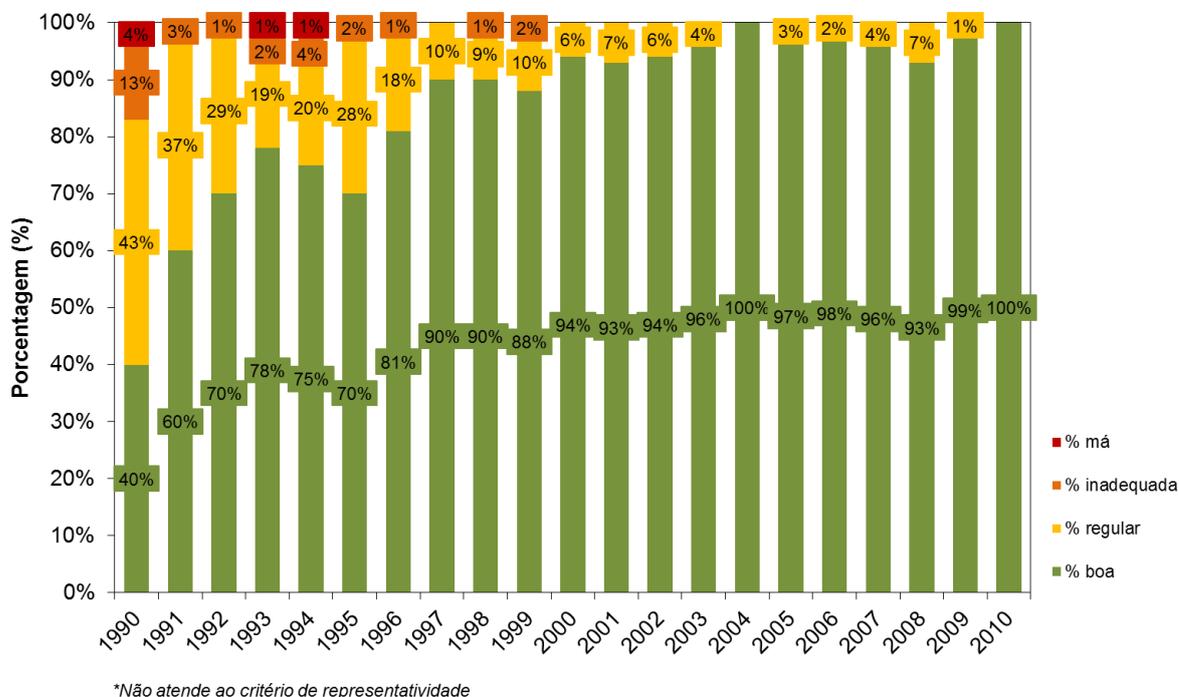
**Gráfico 10 – Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no período de 2004 a 2015 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana**

#### 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 2015 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 11 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.



**Gráfico 11 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010**

#### 4.2.4. Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)

O dióxido de enxofre, SO<sub>2</sub>, foi monitorado em sete estações de monitoramento no ano de 2015. As classificações das médias diárias, médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas na Tabela 11. Na Tabela 11 também são informados os dados obtidos para as estações de Castro (CAS) e Piraí do Sul (PIR).

Tabela 11 - Resultados do monitoramento de SO<sub>2</sub>

Monitoramento de SO <sub>2</sub> no ano de 2015				
SO <sub>2</sub> Estação: <b>Assis (ASS)</b> Disponibilidade 24h: <b>99,5 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>363</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>4 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>25 µg/m<sup>3</sup></b> (em 22 de dezembro de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> Estação: <b>Boqueirão (BOQ)</b> Disponibilidade 24h: <b>87,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>321</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>1 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>8 µg/m<sup>3</sup></b> (em 13 de setembro de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> ** Estação: <b>CIC (CIC)</b> Disponibilidade 24h: <b>0,0 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>x</b>	REGULAR: <b>x</b>	INADEQUADA: <b>x</b>	MÁ: <b>x</b>
	Média anual: <b>x</b>			
	Média diária máxima: <b>x</b>			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>x</b>			
SO <sub>2</sub> * Estação: <b>CSN (CSN)</b> Disponibilidade 24h: <b>42,2 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (fevereiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>153</b>	REGULAR: <b>1</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>10 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>162 µg/m<sup>3</sup></b> (em 21 de fevereiro de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> * Estação: <b>Ouvidor Pardino (PAR)</b> Disponibilidade 24h: <b>62,2 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>227</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>4 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>26 µg/m<sup>3</sup></b> (em 01 de setembro de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> Estação: <b>REPAR (RPR)</b> Disponibilidade 24h: <b>97,8%</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>357</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>0,36 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>8 µg/m<sup>3</sup></b> (em 04 de setembro de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> * Estação: <b>Santa Cândida (STA)</b> Disponibilidade 24h: <b>57,8 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>211</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>1 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>4 µg/m<sup>3</sup></b> (em 21 de julho de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> * Estação: <b>UEG (UEG)</b> Disponibilidade 24h: <b>62,5 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>228</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADO: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>1 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>26 µg/m<sup>3</sup></b> (em 06 de janeiro de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> Estação: <b>Castro (CAS)</b> Disponibilidade 24h: <b>96,7 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>353</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADO: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>10 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>14 µg/m<sup>3</sup></b> (em 04 de agosto de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			
SO <sub>2</sub> Estação: <b>Pirai do Sul (PIR)</b> Disponibilidade 24h: <b>92,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>339</b>	REGULAR: <b>0</b>	INADEQUADO: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>9 µg/m<sup>3</sup></b>			
	Média diária máxima: <b>16 µg/m<sup>3</sup></b> (em 15 de junho de 2015)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: <b>zero</b>			

\*Não atende ao critério de representatividade.

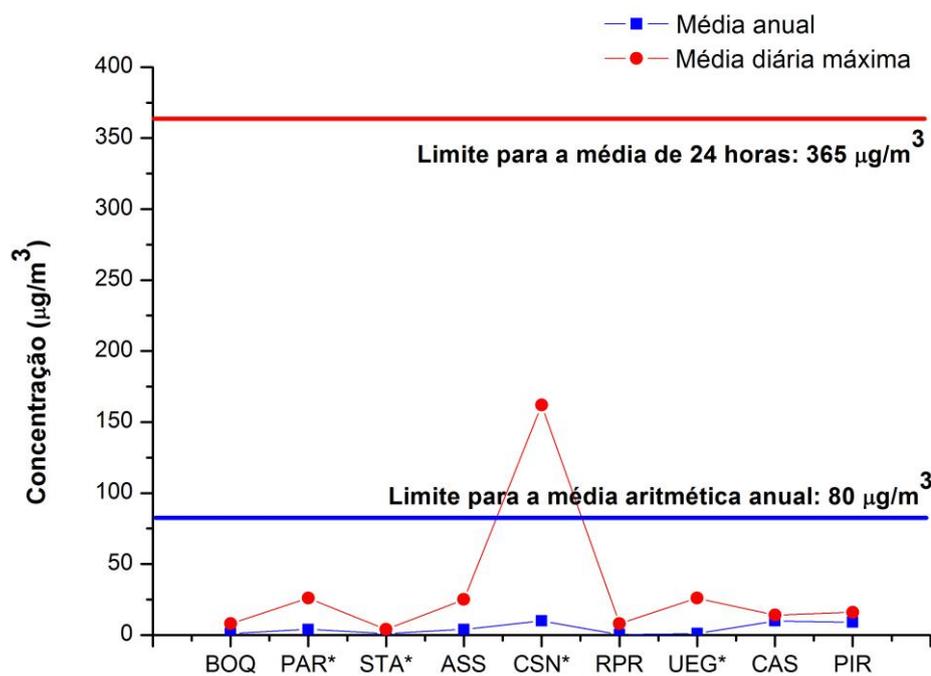
\*\* Equipamento em manutenção no ano de 2015.

As estações automáticas CSN, PAR, STA e UEG não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente SO<sub>2</sub>.

Em Curitiba todas as médias diárias obtidas na rede automática em 2015 enquadraram-se na classificação **boa**. Apenas uma classificação **regular** foi registrada, na estação CSN, no município de Araucária. As médias anuais, apresentadas na Tabela 11, mantiveram-se bem abaixo do limite do padrão anual de 80 µg/m<sup>3</sup>, estabelecido na Resolução do CONAMA N° 03/90. Este resultado segue a tendência já observada no ano de 2014.

Para a cidade de Araucária observamos neste período que, aproximadamente 99,5 % dos dias monitorados permaneceram na condição **boa**, não sendo registrados dias com classificação **regular**.

No Gráfico 12 podemos observar as médias anuais e as concentrações máximas registradas em todas as estações de monitoramento para o poluente SO<sub>2</sub> no ano de 2015 no Estado do Paraná.

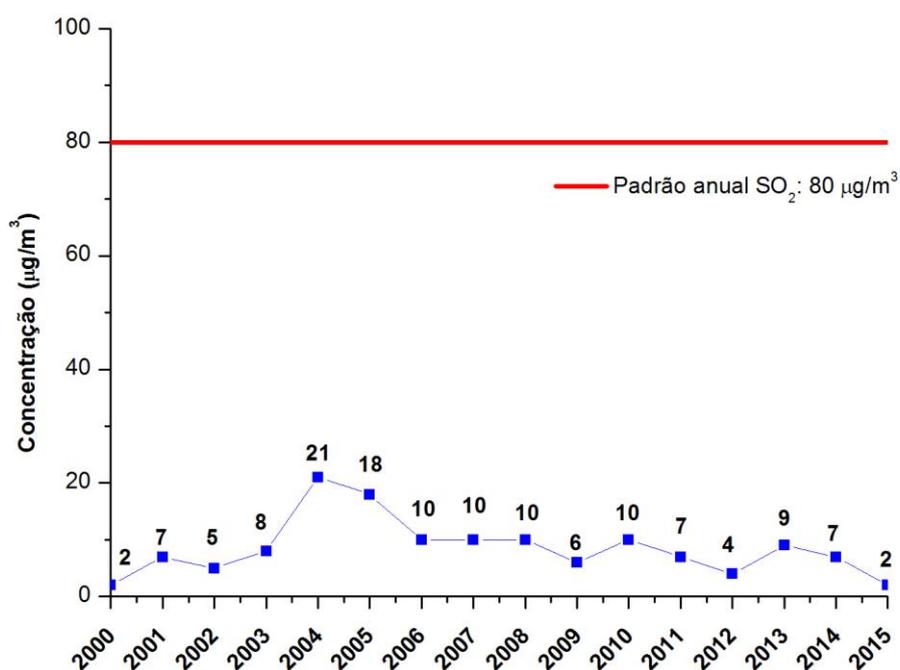


\*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 12 - Comportamento do poluente SO<sub>2</sub> no Estado do Paraná no ano de 2015

Analisando o Gráfico 12, observamos concentrações bem abaixo dos padrões, tanto para as médias diárias quanto para as médias anuais.

No Gráfico 13 está representada a evolução das concentrações médias anuais para o dióxido de enxofre no período de 2000 a 2015, 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 2015. Exceção: CIC, CSN, PAR, STC e UEG.

**Gráfico 13 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO<sub>2</sub> no período de 2000 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana**

#### 4.2.5. Monóxido de carbono (CO)

As concentrações de CO foram registradas em cinco estações, sendo três em Curitiba, estações BOQ, CIC e PAR, e duas em Araucária, estações RPR e UEG. A Tabela 12 apresenta os resultados e as classificações das médias de 8 horas e as médias máximas de 8 horas no período.

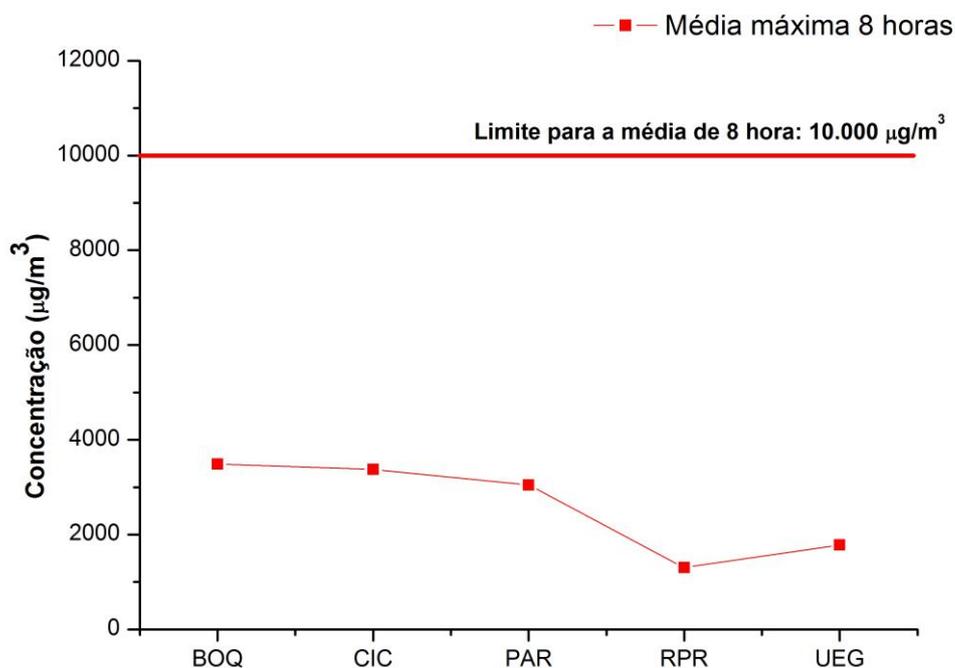
Comparando os dados de 2015 com o ano anterior, observa-se um aumento da média máxima de 8 horas registrada na estação PAR, localizada em Curitiba: de 2.119  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em 2014 para 3.048  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em 2015, o que representa um acréscimo de 44 %. Já na estação RPR, em Araucária, observou-se uma redução de 63 %: a média máxima de 8 horas passou de 3.544  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em 2014 para 1.304  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em 2015.

**Tabela 12 - Resultados do monitoramento de CO**

Monitoramento de CO no ano de 2015	
<b>CO</b> Estação: <b>Boqueirão (BOQ)</b> Disponibilidade 8h: <b>96,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>1.061</b>   REGULAR: <b>0</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média máxima 8 horas: <b>3.489 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (em 17 de junho de 2015, das 16 às 23 h)
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: <b>zero</b>
<b>CO</b> Estação: <b>CIC (CIC)</b> Disponibilidade 8h: <b>96,6 %</b>	<b>Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>1.058</b>   REGULAR: <b>0</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média máxima 8 horas: <b>3.374 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (em 04 de julho de 2015, das 16 às 23 h)
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: <b>zero</b>
<b>CO</b> Estação: <b>Ouvidor Pardinho (PAR)</b> Disponibilidade 8h: <b>94,6 %</b>	<b>Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>1.036</b>   REGULAR: <b>0</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média máxima 8 horas: <b>3.048 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (em 22 de junho de 2015, das 16 às 23 h)
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: <b>zero</b>
<b>CO</b> Estação: <b>REPAR (RPR)</b> Disponibilidade 8h: <b>93,4 %</b>	<b>Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>1.023</b>   REGULAR: <b>0</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média máxima 8 horas: <b>1.304 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (em 02 de abril de 2015, das 16 às 23h)
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: <b>zero</b>
<b>CO*</b> Estação: <b>UEG (UEG)</b> Disponibilidade 8h: <b>62,1 %</b>	<b>Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>680</b>   REGULAR: <b>0</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média máxima 8 horas: <b>1.785 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (em 07 de agosto de 2015, das 16 às 23 h)
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: <b>zero</b>

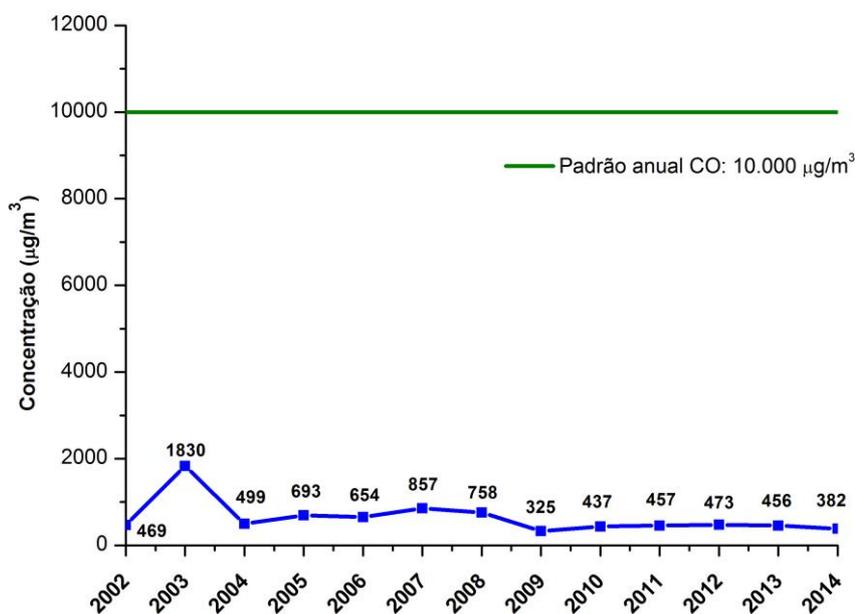
\*Não atende ao critério de representatividade.

No Gráfico 14 estão representadas a média máxima de 8 horas registrada para o poluente químico CO em cada estação onde o parâmetro foi monitorado no Estado do Paraná em 2015.



**Gráfico 14 - Comportamento do poluente CO no Estado do Paraná no ano de 2015**

O Gráfico 15 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o monóxido de carbono no período de 2002 a 2015, 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 2014. Exceção: CSN e UEG.

**Gráfico 15 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana**

#### 4.2.6. Ozônio (O<sub>3</sub>)

As concentrações de O<sub>3</sub> foram registradas em sete estações, sendo três em Curitiba, estações BOQ, PAR e STC, e quatro em Araucária, estações ASS, UEG, CSN e RPR. A Tabela 13 apresenta os resultados e as classificações das médias horárias e as médias horárias máximas no período.

Tabela 13 - Resultados do monitoramento de O<sub>3</sub>

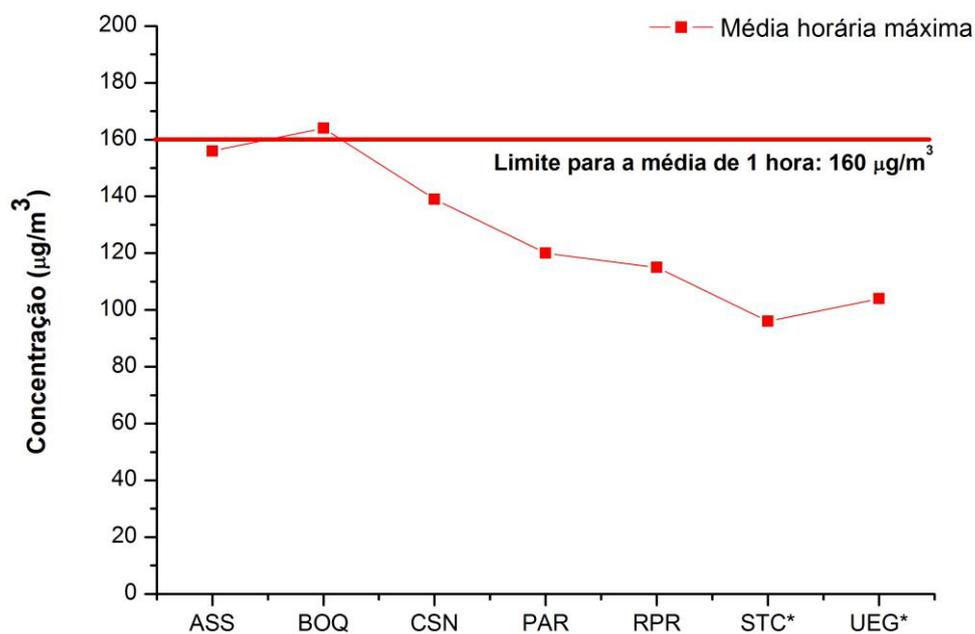
Monitoramento de O <sub>3</sub> no ano de 2015				
O <sub>3</sub> Estação: <b>Assis (ASS)</b> Disponibilidade 1h: <b>99,5 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>8.532</b>	REGULAR: <b>182</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média horária máxima: <b>156 µg/m<sup>3</sup></b> (em 20 de janeiro de 2015, das 12 às 11 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>			
O <sub>3</sub> Estação: <b>Boqueirão (BOQ)</b> Disponibilidade 1h: <b>99,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>8.512</b>	REGULAR: <b>236</b>	INADEQUADA: <b>1</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média horária máxima: <b>164 µg/m<sup>3</sup></b> (em 20 de janeiro de 2015, das 11 às 12 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>uma (1)</b>			
O <sub>3</sub> ** Estação: <b>CIC (CIC)</b> Disponibilidade 1h: <b>0,0 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>x</b>	REGULAR: <b>x</b>	INADEQUADA: <b>x</b>	MÁ: <b>x</b>
	Média horária máxima: <b>x</b>			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>x</b>			
O <sub>3</sub> Estação: <b>CSN (CSN)</b> Disponibilidade 1h: <b>75,7%</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>6.603</b>	REGULAR: <b>32</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média horária máxima: <b>139 µg/m<sup>3</sup></b> (em 20 de janeiro de 2015, das 10 às 11 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>			
O <sub>3</sub> Estação: <b>Ouvidor Pardinho (PAR)</b> Disponibilidade 1h: <b>93,9 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>8.154</b>	REGULAR: <b>69</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média horária máxima: <b>120 µg/m<sup>3</sup></b> (em 22 de setembro de 2015, das 14 às 15 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>			
O <sub>3</sub> Estação: <b>REPAR (RPR)</b> Disponibilidade 1h: <b>97,6 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>8.535</b>	REGULAR: <b>16</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média horária máxima: <b>115 µg/m<sup>3</sup></b> (em 02 de abril de 2015, das 14 às 15 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>			
O <sub>3</sub> * Estação: <b>Santa Cândida (STC)</b> Disponibilidade 1h: <b>61,5 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>5.378</b>	REGULAR: <b>10</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média horária máxima: <b>96 µg/m<sup>3</sup></b> (em 12 de abril de 2015, das 12 às 13 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>			
O <sub>3</sub> * Estação: <b>UEG (UEG)</b> Disponibilidade 1h: <b>64,9%</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>			
	BOA: <b>5.651</b>	REGULAR: <b>30</b>	INADEQUADA: <b>0</b>	MÁ: <b>0</b>
	Média horária máxima: <b>104 µg/m<sup>3</sup></b> (em 23 de fevereiro de 2015, das 14 às 15 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>			

\*Não atende ao critério de representatividade.

\*\* Equipamento em manutenção no ano de 2015

Em 2015, as estações STC e UEG não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente O<sub>3</sub>.

No Gráfico 16 está representada a média horária máxima para cada estação onde o parâmetro químico O<sub>3</sub> foi monitorado no Estado do Paraná em 2015.

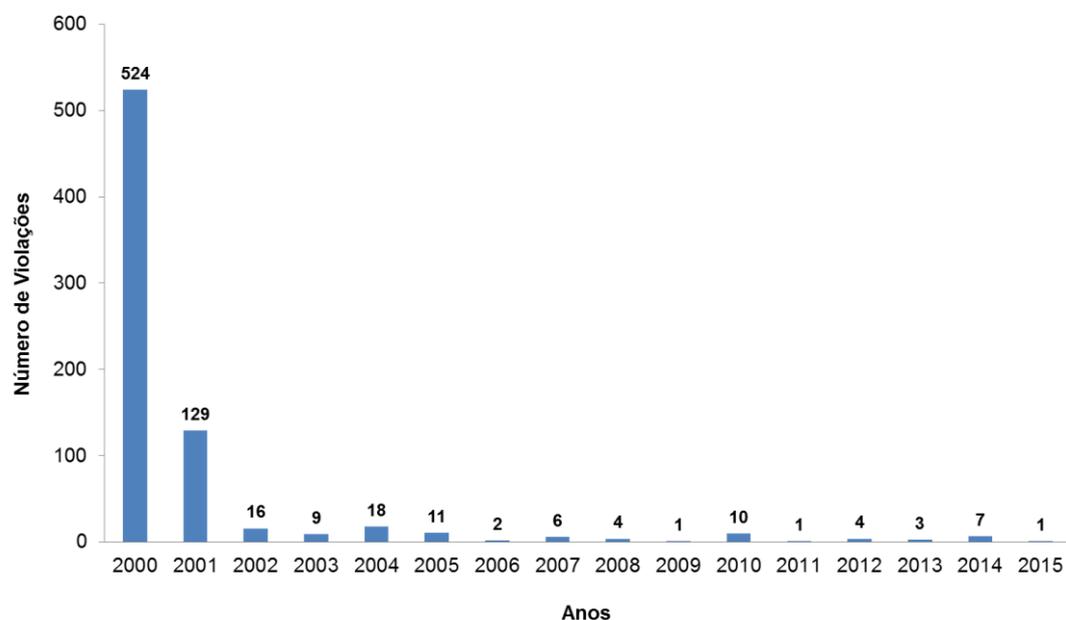


\*Não atende ao critério de representatividade

**Gráfico 16 – Comportamento do poluente O<sub>3</sub> no Estado do Paraná no ano de 2015**

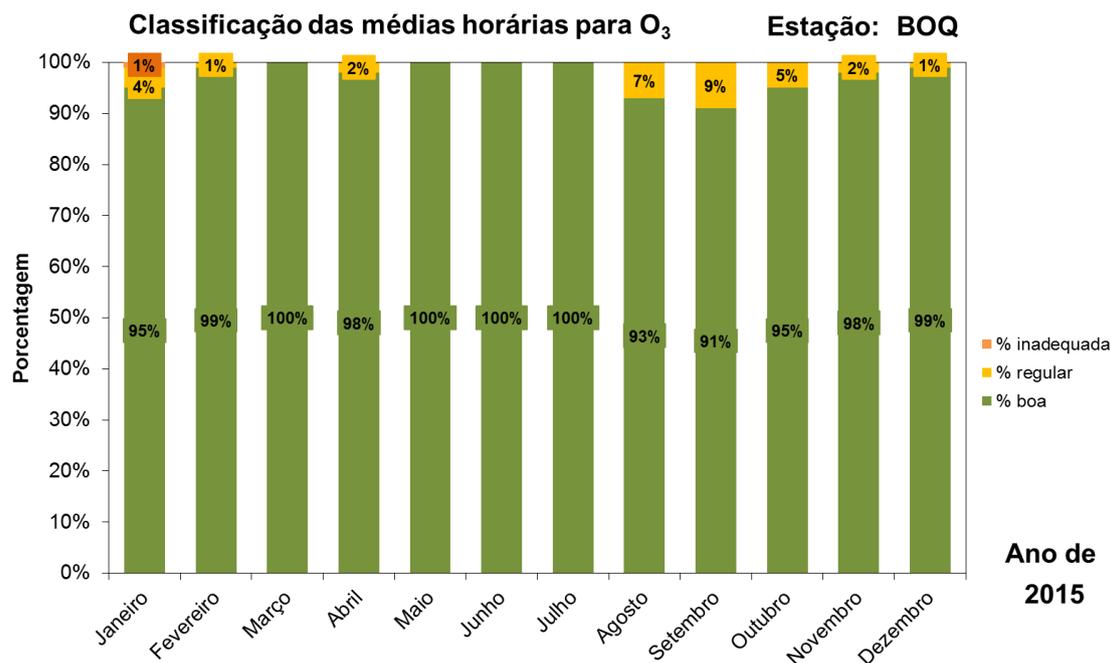
No Gráfico 17, podemos observar o histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o ozônio na resolução, equivalente a 160 µg/m<sup>3</sup>, registrado no período de 2000 a 2015. Em 2015 foi registrada apenas uma violação, a qual classificou a qualidade do ar como **inadequada**, na estação BOQ em Curitiba. Em relação à média horária máxima registrada em 2015, observou-se uma elevação nos valores registrados, quando comparados aos valores registrados em 2014, apenas na estação RPR (5 %).

A RM de Curitiba apresenta um alto potencial de formação de ozônio troposférico, o qual resulta de reações entre poluentes induzidos pela luz. 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).



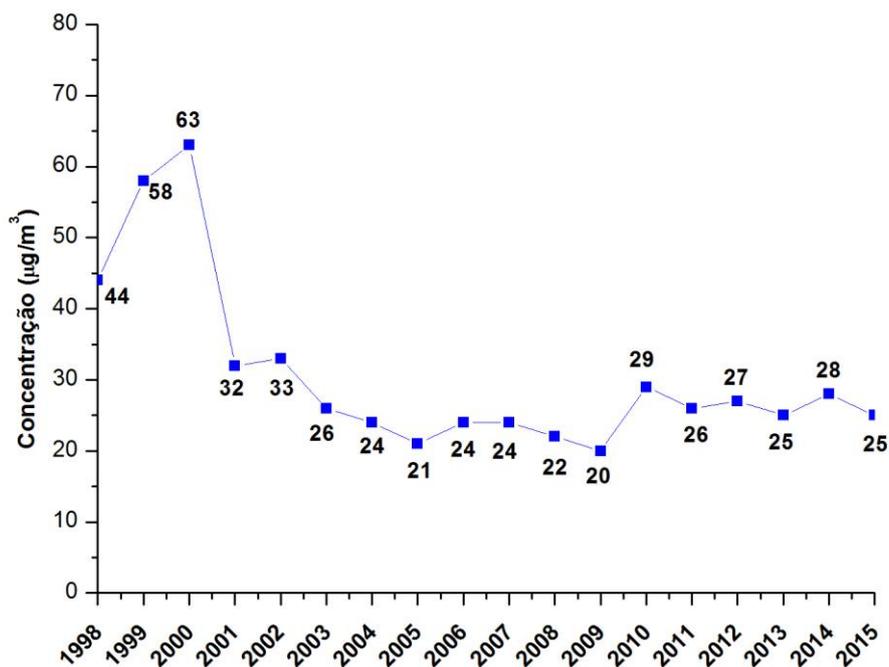
**Gráfico 17 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O<sub>3</sub>, registradas no período de 2000 a 2015**

O Gráfico 18 demonstra as classificações para o O<sub>3</sub> nos meses de janeiro a dezembro de 2015 da estação BOQ em Curitiba, estação onde houve o maior número de classificações regulares de toda a rede de monitoramento, além de uma violação ao padrão primário.



**Gráfico 18 - Classificação das médias horárias para o poluente O<sub>3</sub> na estação BOQ em 2015**

O Gráfico 19 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o O<sub>3</sub> no período de 1998 a 2015, 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 2015. Exceção: CIC, STC e UEG.

**Gráfico 19 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O<sub>3</sub> no período de 1998 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana**

#### 4.2.7. Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

As concentrações de NO<sub>2</sub> foram registradas em sete estações automáticas. Em Curitiba nas estações CIC, PAR e STC, e em Araucária nas estações ASS, CSN, RPR e UEG. Na Tabela 14 são apresentadas as médias horárias, as médias horárias máximas e as médias anuais registradas no ano de 2015.

Tabela 14 - Resultados do monitoramento de NO<sub>2</sub>

Monitoramento de NO <sub>2</sub> no ano de 2015	
NO <sub>2</sub> Estação: <b>Assis (ASS)</b> Disponibilidade 1h: <b>89,1 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>7.802</b>   REGULAR: <b>1</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>11 µg/m<sup>3</sup></b>
	Média horária máxima: <b>113 µg/m<sup>3</sup></b> (em 23 de setembro de 2015, das 17 às 18 h)
Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>	
NO <sub>2</sub> Estação: <b>CIC (CIC)</b> Disponibilidade 1h: <b>95,3 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>8.339</b>   REGULAR: <b>8</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>22 µg/m<sup>3</sup></b>
	Média horária máxima: <b>115 µg/m<sup>3</sup></b> (em 24 de setembro de 2015, das 18 às 19 h)
Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>	
NO <sub>2</sub> * Estação: <b>CSN (CSN)</b> Disponibilidade 1h: <b>64,5 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – novembro)</b>
	BOA: <b>5.646</b>   REGULAR: <b>4</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>23 µg/m<sup>3</sup></b>
	Média horária máxima: <b>133 µg/m<sup>3</sup></b> (em 30 de julho de 2015, das 09 às 10 h)
Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>	
NO <sub>2</sub> Estação: <b>Ouvidor Pardinho (PAR)</b> Disponibilidade 1h: <b>86,5 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>7.521</b>   REGULAR: <b>54</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
	Média horária máxima: <b>198 µg/m<sup>3</sup></b> (em 01 de setembro de 2015, das 08 às 09 h)
Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>	
NO <sub>2</sub> Estação: <b>REPAR (RPR)</b> Disponibilidade 1h: <b>96,7 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>8.467</b>   REGULAR: <b>3</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>17 µg/m<sup>3</sup></b>
	Média horária máxima: <b>200 µg/m<sup>3</sup></b> (em 04 de agosto de 2015, das 18 às 19 h)
Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>	
NO <sub>2</sub> * Estação: <b>Santa Cândida (STC)</b> Disponibilidade 1h: <b>62,0 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>5.435</b>   REGULAR: <b>0</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>10 µg/m<sup>3</sup></b>
	Média horária máxima: <b>65 µg/m<sup>3</sup></b> (em 02 de dezembro de 2015, das 16 às 17 h)
Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>	
NO <sub>2</sub> * Estação: <b>UEG (UEG)</b> Disponibilidade 1h: <b>56,8 %</b>	<b>Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)</b>
	BOA: <b>4.936</b>   REGULAR: <b>42</b>   INADEQUADA: <b>0</b>   MÁ: <b>0</b>
	Média anual: <b>29 µg/m<sup>3</sup></b>
	Média horária máxima: <b>157 µg/m<sup>3</sup></b> (em 14 de agosto de 2015, das 17 às 18 h)
Nº de ultrapassagens das médias horárias: <b>zero</b>	

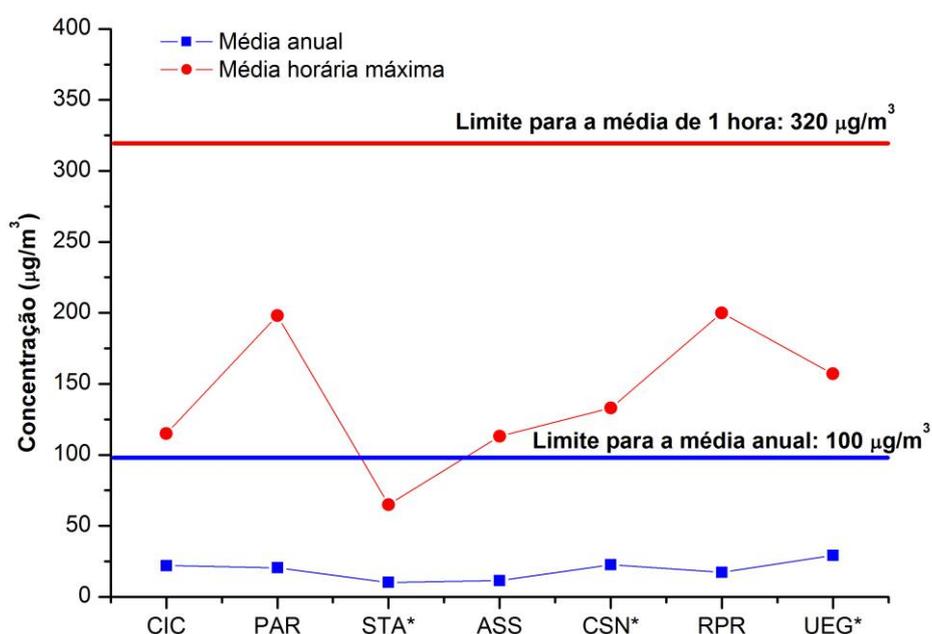
\*Não atende ao critério de representatividade

Em 2015, as estações CSN, STC e UEG não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente NO<sub>2</sub>. No Gráfico 20 podemos observar as médias anuais e as médias máximas horárias em todas as estações que monitoraram este poluente na RMC em 2015. Com exceção da estação CIC que registrou um aumento de 10 % na concentração média anual quando comparado os dados de 2015

com 2014, todas as demais estações apresentaram média anual inferior às registradas em 2014.

A mesma tendência foi observada quando analisada a média horária máxima: com exceção da estação PAR, que teve um acréscimo de 48 % de 2014 para 2015 (de 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para 198  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), todas as demais estações apresentaram redução da concentração média horária máxima.

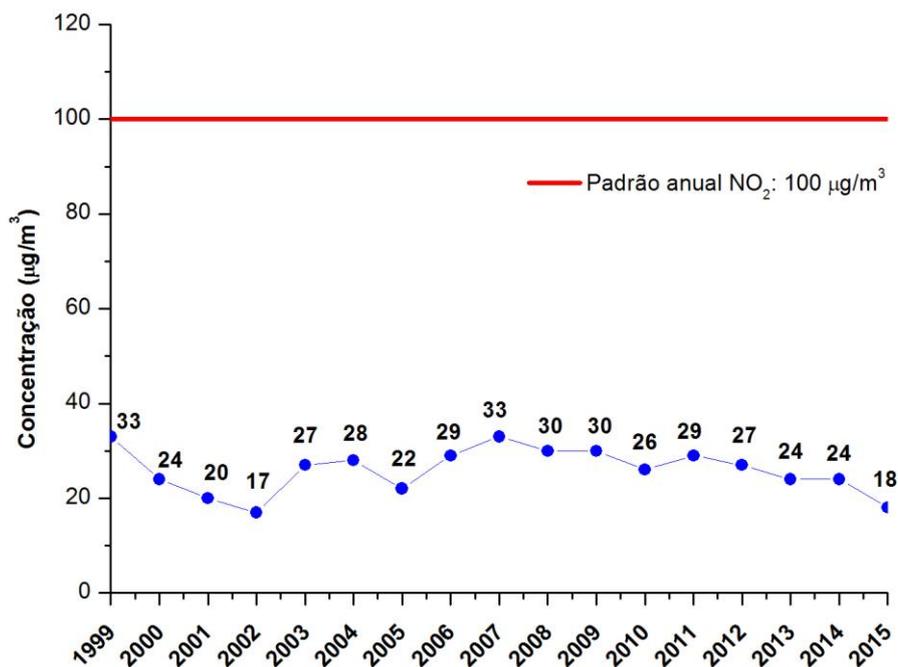
Em 2015 não foram registradas violações ao padrão primário estabelecido, de 320  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mantendo o histórico de 2014.



\*Não atende ao critério de representatividade

### Gráfico 20 - Comportamento do poluente $\text{NO}_2$ no ano de 2015 em Curitiba e região metropolitana

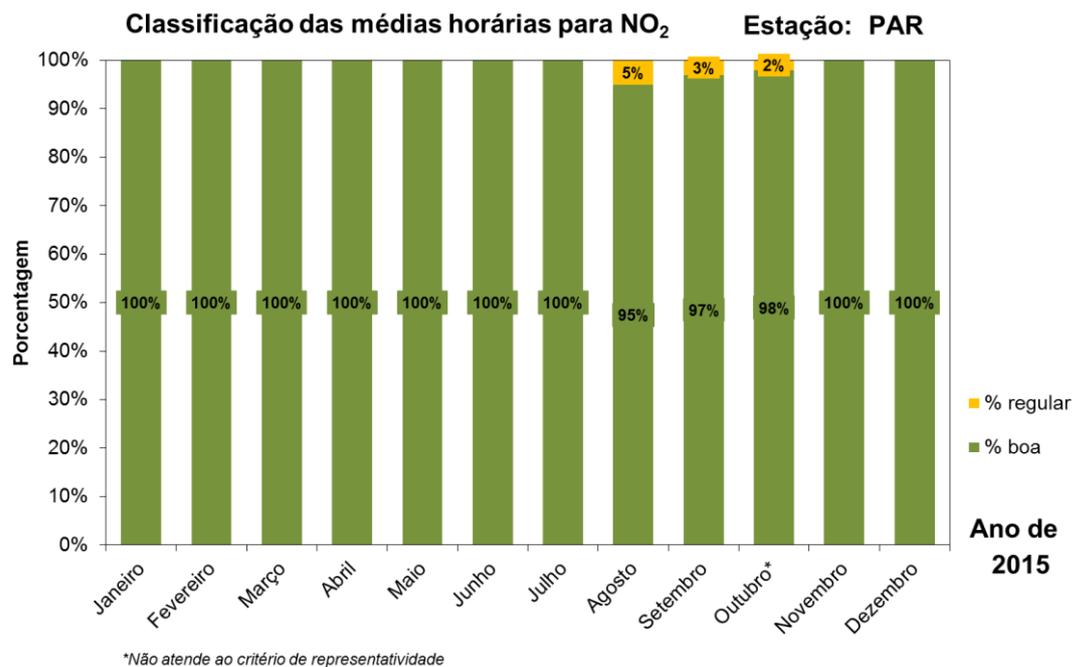
O Gráfico 21 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o  $\text{NO}_2$  no período de 1999 a 2015, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana. Para compor o gráfico foram consideradas apenas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade 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 2015. Exceção: BOQ, CSN, STC e UEG.

**Gráfico 21 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO<sub>2</sub> no período de 1999 a 2015 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana**

Dentre as estações que monitoraram o poluente NO<sub>2</sub> no ano de 2015, a estação PAR, localizada no município de Curitiba, foi a que registrou o maior número de casos de classificação da média horária como **regular**: 54 (Gráfico 22). 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**.



**Gráfico 22 - Classificação das médias horárias para o poluente NO<sub>2</sub> na estação PAR registradas em 2015**

### 4.3. Registro de violações aos padrões primários

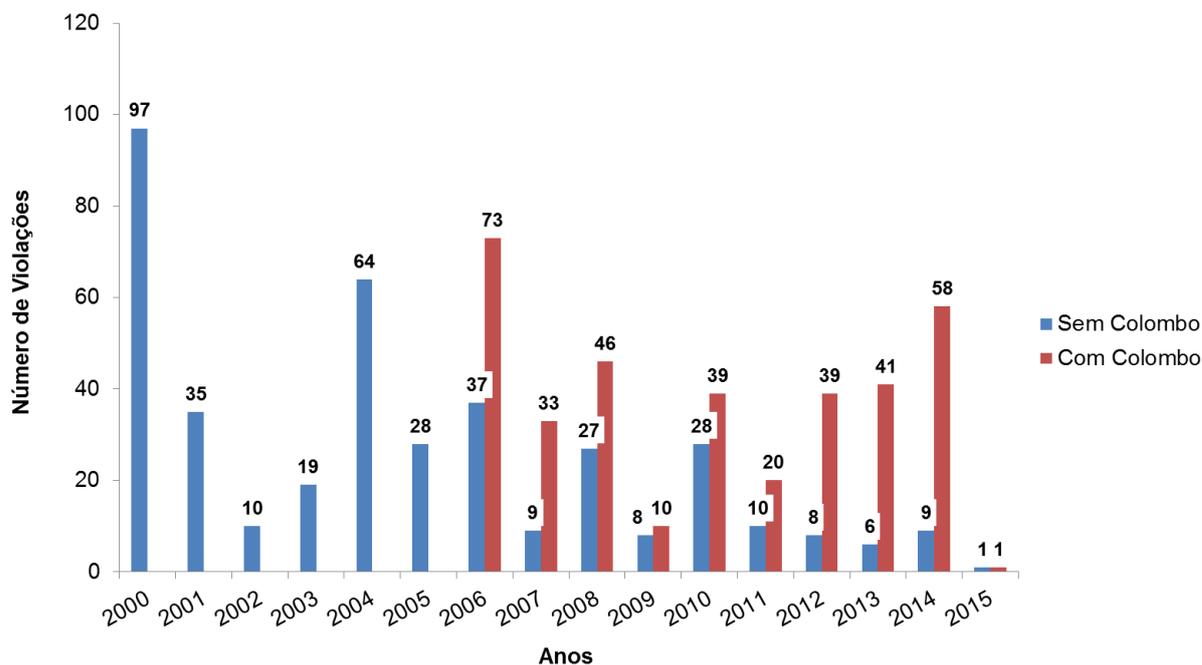
Na Tabela 15, podemos observar as violações ocorridas no ano de 2015, por município, estação, e por parâmetro monitorado. Foi observada apenas uma violação os limites estipulados pela Resolução do CONAMA N° 03/90, considerando as médias de 24 horas e as médias horárias.

**Tabela 15 – Número de violações por parâmetros observados em 2015**

Município	Estação	PTS	Fumaça	PI	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Total
Curitiba	Boqueirão (BOQ)	0	*	0	0	0	1	*	1
	CIC (CIC)	0	*	*	*	0	*	0	0
	Ouvidor Pardinho (PAR)	0	*	0	0	0	0	0	0
	Santa Cândida (STC)	*	*	*	0	*	0	0	0
Araucária	Assis (ASS)	*	*	*	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	1	0	1
	Araucária	0	*	0	0	0	0	0	0
Total		0	*	0	0	0	1	0	1

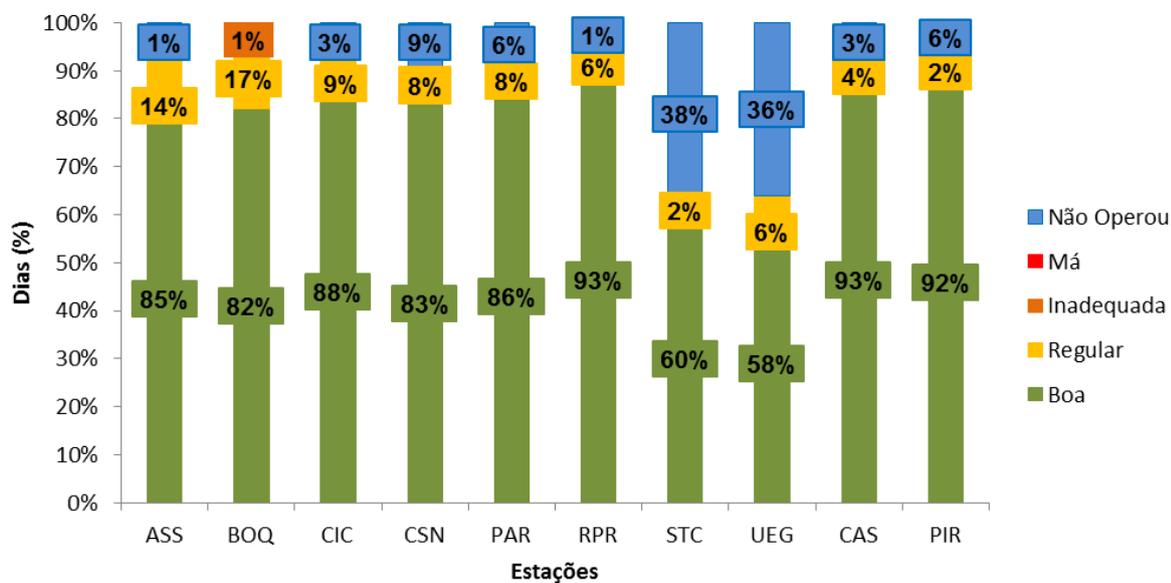
\* Poluente não monitorado na estação em 2015

No Gráfico 23, observamos as violações ao padrão primário ocorridas nos anos de 2000 a 2015. 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.



**Gráfico 23 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2015 no Estado do Paraná**

No Gráfico 24 podemos observar como foi a classificação diária do IQA ao longo do ano de 2015 nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana, assim como a porcentagem de dias em que a estação, por motivos diversos, não registrou dados suficientes para atender ao critério de representatividade.



**Gráfico 24 – Classificação diária do IQA em cada estação automática de monitoramento da qualidade do ar no Estado do Paraná ao longo de 2015**

## 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

O levantamento das fontes emissoras é importante porque através dele podemos responder as principais perguntas sobre a gestão da qualidade do ar: qual é a maior fonte? Onde está localizada? Quais as substâncias emitidas? Qual o potencial para melhorar? Sabemos hoje que as principais fontes emissoras são as fontes móveis, veículos automotores em geral e as atividades industriais.

O IAP 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 Nº 016/14 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA.

### 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 acreditamos que iremos 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

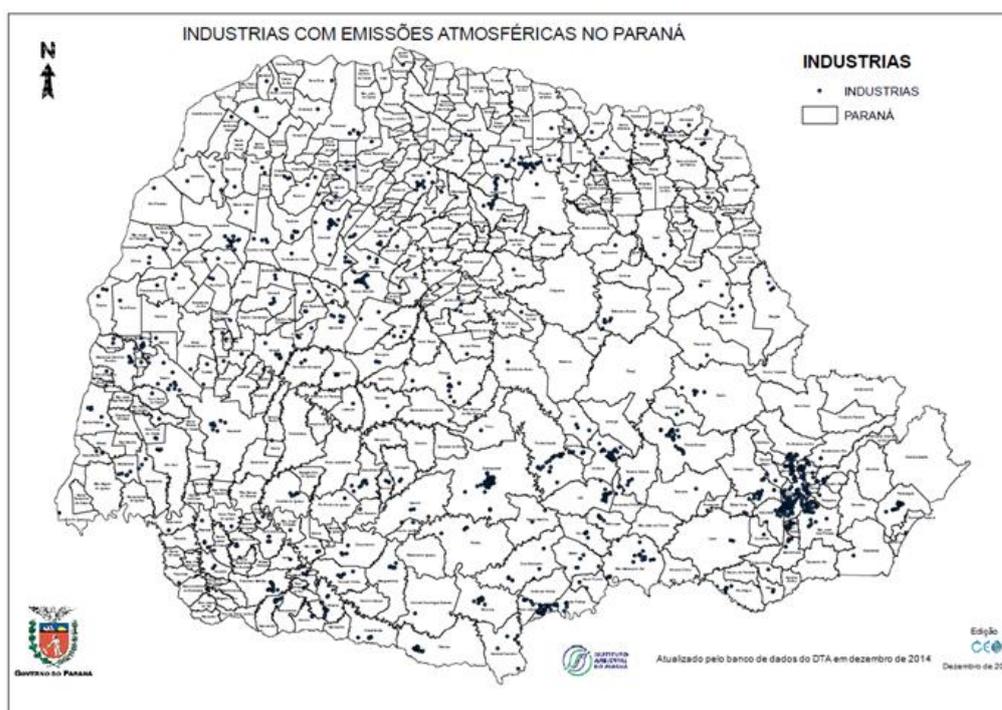
As fontes industriais também devem ser controladas. A melhor solução para esta tarefa é a participação ativa da indústria.

O monitoramento das emissões muitas vezes é de interesse da indústria porque, além de fornecer informações ambientais, informam sobre o desempenho e a eficiência dos processos.

O automonitoramento das emissões atmosféricas passou a ser obrigatório no Paraná a partir da publicação da Lei Estadual N° 13.806/02 e está regulamentado pela Resolução SEMA N° 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, distribuídas no Estado do Paraná, conforme a Figura 2. Esses dados são utilizados para a elaboração do inventário

estadual, instrumento indispensável à gestão da qualidade do ar.



**Figura 2 - Localização das indústrias com emissões atmosféricas cadastradas no Banco de Dados do DTA no Estado do Paraná em 2014.**

Em 2015 foi dada continuidade aos trabalhos para a modernização do sistema de controle das fontes fixas que conta com três projetos importantes: 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, desde junho de 2014 está disponível na página 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.

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 trâmite de informação e controle do automonitoramento das indústrias.

O terceiro é um projeto piloto de acompanhamento do monitoramento contínuo, com interface com o IAP.

#### 5.4. Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas dos Poluentes MP, CO, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>

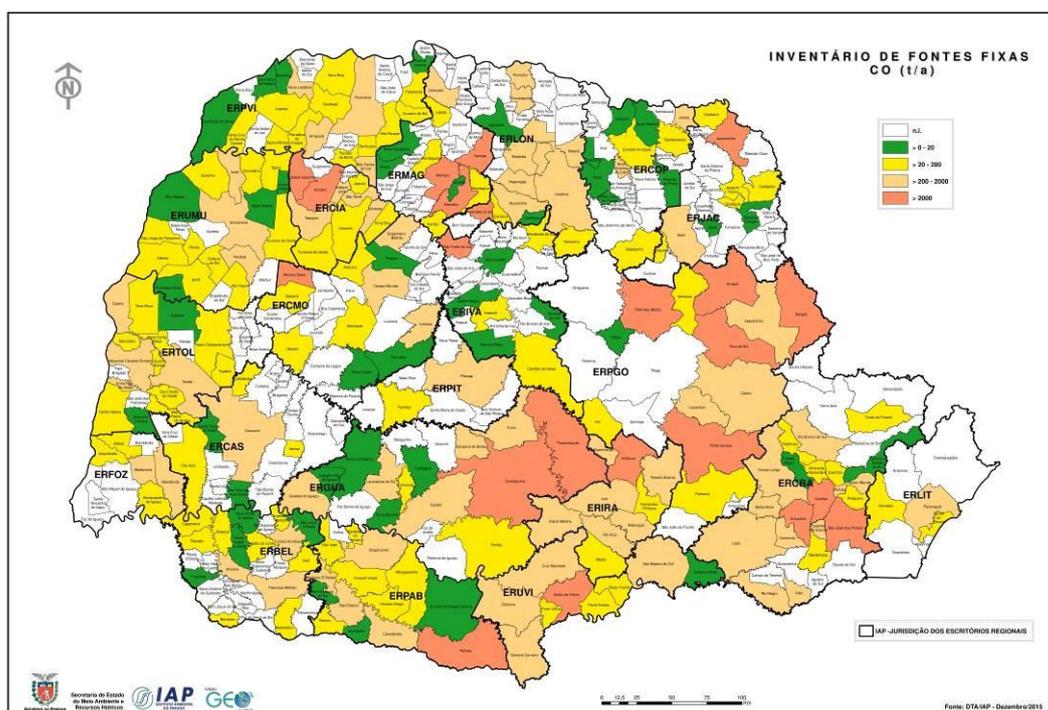
Em 2013, foi realizado o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>) , baseado no Banco de Dados do IAP e no Banco de Dados da Prefeitura Municipal de Curitiba, totalizando 1.415 empresas com 2.898 fontes monitoradas e 7.816 medições nestas fontes.

O número de fontes é menor do que o número das medições porque algumas fontes apresentam mais de uma medição. Neste caso é contabilizada a média dos registros e a fonte é considerada somente uma vez.

Foi observado que ainda temos muito a fazer, uma vez que alguns municípios do Paraná não possuem registro de emissão de MP, SO<sub>x</sub>, CO ou NO<sub>x</sub>.

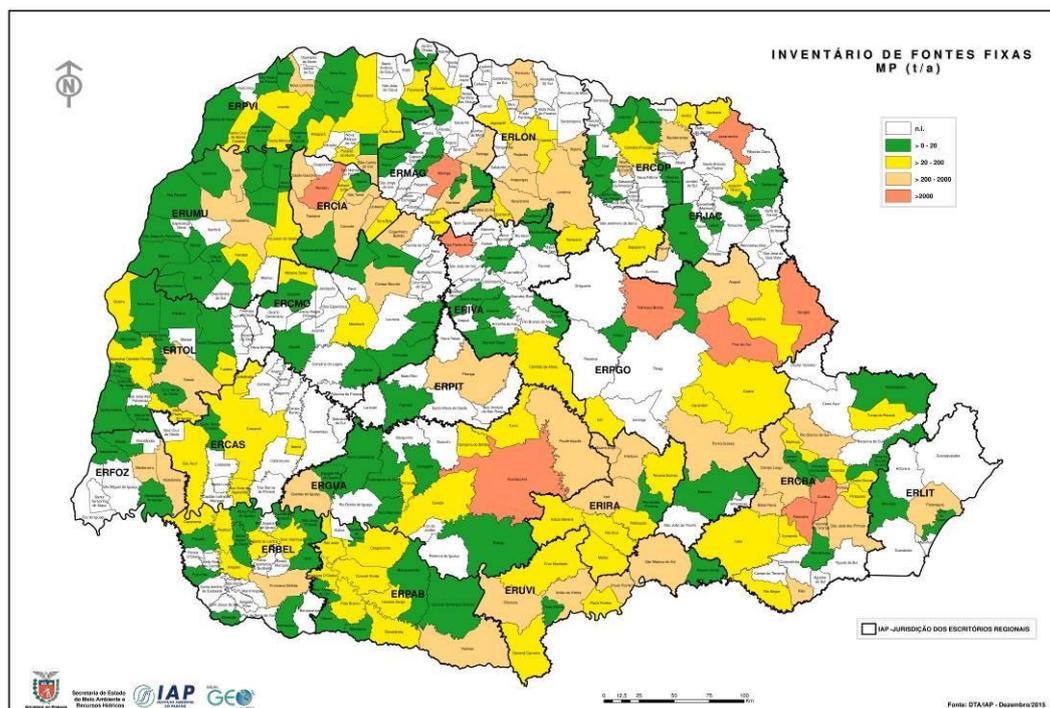
Em 2015, para facilitar a visualização dessas informações, elaboramos 4 mapas, destacando os municípios com emissão de MP, SO<sub>x</sub>, CO e NO<sub>x</sub>.

Em relação a 2014, as emissões de CO por fontes fixas em 2015 sofreram redução em 17 municípios do Estado do Paraná e aumento em 16 municípios. Os municípios que em 2014 não apresentavam dados das emissões por fontes fixas para o parâmetro CO, mas em 2015 apresentaram, somaram 25 municípios. Na Figura 3 estão representados os municípios e as respectivas emissões de CO por fontes fixas no ano de 2015.



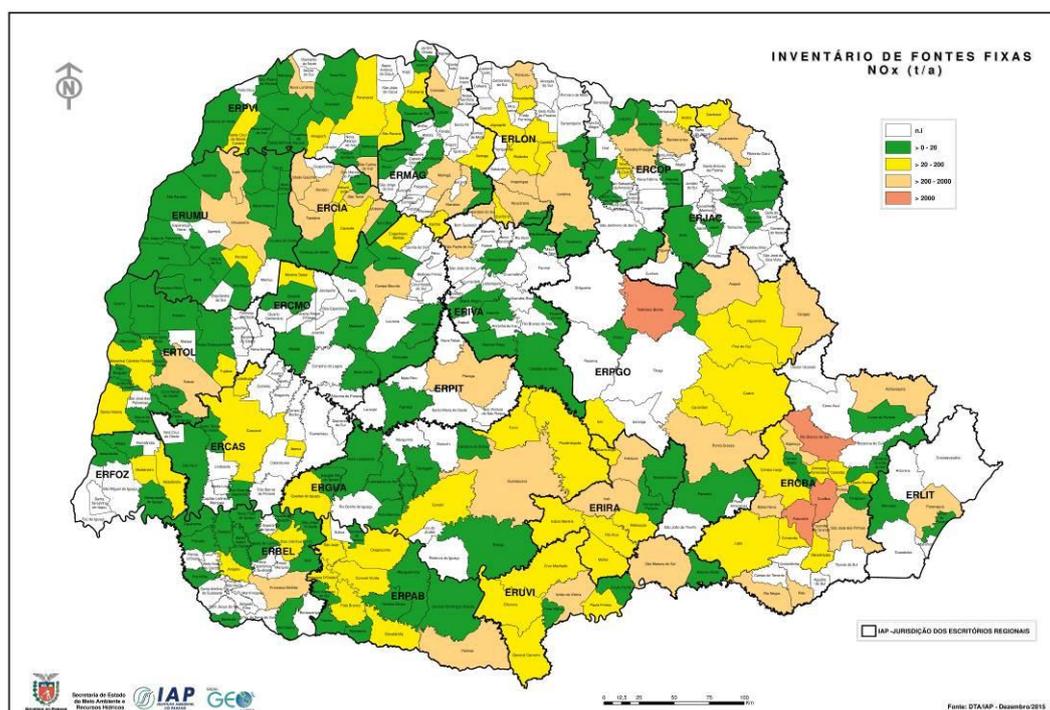
**Figura 3 – Municípios do Estado do Paraná com emissões de monóxido de carbono (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015**

Em relação a 2014, as emissões de MP por fontes fixas em 2015 sofreram redução em 13 municípios do Estado do Paraná e aumento em 14 municípios. Os municípios que em 2014 não apresentavam dados das emissões por fontes fixas para o parâmetro MP, mas em 2015 apresentaram, somaram 27 municípios. Na Figura 4 estão representados os municípios e as respectivas emissões de MP por fontes fixas no ano de 2015.



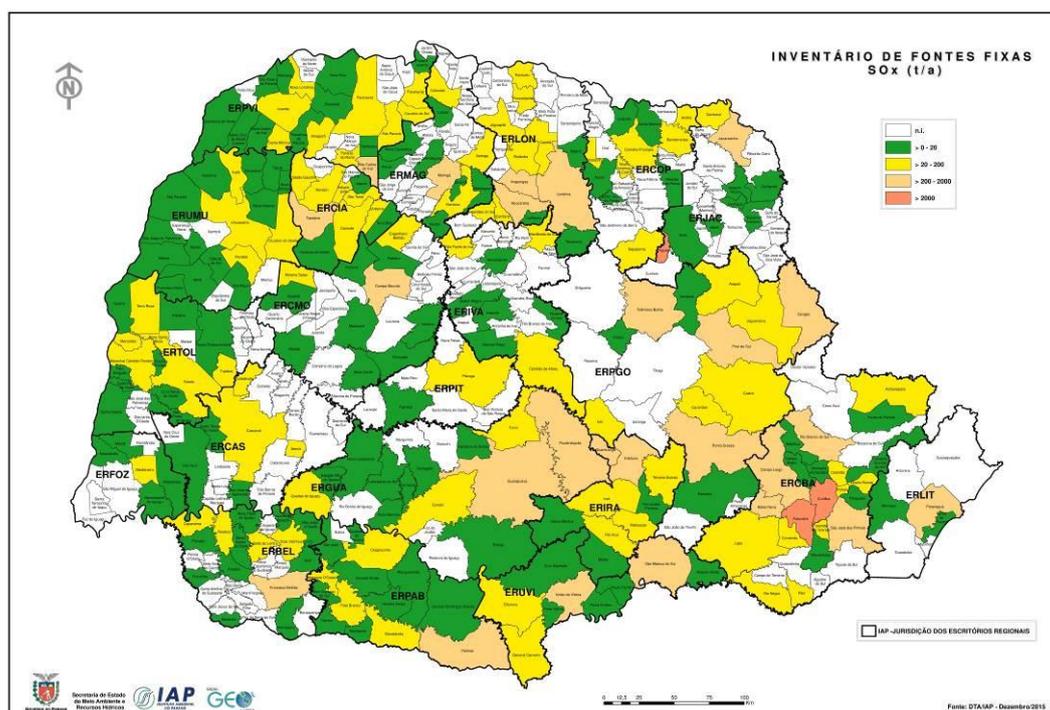
**Figura 4 - Municípios do estado do Paraná com emissões de material particulado (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015**

Em relação a 2014, as emissões de NOx por fontes fixas em 2015 sofreram redução em 14 municípios do Estado do Paraná e aumento em 11 municípios. Os municípios que em 2014 não apresentavam dados das emissões por fontes fixas para o parâmetro NOx mas em 2015 apresentaram, somaram 26 municípios. Na Figura 5 estão representados os municípios e as respectivas emissões de NOx por fontes fixas no ano de 2015.



**Figura 5 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de óxidos de nitrogênio (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015**

Em relação a 2014, as emissões de SO<sub>x</sub> por fontes fixas em 2015 sofreram redução em 13 municípios do Estado do Paraná e aumento em 08 municípios. Os municípios que em 2014 não apresentavam dados das emissões por fontes fixas para o parâmetro SO<sub>x</sub>, mas em 2015 apresentaram, somaram 26 municípios. Na Figura 6 estão representados os municípios e as respectivas emissões de SO<sub>x</sub> por fontes fixas no ano de 2015.



**Figura 6 - Municípios do estado do Paraná com emissões de óxidos de enxofre (ton/ano) de acordo com o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes no ano de 2015**

### 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.

Em 2015 demos continuidade aos trabalhos de manutenção da rede de monitoramento existente, com planejamento de ampliação para outras cidades do Estado do Paraná, principalmente aquelas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular - PCPV, como Londrina, Maringá, Cascavel, Ponta Grossa, Foz do Iguaçu e Paranaguá.

O processo de licitação da compra de sete estações, sendo seis estações fixas e uma estação móvel, foi realizado e aprovado por parte do Banco Mundial.

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.

A previsão para 2016 é a implantação da Declaração de Emissões Atmosféricas – DEA, que será um instrumento que facilitará o armazenamento das informações e o controle do automonitoramento realizado pelas indústrias, uma vez que a própria empresa fará a alimentação do banco de dados de emissões atmosféricas.

Além disso, será necessário pensar como podemos incentivar as formas menos poluentes de transporte, como por exemplo:

- Planejamento urbano com o foco de evitar congestionamentos;
- Incentivar o uso do transporte público;
- Incentivar o uso de combustíveis limpos;
- Incentivar a carona solidária, compartilhando o veículo particular com colegas no caminho para o trabalho ou para a escola;
- Incentivar o uso da bicicleta.

Em paralelo a essas atividades também se deve investir em contratação e treinamento de equipes especializadas na área de efluentes atmosféricos, buscando a capacitação profissional dos técnicos envolvidos e, assim, aprimorando o atendimento ao público.

## 6. CONCLUSÃO

No ano de 2015 a rede de monitoramento de qualidade do ar do Estado do Paraná contou com 10 estações automáticas de monitoramento, sendo oito delas instaladas em Curitiba e região metropolitana. Embora o número de estações se encontre suficiente em relação à Diretiva Europeia, é importante que sejam complementadas para a medição da maior parte dos parâmetros indicados na Legislação.

Como pôde ser observado, na maior parte do tempo a qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana atende aos padrões da Resolução CONAMA Nº 03/90. No entanto não podemos deixar de investir no seu controle e fiscalização, onde sempre existe um potencial para melhorar.

- **Curitiba**

Em Curitiba, no ano de 2015, foram monitorados os parâmetros PTS, PI, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub> em quatro estações automáticas. Foi registrada apenas uma violação ao padrão primário estabelecido na resolução CONAMA Nº 03/90, devido ao poluente O<sub>3</sub>, na estação BOQ. Em relação às médias anuais dos poluentes monitorados no período, todas atenderam aos padrões estipulados na resolução CONAMA Nº 03/90.

Considerando o critério de representatividade anual (todas as três médias quadrimestrais válidas), uma estação não atendeu ao critério para o parâmetro PI (CIC) duas para o parâmetro SO<sub>2</sub> (PAR e STC), uma para o O<sub>3</sub> (STC) e uma para o NO<sub>2</sub> (STC).

Baseado no Índice de Qualidade do Ar, em Curitiba, no ano de 2015, 82% dos dias foram classificados com qualidade do ar Boa, 17% com qualidade do ar Regular e 1% com qualidade do ar Inadequada.

- **Araucária**

Na cidade de Araucária, foram monitorados os parâmetros PTS, PI, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub> em quatro estações automáticas. Não foram registradas violações aos padrões primários estabelecidos na resolução CONAMA Nº 03/90. Em relação às médias anuais dos poluentes monitorados no período, todas atenderam aos padrões

estipulados na resolução CONAMA Nº 03/90.

Considerando o critério de representatividade anual (todas as três médias quadrimestrais válidas), uma estação não atendeu ao critério para o parâmetro PTS (CSN), uma para o parâmetro PI (UEG), duas para o parâmetro SO<sub>2</sub> (CSN e UEG), uma para o parâmetro O<sub>3</sub> (UEG) e duas para o parâmetro NO<sub>2</sub> (CSN e UEG).

Baseado no Índice de Qualidade do Ar, em Araucária, no ano de 2015, 85% dos dias foram classificados com qualidade do ar Boa, 14% com qualidade do ar Regular e 1% dos dias não foram monitorados.

- **Castro e Piraí do Sul**

Em Castro e Piraí do Sul, no ano de 2015, foram monitorados os parâmetros legislados PTS, PI e SO<sub>2</sub> em duas estações automáticas. Não foram registradas violações aos padrões primários estabelecidos na resolução CONAMA Nº 03/90. Em relação às médias anuais dos poluentes monitorados no período, todas atenderam aos padrões estipulados na resolução CONAMA Nº 03/90.

Considerando o critério de representatividade anual (todas as três médias quadrimestrais válidas), ambas as estações não atenderam ao critério para os parâmetros PTS e PI. Em relação ao parâmetro SO<sub>2</sub>, ambas as estações atenderam ao critério de representatividade anual.

Baseado no Índice de Qualidade do Ar, em Castro, no ano de 2015, 93% dos dias foram classificados com qualidade do ar Boa, 4% com qualidade do ar Regular e apenas 3% dos dias não foram monitorados. Em Piraí do Sul, 92% dos dias foram classificados com qualidade do ar Boa, 2% com qualidade do ar Regular e 6% dos dias não foram monitorados.

## 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), 2014. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2013**. Série Relatórios / Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios> >. Acesso em: 09 fev. 2015.

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 2015**. Disponível em: <<http://www.detrans.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=transitoseguro&id=485>>. Acesso em 18 fev. 2016.

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](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: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410690&search=parana|curitiba|infograficos:-informacoes-completas> >. Acesso em: 09 fev. 2015.

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](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 providências. **Diário Oficial do Estado**, Paraná, PR, 15 de abril de 2014.

## APÊNDICE 1 – Variação da média diária dos poluentes SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PI e PTS.

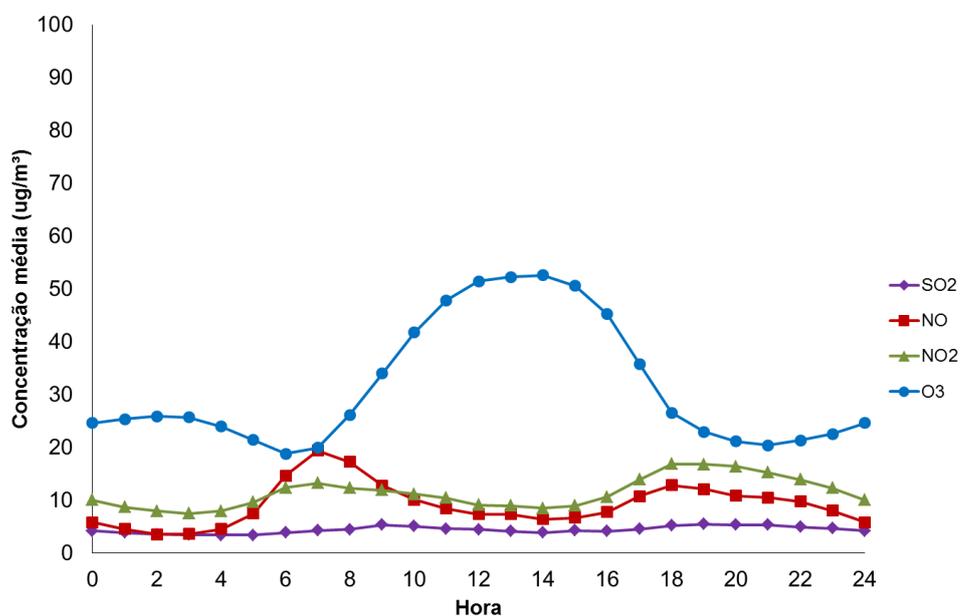


Figura 1 – Variação da média diária registrada na estação automática ASS em 2015

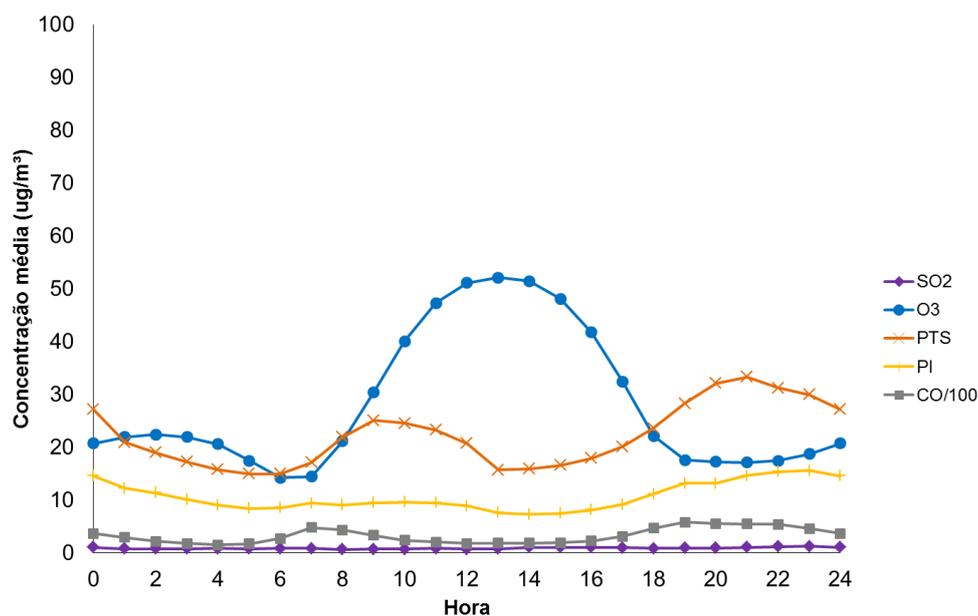


Figura 2 - Variação da média diária registrada na estação automática BOQ em 2015

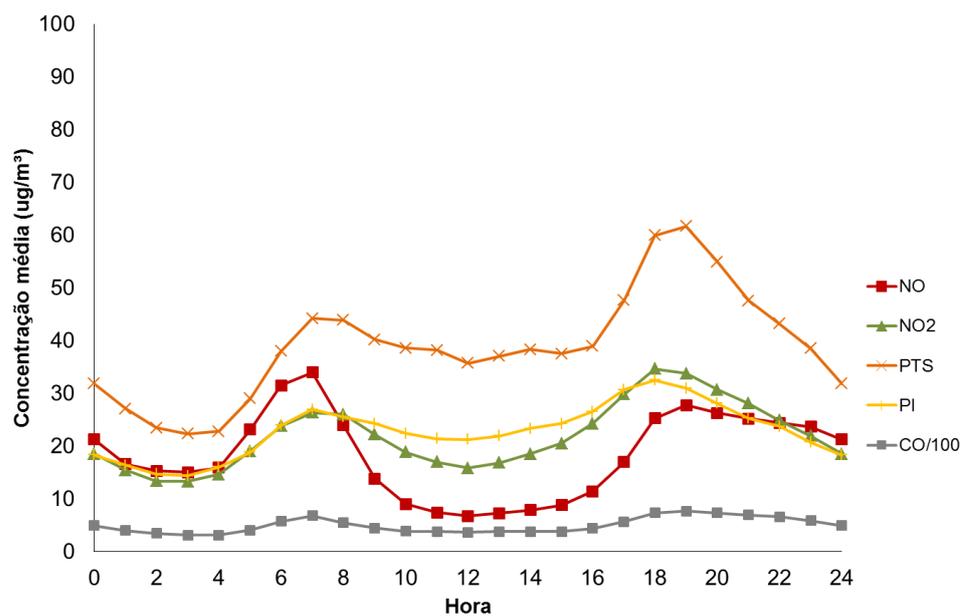


Figura 3 – Variação da média diária registrada na estação automática CIC em 2015

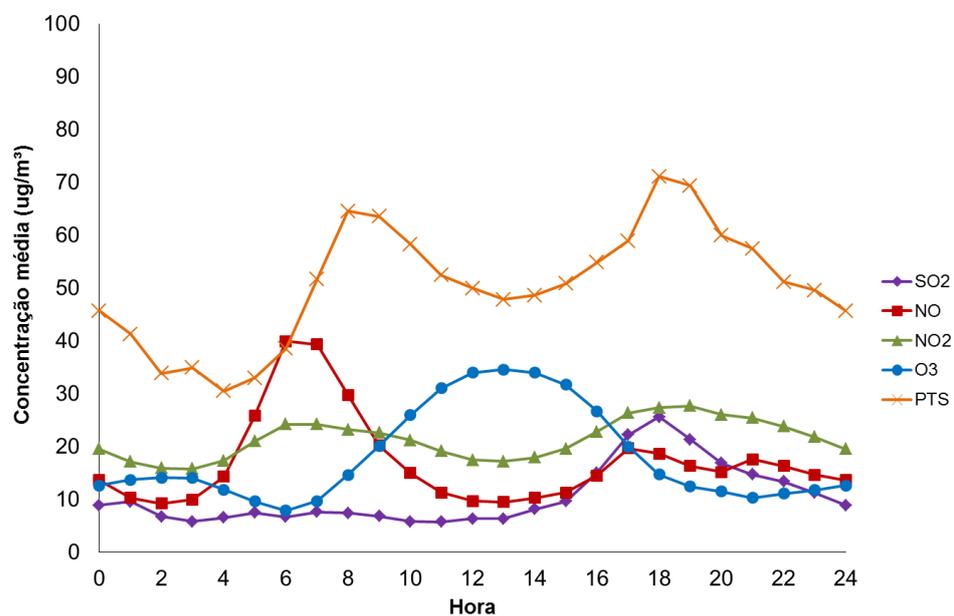


Figura 4 – Variação da média diária registrada na estação automática CSN em 2015

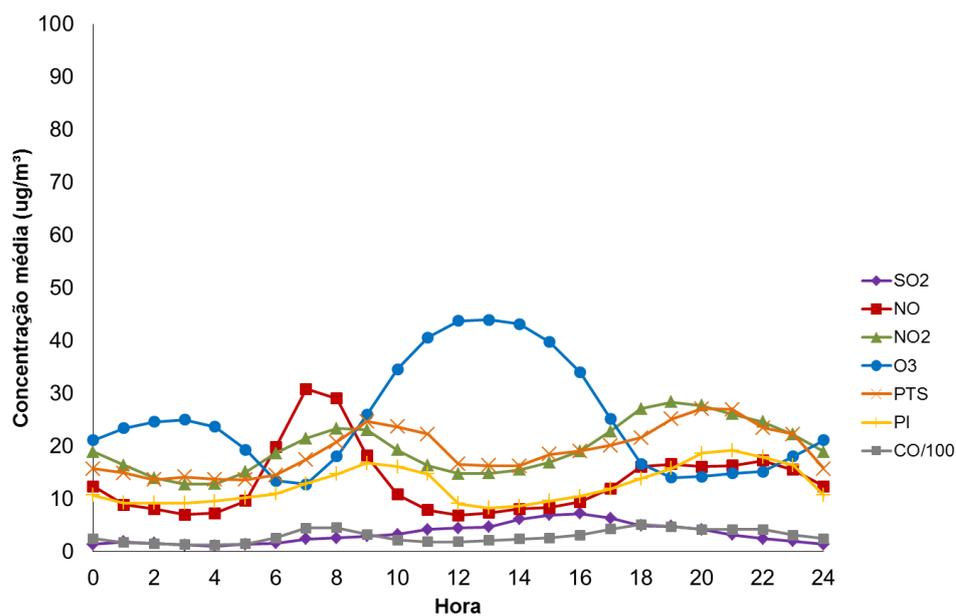


Figura 5 – Variação da média diária registrada na estação automática PAR em 2015

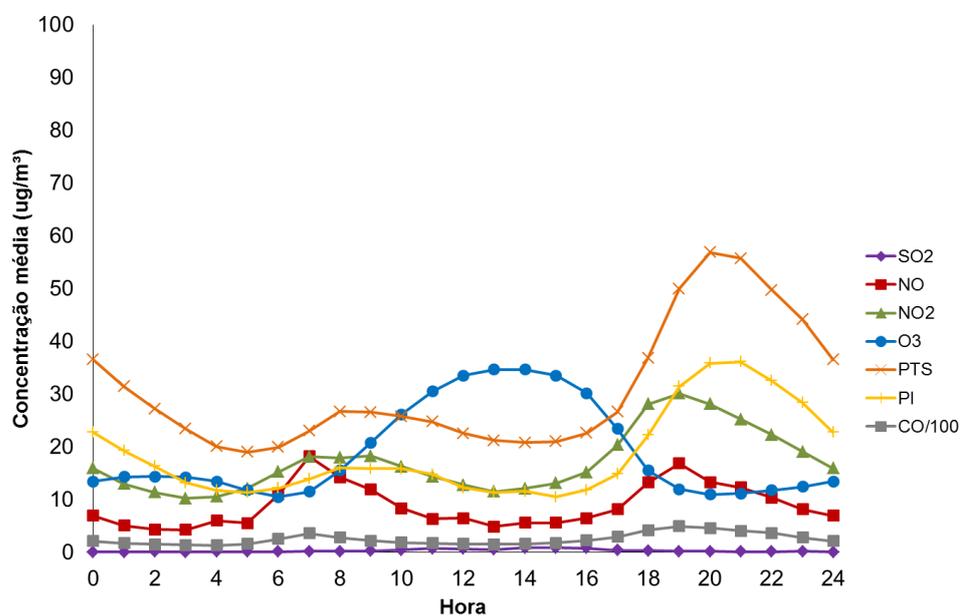


Figura 6 – Variação da média diária registrada na estação automática RPR em 2015

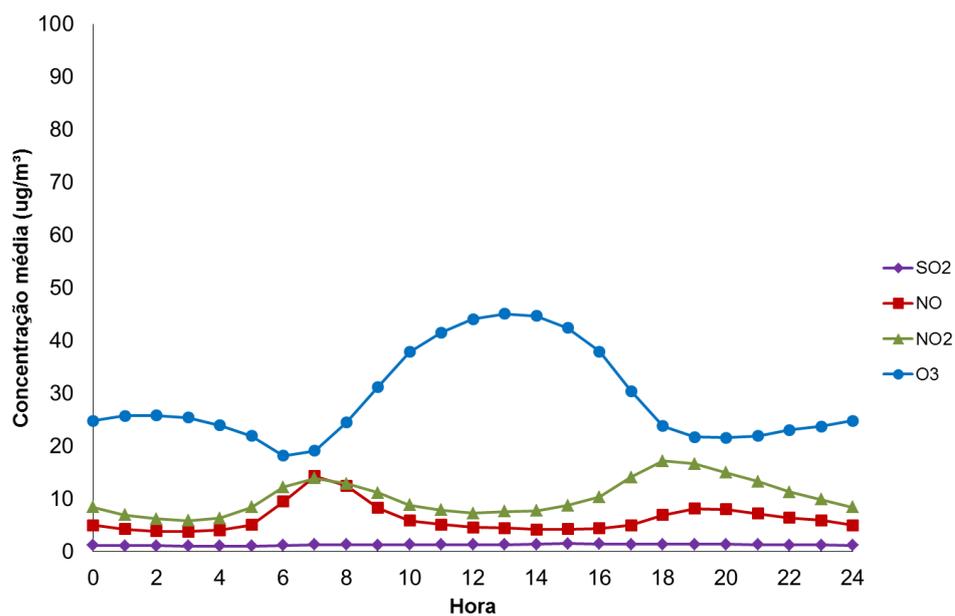


Figura 7 – Variação da média diária registrada na estação automática STC em 2015

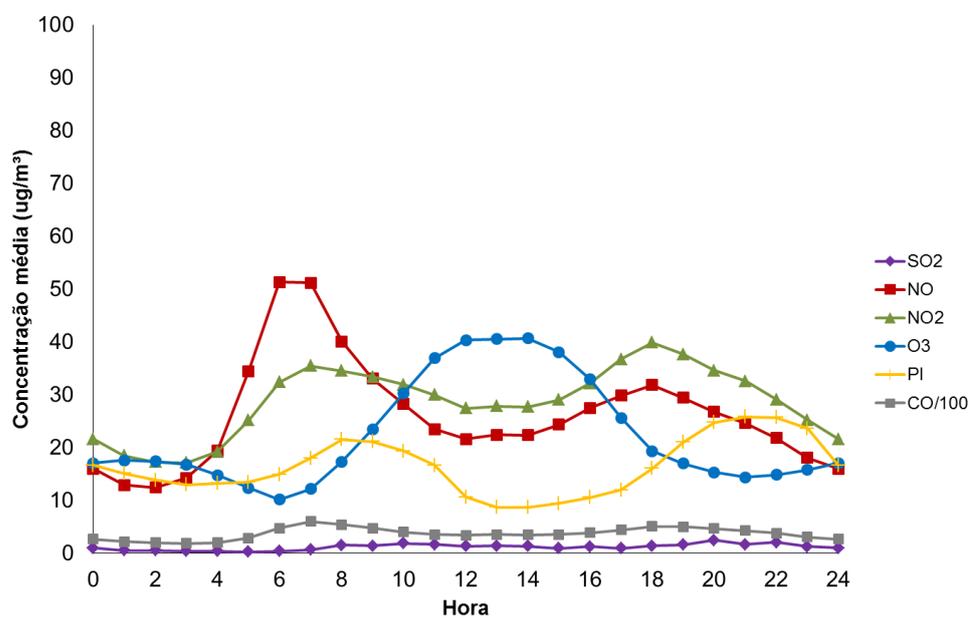


Figura 8 – Variação da média diária registrada na estação automática UEG em 2015

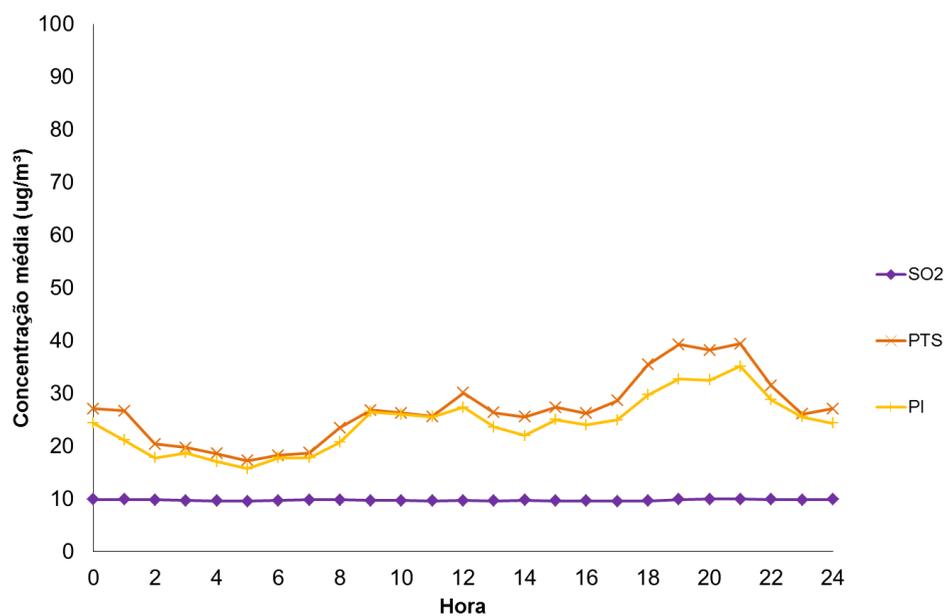


Figura 9 – Variação da média diária registrada na estação automática CAS em 2015

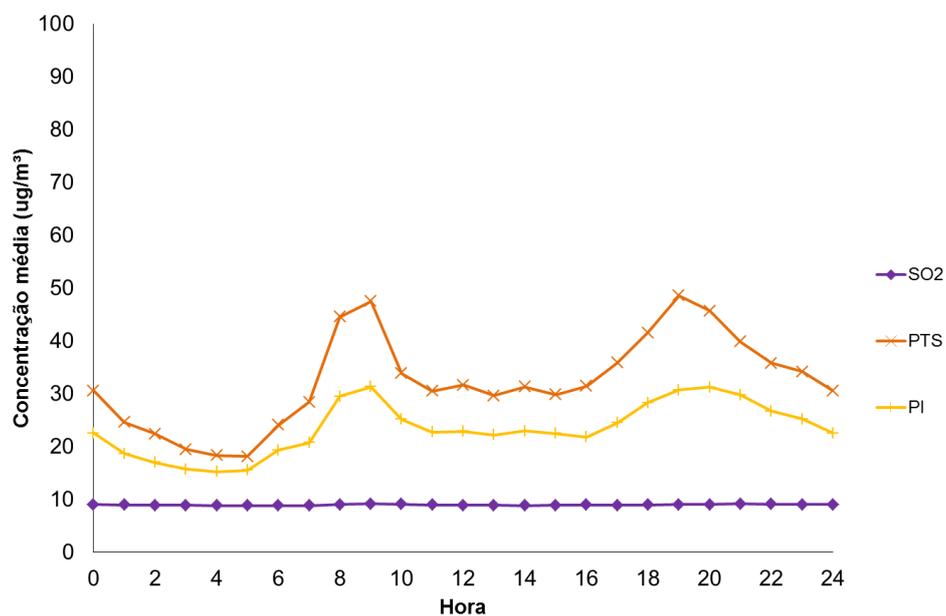


Figura 10 – Variação da média diária registrada na estação automática PIR em 2015

## APÊNDICE 2 – Plumas de poluição para as estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana

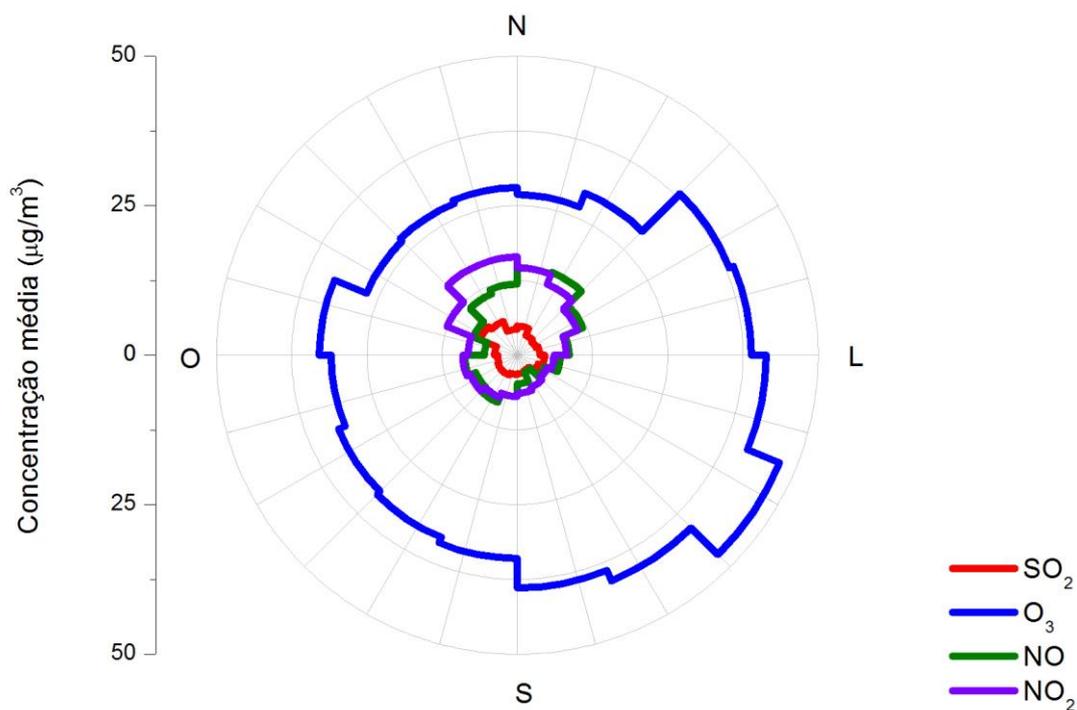


Figura 1 – Pluma de poluição da estação automática ASS

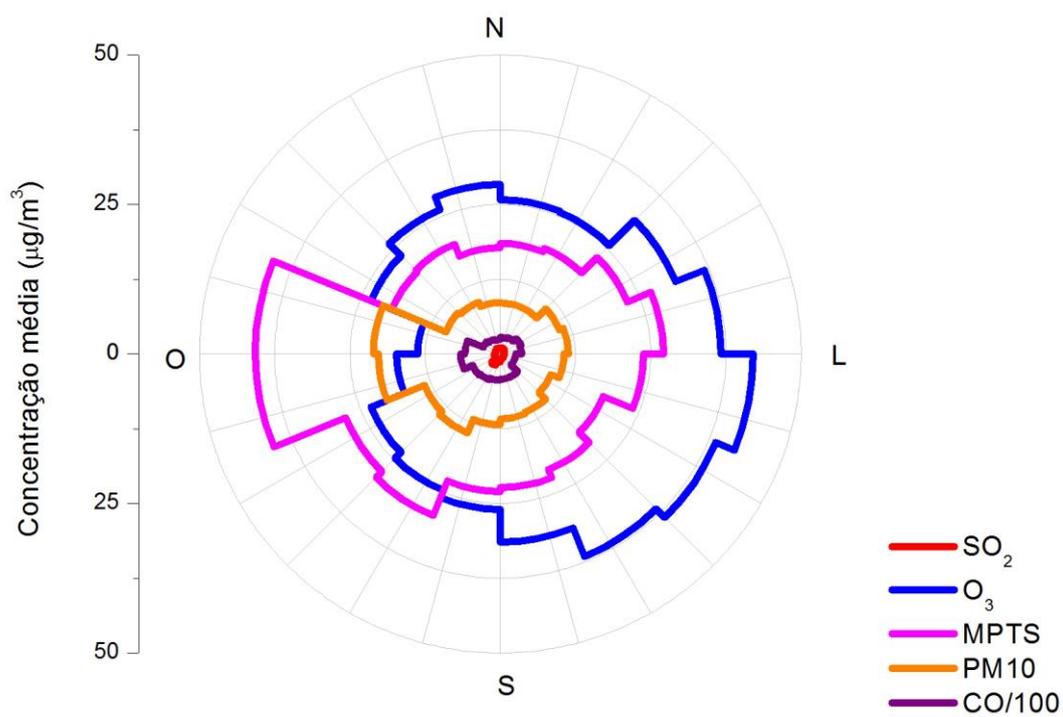


Figura 2 – Pluma de poluição da estação automática BOQ

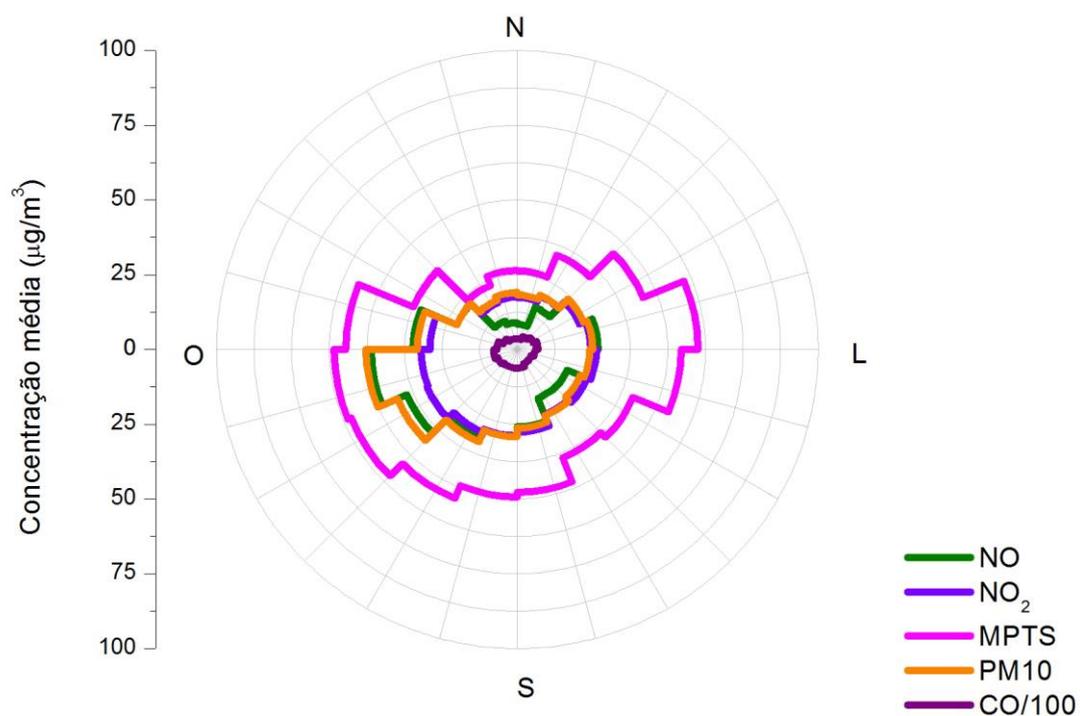


Figura 3 – Pluma de poluição da estação automática CIC

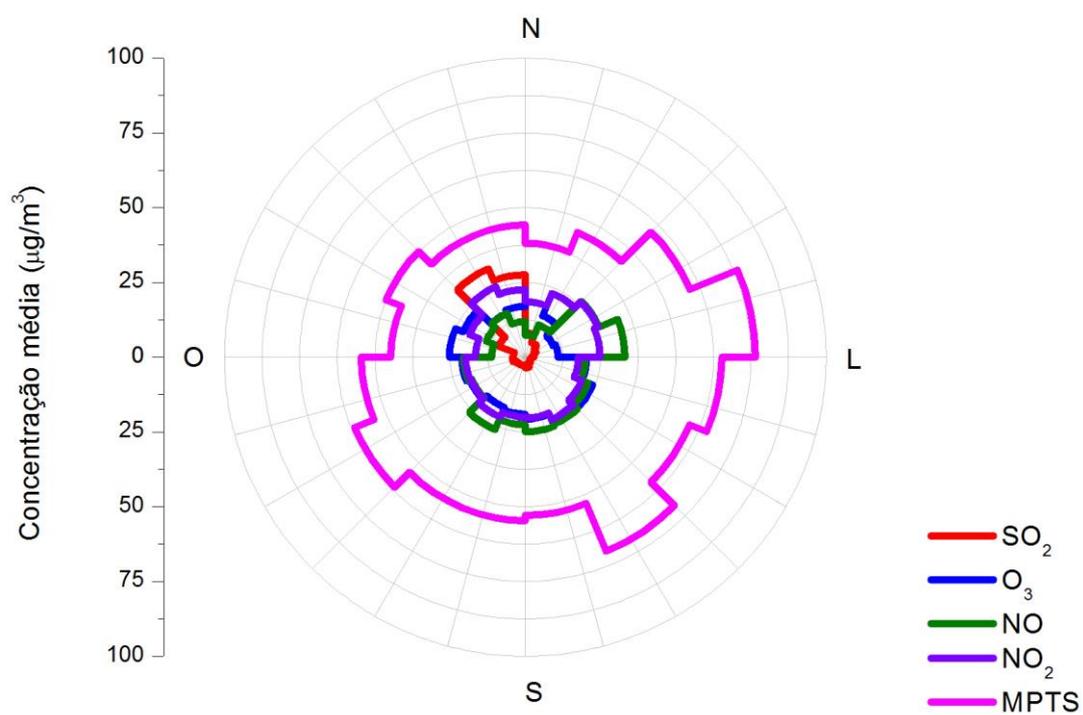


Figura 4 – Pluma de poluição da estação automática CSN

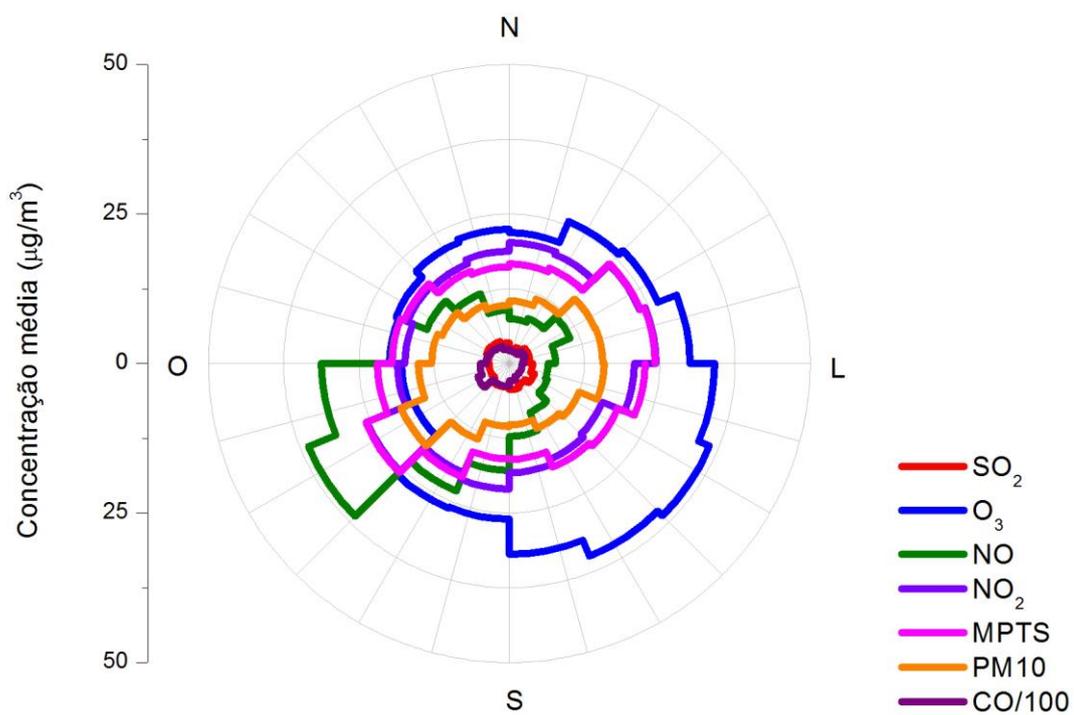


Figura 5 – Pluma de poluição da estação automática PAR

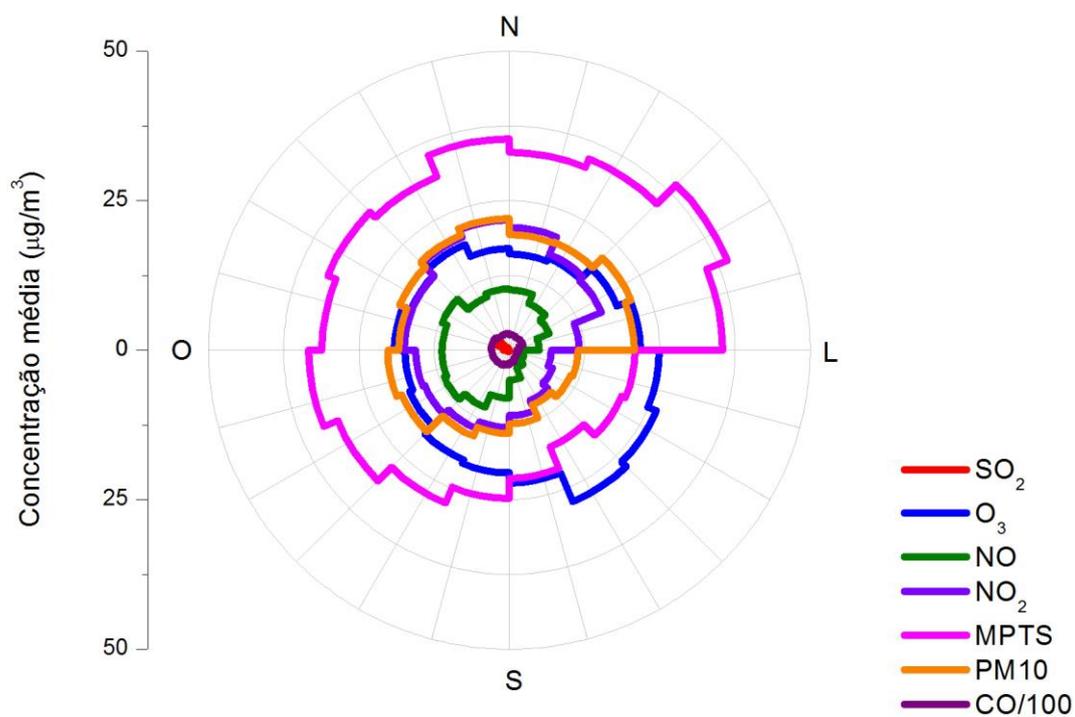


Figura 6 – Pluma de poluição da estação automática RPR

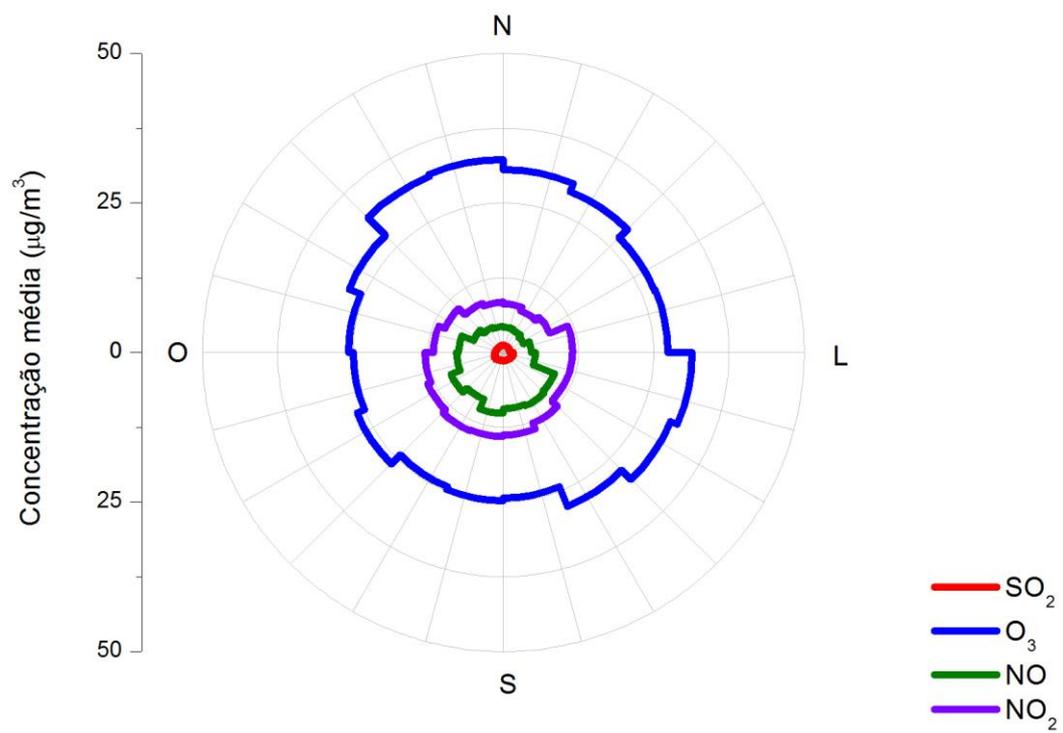


Figura 7 – Pluma de poluição da estação automática STC

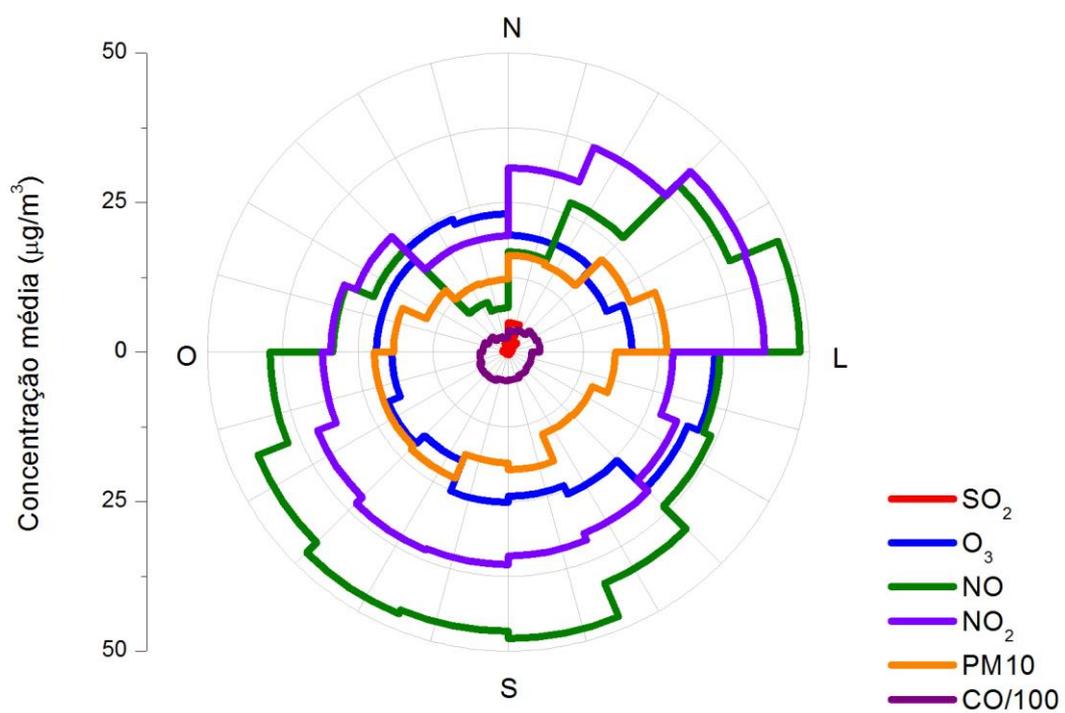


Figura 8 – Pluma de poluição da estação automática UEG

### 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)
<b>BOQ</b>	Rua Prof. <sup>a</sup> Maria de Assumpção, Nº 2590, Boqueirão, Curitiba.	25°29'35,43"	49°14'44,85"	676321,29	7179280,04
<b>CIC</b>	Rua Senador Accioly Filho, Nº 3400, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba.	25°29'51,42"	49°20'25,40"	666804,88	7178909,22
<b>PAR</b>	Rua Getúlio Vargas esquina com Rua Nunes Machado, Centro, Curitiba.	25°26'40,85"	49°16'18,30"	673781,98	7184686,22
<b>STC</b>	Rua Estrada das Olarias, Nº 1081, Santa Cândida, Curitiba.	25°22'25,70"	49°12'47,10"	679787,21	7192459,51
<b>ASS</b>	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
<b>CSN</b>	Rodovia do Xisto, BR-476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	25°34'09,35"	49°22'57,25"	662468,35	7171027,03
<b>RPR</b>	Rua das Andorinhas, Nº 151, Capela Velha, Araucária.	25°33'13,02"	49°23'30,21"	661570,68	7172775,17
<b>UEG</b>	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
<b>CAS</b>	Rua Conselheiro Jesuíno Marcondes, Nº 230, Jardim dos Bancários, Castro.	24°78'73,00"	49°99'89,70"	510182,46	7179418,76
<b>PIR</b>	Praça Alípio Domingues, Nº 34, Piraí do Sul	24°53'11,40"	49°93'64,40"	607716,12	7286506,79