INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP

Relatório Anual da Qualidade do Ar do Estado do Paraná

Ano de 2016

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

APRESENTAÇÃO

Após a implantação do Controle da Qualidade do Ar em Tempo Real, foi a vez de em 2016 expandimos a Rede de Monitoramento da Qualidade do ar para o Estado do Paraná, através de um convenio com o Banco Mundial, que proporcionou a compra de 7 estações automáticas, passando assim a rede de 8 para 15 estações.

O Relatório Anual da Qualidade do Ar de 2016 traz o demonstrativo dos dados coletados pelas 15 estações distribuídas em Curitiba, Região Metropolitana de Curitiba (RMC), Paranaguá, Ponta Grossa, Cascavel, Londrina e Maringá e a estação móvel, avaliando as médias de curto e longo prazo, conforme estabelece a Legislação.

O desafio para 2017 será buscar recursos para manutenção da rede e recuperação dos equipamentos mais antigos.

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 por meio do índice de qualidade do ar - IQA 17
Tabela 5 – Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar instaladas e em funcionamento no estado do Paraná no ano de 2016 29
Tabela 6 - Métodos de medição para cada parâmetro monitorado 31
Tabela 7 - Critério de representatividade dos dados gerados pelas estações de monitoramento da qualidade do ar..... 32
Tabela 8 - Monitoramento da qualidade do ar nas áreas industrial, centro e bairro no Estado do Paraná 33
Tabela 9 - Resultados do monitoramento de PTS nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana. 41
Tabela 10 - Comportamento do poluente PTS nem Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016 41
Tabela 11 - Resultados do monitoramento de PI nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana. 42
Tabela 12 - Comportamento do poluente PI em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016 43
Tabela 13 - Resultados do monitoramento de SO_2 nas estações de qualidade do ar instaladas em Curitiba e Região Metropolitana 47
Tabela 14 - Resultados do monitoramento de CO nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana..... 49
Tabela 15 - Resultados do monitoramento de O_3 nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana..... 51
Tabela 16 - Resultados do monitoramento de NO_2 nas estações instaladas em Curitiba e Região Metropolitana..... 55
Tabela 17 - Número de violações por parâmetro de qualidade do ar observados no ano de 2016 na região metropolitana do estado do Paraná..... 58
Tabela 18 - Compilado de informações sobre os dados de qualidade do ar registrados em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2016 59
Tabela 19 – Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Cascavel..... 64
Tabela 20 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Londrina..... 65
Tabela 21 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Maringá..... 66
Tabela 22 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Ponta Grossa..... 67
Tabela 23 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Paranaguá 68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estação automática móvel de qualidade do ar estacionada no pátio do Instituto Ambiental do Paraná, em Curitiba. 22
Figura 2 - Estação automática instalada em Maringá junto as dependências do Estádio municipal Willi Davis 23
Figura 3 - Estação automática do monitoramento da qualidade do ar instalada no município de londrina, nas dependências do escritório regional do Instituto Ambiental do Paraná de Londrina 24
Figura 4 - Estação automática de monitoramento da qualidade do ar instalada no município de cascavel, próximo à câmara de vereadores municipal 25
Figura 5 - estação automática de qualidade do ar instalada no município de Foz do Iguaçú, região central, em terreno localizado junto ao escritório da SANEPAR. 26
Figura 6 - Estação automática de qualidade do ar instalada no município de Ponta Grossa, no parque Ambiental, ao lado da Delegacia de polícia 27
Figura 7 - Estação de qualidade do ar instalada em região mista em terreno pertencente a Prefeitura Municipal de Paranaguá 28
Figura 8 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná. 30
Figura 9 - Direção do vento em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2016; A) ASSIS; B) BOQ; C) CIC; D) PAR; E) REPAR; F) STC; e, G) UEG..... 38
Figura 10 - Rosa dos ventos das estações instaladas no interior do estado do Paraná. A) Cascavel; B) Londrina; C) Maringá; D) Paranaguá; e, E) Ponta Grossa. 61
Figura 11 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de CO (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes 73
Figura 12 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de MP (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes 74
Figura 13 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de NO_X (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes 75
Figura 14 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de SO_X (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes 76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores licenciados em Curitiba nos anos de 2001 a 2016..... 36
Gráfico 2 - Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2016, e no período histórico de 1971 a 2015, monitorada na estação pluviométrica 2549006, sob responsabilidade do instituto ÁGUASPARANÁ instalada no centro de Curitiba..... 39
Gráfico 3 - Comparação da temperatura máxima registrada na estação ASSIS no ano de 2016 com a média da temperatura máxima registrada no período de 2004 a 2015 para representatividade de Curitiba e Região Metropolitana..... 40
Gráfico 4 - Concentração de partículas totais em suspensão monitorado na região metropolitana de Curitiba no ano de 2016. 42
Gráfico 5 - Concentração de Partículas inaláveis monitoradas na região metropolitana de Curitiba em 2016..... 43
Gráfico 6 – Concentração média diária de Partículas Inaláveis monitorada no ano de 2016 nas estações automáticas BOQ e PAR localizadas em Curitiba 44
Gráfico 7 - Classificação das médias diárias para o poluente PI nas estações de monitoramento em 2016 em Curitiba e Região Metropolitana..... 45
Gráfico 8 - Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no período de 2004 a 2016 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana..... 46
Gráfico 9 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010..... 46
Gráfico 10 - Comportamento do poluente SO_2 em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016..... 48
Gráfico 11 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO_2 no período de 2000 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana..... 49
Gráfico 12 - Comportamento do poluente CO em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016. Estação CSN não atendeu ao critério de representatividade anual..... 51
Gráfico 13 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana..... 51
Gráfico 14 - Comportamento do poluente O_3 em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016..... 53

Gráfico 15 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O_3, registradas no período de 2000 a 2016 54
Gráfico 16 - Médias horárias anuais para o poluente O_3 na estação PAR em 2016.... 54
Gráfico 17 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O_3 no período de 1998 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana 55
Gráfico 18 - Comportamento do poluente NO_2 no ano de 2016 em Curitiba e Região Metropolitana 57
Gráfico 19 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO_2 no período de 1999 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana 57
Gráfico 20 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2016 na Região Metropolitana do Paraná. Período de 2006 a 2015 possui dados da estação de Colombo 59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

° C	Unidade de temperatura graus Celsius
µg	Micro-grama, um milionésimo de um grama
$\mu g/m^3$	Micro-grama por metro cúbico, concentração gravimétrica do poluente no ar
ASS	Estação automática Centro Social São Francisco de Assis
BOQ	Estação automática Boqueirão
CETESB	Companhia da Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CH_4	Metano
CIC	Estação automática Cidade Industrial de Curitiba
CO	Monóxido de carbono
COL	Estação manual Colombo
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CSN-PR 423	Estação manual CSN-PR 423
CVEL	Estação Automática de Cascavel
DETRAN-PR	Departamento de Trânsito do Paraná
DV	Direção do vento
FOZ	Estação Automática de Foz do Iguaçu
H_2SO_4	Ácido sulfúrico
HCT	Hidrocarbonetos totais
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
LON	Estação Automática de Londrina
mm	milímetros
N°	Número
NH_3	Amônia
NO	Monóxido de nitrogênio
NO_2	Dióxido de nitrogênio
NO_x	Óxidos de nitrogênio, entende-se como soma de NO + NO_2
O_3	Ozônio
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Pressão
PAR	Estação Automática praça Ouvidor Pardinho

PGA	Estação Automática de Ponta Grossa
PGUA	Estação Automática de Paranaguá
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_2	Dióxido de enxofre
SO_3	Trióxido de enxofre ou óxido sulfúrico
SS	Estação manual São Sebastião
STC	Estação automática Santa Cândida
TEMP	Temperatura
UEG	Estação automática doada pela Usina Elétrica a Gás de Araucária
UMID	Umidade
UTM	Sistema de coordenadas cartesianas bidimensional Universal Transversa de Mercator
VV	Velocidade do vento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11
2. QUALIDADE DO AR 12
2.1. PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS 12
2.2. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR 14
2.3. ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR 16
2.4. EFEITOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA 17
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
4. EXPANSÃO DA REDE DE MONITORAMENTO PARA O INTERIOR DO ESTADO DO PARANÁ 21
4.1. INFORMAÇÕES SOBRE A INSTALAÇÃO DAS ESTAÇÕES 21
4.1.1. Estação móvel 22
4.1.2. Estação de Maringá 23
4.1.3. Estação de Londrina 24
4.1.4. Estação de Cascavel 25
4.1.5. Estação de Foz do Iguaçú 26
4.1.6. Estação de Ponta Grossa 27
4.1.7. Estação de Paranaguá 28
5. METODOLOGIAS UTILIZADAS E ABRANGÊNICA ESTADUAL 31
5.1. METODOLOGIA DE MONITORAMENTO 31
5.2. METODOLOGIA DE TRATAMENTO DOS DADOS 31
5.3. ABRANGÊNCIA DO MONITORAMENTO 32
6. QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA 35
6.1. ASPECTOS GERAIS DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA 35
6.1.1. Condições meteorológicas – 2016 36
6.2. RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA 40
6.2.1. Partículas Totais em Suspensão (PTS) 40
6.2.2. Partículas Inaláveis (PI) 42
6.2.3. Fumaça 46
6.2.4. Dióxido de Enxofre (SO_2) 46

6.2.5. Monóxido de Carbono (CO) 49
6.2.6. Ozônio (O_3) 51
6.2.7. Dióxido de Nitrogênio (NO_2) 55
6.3. REGISTRO DE VIOLAÇÕES AOS PADRÕES PRIMÁRIOS 58
7. QUALIDADE DO AR NO INTERIOR DO ESTADO DO PARANÁ 61
7.1. CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES INSTALADAS NO INTERIOR DO ESTADO 62
7.2. RESULTADOS DO MONITORAMENTO DAS ESTAÇÕES DO INTERIOR 64
7.2.1. Estação de Qualidade do ar de Cascavel – CVEL 64
7.2.2. Estação de Qualidade do ar de Londrina – LON 65
7.2.3. Estação de Qualidade do ar de Maringá – MRGA 66
7.2.4. Estação de Qualidade do ar de Ponta Grossa – PGA 67
7.2.5. Estação de Qualidade do ar de Paranaguá – PGUA 68
8. GESTÃO DA QUALIDADE DO AR 70
8.1. LEVANTAMENTO DAS FONTES EMISSORAS 70
8.2. CONTROLE DAS FONTES MÓVEIS 70
8.3. CONTROLE DAS FONTES FIXAS 71
8.4. INVENTARIO ESTADUAL DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DOS POLUENTES MP, CO, NO_X E SO_X 72
8.5. PLANEJAMENTO DE METAS E MEDIDAS A SEREM ADOTADAS 77
9. CONCLUSÃO 78
10. REFERÊNCIAS 79
APÊNDICE 1 - Variação da média diária dos poluentes SO_2, NO_2, O_3, CO, PI e PTS, por estação de monitoramento 81
APÊNDICE 2 – Variação média diária registrada nas estações automáticas, por poluente. 85
APÊNDICE 3 - Coordenadas geográficas e UTM das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná 88
23°19'07.9" 88

1. INTRODUÇÃO

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

A partir do ano 2000 houve a expansão da rede automática que, em 2016, contou com oito estações automáticas instaladas e em funcionamento em Curitiba e Região Metropolitana. As últimas três estações manuais, localizadas nos municípios de Araucária, Colombo e Curitiba foram desativadas em 2015. No ano de 2016 foi realizada uma grande aquisição de equipamentos possibilitando a ampliação da rede para o interior do estado, e a rede passou a contar com mais seis estações localizadas em: Cascavel, Londrina, Maringá, Ponta Grossa, Paranaguá, Foz do Iguaçu (A estação de Foz do Iguaçu só entrou em operação em 2017) e mais uma estação móvel inicialmente estacionada na sede do Instituto Ambiental em Curitiba. Em 2000, teve início também, a publicação dos relatórios anuais da qualidade do ar, os quais passaram por modificações ao longo das edições e podem ser consultados *online* no *site* institucional.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 05/1989, que dispõe sobre o monitoramento da qualidade do ar, é responsabilidade dos estados o estabelecimento de Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar. Assim, o objetivo principal deste relatório é apresentar o diagnóstico da qualidade do ar do estado do Paraná a partir dos dados obtidos pela rede de monitoramento da qualidade do ar. Além dos dados obtidos no ano de 2016, são discutidas as tendências históricas para diversos poluentes amostrados no decorrer dos últimos anos.

2. QUALIDADE DO AR

2.1. PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Conforme define a Resolução CONAMA Nº 03/1990, é considerado poluente atmosférico:

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

Os poluentes atmosféricos são basicamente divididos em dois grupos. Quando o poluente atmosférico é lançado 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_2). Geralmente, concentrações altas de **poluentes primários** são registradas nas proximidades das fontes emissoras.

Fazem parte de um segundo grupo, os ditos **poluentes secundários**, os quais são formados na atmosfera por meio da reação química entre poluentes e/ou constituintes naturais na atmosfera, ou seja, não são emitidos diretamente por uma fonte. Bons representantes desse grupo são o ozônio (O_3) e a maior parte do dióxido de nitrogênio (NO_2) troposférico. No caso de poluentes secundários, não podemos prever facilmente onde serão registradas altas concentrações. Em geral, problemas com poluentes secundários abrangem uma área maior do que no caso de poluentes primários.

Cabe ressaltar que apenas o monitoramento das emissões não é suficiente para orientar quanto a qualidade do ar, é necessário também conhecer as condições meteorológicas que determinam a dispersão dos poluentes.

Em Curitiba e Região Metropolitana normalmente os meses de inverno são menos propícios para a dispersão dos poluentes, portanto poderá ser observada a elevação da concentração de poluentes primários como Monóxido de Carbono, Material Particulado e Dióxido de Enxofre. Já nos meses de primavera e verão, verifica-se uma melhora das condições de dispersão de poluentes, e, portanto, o aumento da concentração de poluentes secundários, como o Ozônio, o qual depende de fatores como intensidade de luz solar para ser formado.

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

Tabela 1 - Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera

Poluente	Características	Fontes principais	Efeitos gerais ao meio ambiente
Partículas inaláveis (PM10) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera)	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Partículas totais em suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 50 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Dióxido de enxofre (SO_2)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO_3, que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H_2SO_4. É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
Ozônio (O_3)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

Fonte: CETESB, 2015.

2.2. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

A Resolução CONAMA Nº 03/1990 define os padrões de qualidade do ar como "as concentrações de poluentes atmosféricos que ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral".

A existência de padrões de qualidade do ar é muito importante, pois eles definem até que nível a presença de certa substância no ar que respiramos é legalmente tolerável. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014), os padrões de qualidade do ar são estabelecidos levando em consideração os riscos à saúde, a viabilidade técnica, 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 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 por meio 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_2), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O_3) e Dióxido de Nitrogênio (NO_2).

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, se 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 a resiliência dos demais organismos que compõem o meio biótico.

Para uma proteção maior há o padrão secundário de qualidade do ar. O qual define legalmente as concentrações abaixo das quais se prevê, baseado no conhecimento científico atual, e considerando o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao

meio ambiente em geral. Este padrão pode ser entendido como o nível máximo desejado de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

Para todos os poluentes há um padrão de curto prazo (padrão primário) e outro que se aplica para longo prazo (padrão secundário), exceto para o Ozônio. Os padrões de curto prazo consideram os efeitos irritantes e agudos dos poluentes, enquanto aqueles de longo prazo consideram os efeitos cumulativos 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 (µg/m³)[1]	Padrão secundário (µg/m³)[1]
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas	240[3]	150[3]
	1 ano[2]	80	60
Fumaça	24 horas	150[3]	100[3]
	1 ano[2]	60	40
Partículas inaláveis (PI)	24 horas	150[3]	150[3]
	1 ano[2]	50	50
Dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas	365[3]	100[3]
	1 ano[2]	80	40
Monóxido de carbono (CO)	1 hora	40.000[3]	40.000[3]
	8 horas	10.000[3]	10.000[3]
Ozônio (O_3)	1 hora	160[3]	160[3]
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	1 hora	320	190
	1 ano[2]	100	100

Nota:
[1] Ficam definidas como condições de referência a temperatura de 25°C e a pressão de 101,32 kPa.
[2] Média geométrica para PTS; para as demais substâncias as médias são aritméticas.
[3] Não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

O padrão (primário ou secundário) que deve ser aplicado depende da classe da área do local. A Resolução CONAMA 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 (µg/m³)	Nível de alerta (µg/m³)	Nível de emergência (µg/m³)
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas	375	625	875
Fumaça	24 horas	250	420	500
Partículas inaláveis (PI)	24 horas	250	420	500
Dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas	800	1.600	2.100
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	17.000[1]	34.000[2]	46.000[3]
Ozônio (O_3)	1 hora	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	1 hora	1.130	2.260	3.000

Nota:
[1] Corresponde a uma concentração volumétrica de 15 ppm.
[2] Corresponde a uma concentração volumétrica de 30 ppm.
[3] Corresponde a uma concentração volumétrica de 40 ppm.

2.3. ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

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

Por definição, ao nível do padrão primário é atribuído um índice de 100, o de atenção equivale a um índice de 200, o nível de alerta a 300 e o nível de emergência a 400. Por exemplo: se analisarmos uma média horária de ozônio de 160 µg/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 µg/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 por meio do índice de qualidade do ar - IQA

Qualidade	Índice	PM10 (µg/m³) 24h	O_3 (µg/m³) 1h	CO (ppm) 8h	NO_2 (µg/m³) 1h	SO_2 (µg/m³) 24h	Fumaça (µg/m³) 24h	PTS (µg/m³) 24h	Significado
Boa	0 – 50	0 – 50	0 – 80	0 – 4,5	0 – 100	0 - 80	0 – 60	0 – 80	Praticamente não há risco à saúde.
Regular	> 50 – 100	> 50 e ≤ 150	> 80 e ≤ 160	> 4,5 e ≤ 9	> 100 e ≤ 320	> 80 e ≤ 365	> 60 e ≤ 150	> 80 e ≤ 240	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	> 100 – 200	> 150 e ≤ 250	> 160 e ≤ 400	> 9 e ≤ 15	> 320 e ≤ 1130	> 365 e ≤ 800	> 150 e ≤ 250	> 240 e ≤ 375	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	> 200 – 300	> 250 e ≤ 420	> 400 e ≤ 800	> 15 e ≤ 30	> 1130 e ≤ 2260	> 800 e ≤ 1600	> 250 e ≤ 420	> 375 e ≤ 625	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	> 300 – 400	> 420 e ≤ 500	> 800 e ≤ 1000	> 30 e ≤ 40	> 2260 e ≤ 3000	> 1600 e ≤ 2100	> 420 e ≤ 500	> 625 e ≤ 875	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.
Crítica	> 400	> 500	> 1000	> 40	> 3000	> 2100	> 500	> 875	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: Adaptado de CETESB, 2015.

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 à 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 alterando características químicas da 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 periódicos de restauração para que permaneçam em sua forma original, evitando que a cultura e a história se percam.

Por estas razões, o monitoramento da qualidade do ar e a busca por instrumentos que visem a redução das emissões são fundamentais para manter o meio ambiente preservado e a população saudável, tornando a qualidade de vida da população 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_2 e NH_3 (médias diárias): Santa Casa (SC), Colombo (COL), Seminário (SEM), São Sebastião (SS) e Assis (ASSIS). As estações Assis e Seminário foram desativadas em abril de 2013 por estarem localizadas em regiões onde há estações automáticas em operação. A estação São Sebastião (SS) foi desativada em fevereiro de 2013 e realocada como CSN-PR423 no mesmo período, porém esta foi desativada em 2015. Também em 2015, as estações Santa Casa (SC) e Colombo (COL) foram desativadas, restando apenas as estações automáticas.

3.1.2. Rede automática

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar teve início no ano de 1998, com a instalação de duas estações automáticas em Curitiba: a estação localizada no bairro Cidade Industrial de Curitiba (CIC) e a estação Santa Cândida (STC), as quais monitoram parâmetros químicos e meteorológicos. No início do ano 2000 foi instalada a primeira estação automática em Araucária (ASSIS), também equipada para o monitoramento de parâmetros meteorológicos e químicos. Em setembro de 2001 entrou em operação a estação automática no bairro do Boqueirão (BOQ) e em agosto de 2002, outras duas estações automáticas entraram em operação: uma em Curitiba, próxima ao Centro, na Praça Ouvidor Pardinho (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. A região Metropolitana de Curitiba foi monitorada por oito estações automáticas fixas, conforme Tabela 5.

4. EXPANSÃO DA REDE DE MONITORAMENTO PARA O INTERIOR DO ESTADO DO PARANÁ

Em função de um projeto submetido ao Banco Mundial, foi possível a obtenção de recursos financeiros e em 2016 a rede automática de monitoramento da qualidade do ar foi ampliada para o interior do Estado do Paraná, com a instalação de seis estações automáticas fixas, nos municípios de Maringá, Londrina, Cascavel, Foz do Iguaçu, Ponta Grossa, Paranaguá e uma estação automática móvel, de forma que a cobertura estadual passou a contar com 15 estações automáticas fixas e uma estação móvel.

Salienta-se que neste relatório são apresentados os dados das estações do interior apenas de forma ilustrativa, sem considerar a validade de seus dados, pois por terem sido instaladas no correr do ano, monitoraram uma pequena parcelas do período do período considerado nesse relatório.

4.1. INFORMAÇÕES SOBRE A INSTALAÇÃO DAS ESTAÇÕES

A seguir encontra-se descrito algumas informações e registros fotográficos pertinentes a respeito da instalação das novas estações de qualidade do ar adquiridas em 2016.

4.1.1. Estação móvel

- Data da entrega 07/03/2016
- Data da operação: 11/03/2016
- Endereço: Rua Eng. Rebouças 1206 (sede do Instituto Ambiental do Paraná).
- Coordenadas: 25°26'27.3"S 49°15'28.1"W
- Sigla de identificação: IAP

Figura 1 - Estação automática móvel de qualidade do ar estacionada no pátio do Instituto Ambiental do Paraná, em Curitiba.

4.1.2. Estação de Maringá

- Data da entrega 08/07/2016
- Data da Operação: 01/11/2016
- Endereço: Av. do Herval no Estádio Willie Davis
- Coordenada 23°24'48.4" S 51°56'14.5" W
- Sigla de identificação: MRGA

Figura 2 - Estação automática instalada em Maringá junto as dependências do Estádio municipal Willi Davis

4.1.3. Estação de Londrina

- Data da entrega 18/10/2016
- Data da Operação: outubro/2016
- Endereço: Av. Brasil 1115, CEP 86010-200, junto ao escritório regional de Londrina.
- Coordenadas: 23°19'07.9" S 51°09'13.7" W
- Sigla de identificação: LON

Figura 3 - Estação automática do monitoramento da qualidade do ar instalada no município de londrina, nas dependências do escritório regional do Instituto Ambiental do Paraná de Londrina

4.1.4. Estação de Cascavel

- Data da entrega: 28/09/2016
- Data da Operação: novembro/2016
- Endereço: Rua Pernambuco 1843 – Centro Cep 85210-021 Em frente da Av Toledo – Câmara Municipal.
- Coordenada 24°57'11.1" S 53°28'40.0" W
- Sigla de identificação: CVEL

Figura 4 - Estação automática de monitoramento da qualidade do ar instalada no município de cascavel, próximo à câmara municipal.

4.1.5. Estação de Foz do Iguaçu

- Data da entrega: 20/10/2016
- Início da operação em 2017
- Endereço: Av. Jorge Scimmelpfreng 149, CEP: 85851-110
- Coordenadas: 25°32'48.7" S 54°34'44.4" W
- Sigla de identificação: FOZ

Figura 5 - estação automática de qualidade do ar instalada no município de Foz do Iguaçu, região central, em terreno localizado junto ao escritório da SANEPAR.

4.1.6. Estação de Ponta Grossa

- Data da entrega: 13/09/2016 sem instalação, armazenada no pátio de máquinas da prefeitura municipal.
- Instalação concluída em outubro/2016
- Data de início da operação: 25/10/2016
- Endereço: Parque Ambiental, ao lado da delegacia de polícia.
- Coordenada: 25°05'39.9” S 50°09'12.8" W
- Sigla de Identificação: PGA

Figura 6 - Estação automática de qualidade do ar instalada no município de Ponta Grossa, no parque Ambiental, ao lado da Delegacia de polícia

4.1.7. Estação de Paranaguá

- Data da entrega: 20/04/2016
- Data da Operação Abril/2016
- Endereço: Rua Xavier da silva 1830, Bairro Tuiuti, CEP 83203-620.
- Coordenada 25°30'56.2" S 48°31'14.4” W
- Sigla de identificação: PGUA

Figura 7 - Estação de qualidade do ar instalada em região mista em terreno pertencente a Prefeitura Municipal de Paranaguá

Tabela 5 – Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar instaladas e em funcionamento no estado do Paraná no ano de 2016

Estação	Vocacional	Localização	Parâmetros**					
			SO_2	O_3	NO/NO_2	CO	PTS	PI
Estações da Região Metropolitana								
BOQ	Bairro	Rua Prof.ª Maria de Assumpção, Nº 2590, Boqueirão, Curitiba.	X	X		X	X	X
CIC	Industrial	Rua Senador Accioly Filho, Nº 3400, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba.			X	X		
PAR	Centro	Rua Getúlio Vargas esquina com Rua Nunes Machado, Centro, Curitiba.	X	X	X	X	X	X
STC	Bairro	Rua Estrada das Olarias, Nº 1081, Santa Cândida, Curitiba.	X	X	X			
ASSIS	Industrial	Rua Nossa Senhora dos Remédios, Centro Social São Francisco de Assis, Fazenda Velha, Araucária.	X	X	X			
CSN	Industrial	Rodovia do Xisto, BR-476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	X	X	X	x		
RPR	Industrial	Rua das Andorinhas, Nº 151, Capela Velha, Araucária.	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
Estações do Interior do Estado								
CVEL	Centro	Rua Pernambuco 1843 – Centro, Cascavel.	X	X	X	X	X	X
LON	Centro	Av. Brasil 1115, Londrina.	X	X	X	X	X	X
FOZ*	Centro	Av. Jorge Scimmelpfreng 149, centro, Foz do Iguaçú.	X	X	X	X	X	X
MRGA	Centro	Av. do Herval no Estádio Willi Davis, Maringá.	X	X	X	X	X	X
PGA	Centro	Parque AMBIENTAL, ao lado da delegacia de Polícia, Ponto Grossa.	X	X	X	X	X	X
PGUA	Bairro	Rua Xavier da silva 1830, Bairro Tuiuti, Paranaguá.	X	X	X	X	X	X

*Instalada em 2016, mas com início da operação no ano de 2017.

**As estações novas foram adquiridas completas, com equipamentos para monitorar todos os poluentes legislados, as antigas devido à manutenção e/ou indisponibilidade de equipamentos não são capazes de monitorar todos os poluentes legislados

A Figura 1 apresenta um mapa com a localização das estações automáticas dos municípios de Curitiba e Araucária. No Apêndice 3 estão listadas as coordenadas geográficas e UTM das estações de monitoramento da qualidade do ar que compuseram a rede de monitoramento da Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016.

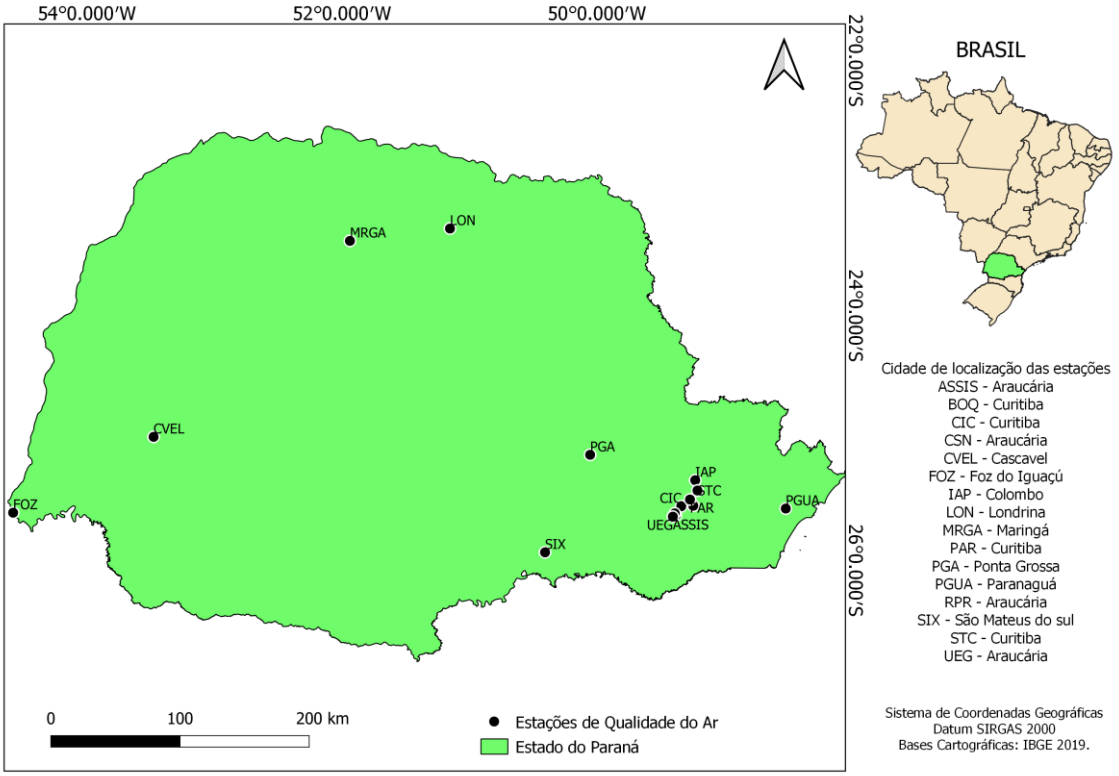


Figura 8 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná.

5. METODOLOGIAS UTILIZADAS E ABRANGÊNICA ESTADUAL

5.1. METODOLOGIA DE MONITORAMENTO

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

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

Uma vez que o monitoramento é automatizado, não há necessidade de troca de filtros diárias como nas estações manuais, entretanto é necessário visitar as estações automáticas eventualmente para a realização de calibrações, manutenções corretivas e preventivas nos equipamentos e limpeza das instalações.

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

Tabela 6 - Métodos de medição para cada parâmetro monitorado

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

5.2. 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, exceto quando os valores válidos 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. No entanto, mesmo que o critério de representatividade não seja atingido, os dados devem ser reportados, com devidas considerações, e podem ser úteis para uma interpretação menos completa.

Tabela 7 - Critério de representatividade dos dados gerados pelas estações de monitoramento da qualidade do ar

Intervalo de tempo	Critério de representatividade
Média horária	$\frac{3}{4}$ das medidas válidas na hora
Média de oito horas	seis médias horárias válidas.
Média diária	$\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas no dia
Média mensal	$\frac{2}{3}$ das médias diárias válidas no mês
Quadrimestral	$\frac{1}{2}$ 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.

5.3. ABRANGÊNCIA DO MONITORAMENTO

Baseando-se no Anexo IX da Diretiva Europeia 2008/50/CE, que trata do número de estações por aglomerado populacional, verificamos que Curitiba e Região Metropolitana, por comportarem uma população entre 2,75 e 3,75 milhões, deve contar

com cerca de sete pontos de monitoramento da qualidade do ar. Atualmente, o Estado do Paraná conta com 17 estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar, sendo que oito delas estão localizadas no município de Curitiba e Região Metropolitana. As estações localizadas no interior do estado também cumprem sua função, visto a maior fragmentação dessas cidades, em que parte da população reside fora de zonas de aglomeração.

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

- Fornecerem dados em áreas, dentro das zonas e aglomerações (> 250.000 hab.) ou que por suas características confiram probabilidade de que a população esteja direta ou indiretamente exposta a 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 consequentemente 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 2016)	Nº de Monitores nas Áreas			
		Industrial	Industrial e centro	Centro	Bairro
Estações automáticas instaladas na região metropolitana					
Fumaça	0	0	0	0	0
PI	4	1	1	1	1
SO_2	7	2	2	1	2
CO	6	3	1	1	1
O_3	7	2	2	1	2
NO, NO_2 e NO_x	7	3	2	1	1
Estações automáticas instaladas no interior do estado					
Fumaça	0			0	0
PI	5			4	1

SO_2	5			4	1
CO	5			4	1
O_3	5			4	1
NO, NO_2 e NO_x	5			4	1

*A estação instalada em Foz do Iguaçu, por não ter operado no ano de 2016 não foi considerada, e a estação móvel também não é considerada.

No ano de 2016 a rede de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná contou com 17 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.

6. QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

Os resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar no ano de 2016 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). Informações mais detalhadas encontram-se nos Apêndices 1 e 2.

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

6.1. ASPECTOS GERAIS DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

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

De acordo com o banco de dados do Departamento de Qualidade do Ar e da Prefeitura Municipal de Curitiba, em 2016, o paraná possuiu 3.129 fontes de emissões fixas espalhadas pelo estado (atividade industrial), as quais emitiram um quantitativo total de 177.104,38 ton de Material Particulado Total (MP), 16.159,18 ton de Óxidos de Enxofre (SOx), 353.186,24 ton de Monóxido de Carbono (CO) e 112.410,51 ton de Óxidos de Nitrogênio (NOx).

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.

O tráfego de veículos automotores, também chamado de fontes móveis, é a fonte predominante em todos os grandes centros urbanos atualmente. De acordo com o inventário do DETRAN-PR referente ao mês de dezembro de 2016, a frota motorizada no Paraná conta no ano de 2016 com 6.849.066 veículos, o que significa um aumento de 2,7% em relação aos 6.699.897 veículos licenciados no ano de 2015. Na capital houve uma redução de 10.864 veículos e atualmente há uma frota de 1.405.123 veículos

rodando em Curitiba. No Gráfico 1, podemos verificar a evolução dos veículos automotores na capital paranaense.

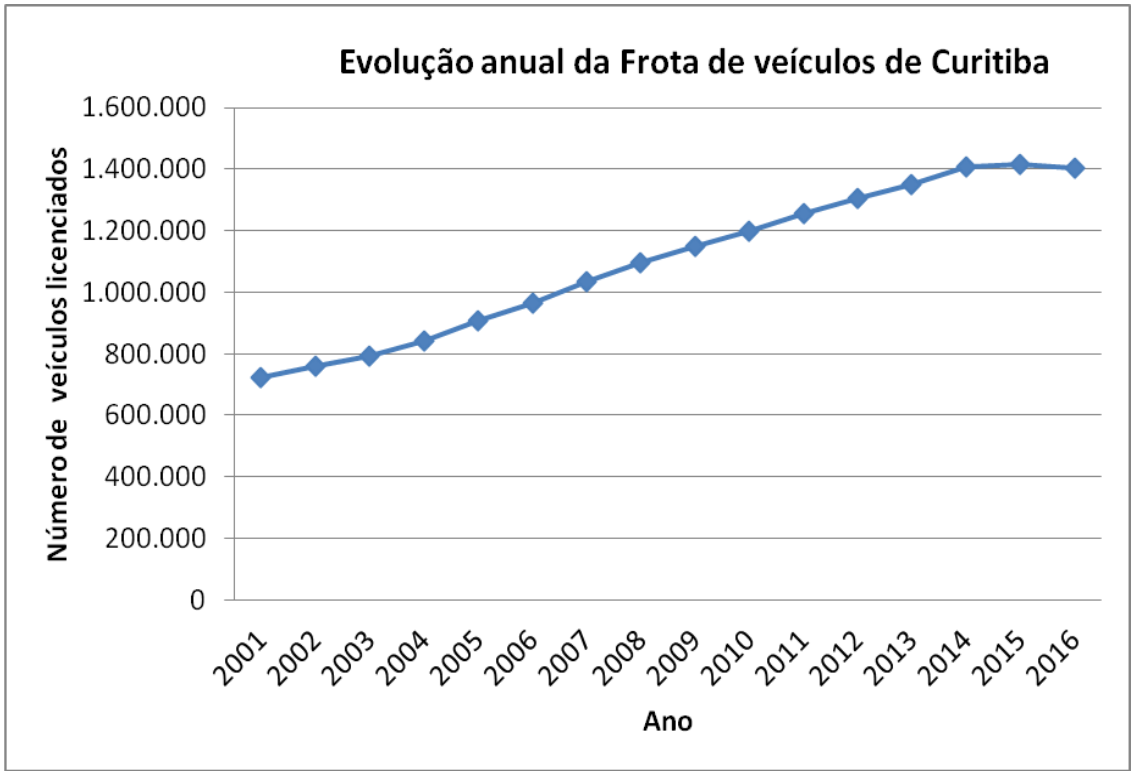


Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores licenciados em Curitiba nos anos de 2001 a 2016

Fonte: DETRAN-PR, 2016.

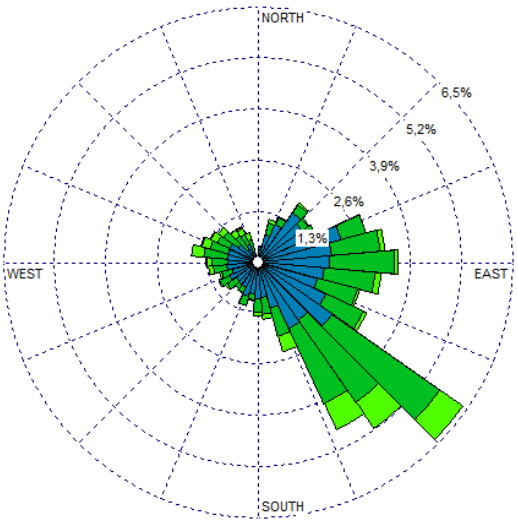
Comparando as emissões industriais, as chamadas fontes fixas, com as emissões provenientes do tráfego de veículos, podemos considerar dois pontos essencialmente diferentes. Primeiro, o número de veículos é muito maior do que o número de indústrias. É mais difícil controlar um grande número de pequenos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

O segundo fator é que a maioria das indústrias está localizada fora do perímetro urbano e lançam seus efluentes gasosos através de chaminés na atmosfera, a uma distância legalmente regulamentada, da população, enquanto os veículos liberam os poluentes geralmente nos centros urbanos, praticamente a uma altura que possibilita a inalação direta pelas pessoas. Logo, há que ponderar-se que para melhorar a qualidade do ar nas cidades, é fundamental direcionar esforços a fim de promover a redução das emissões veiculares.

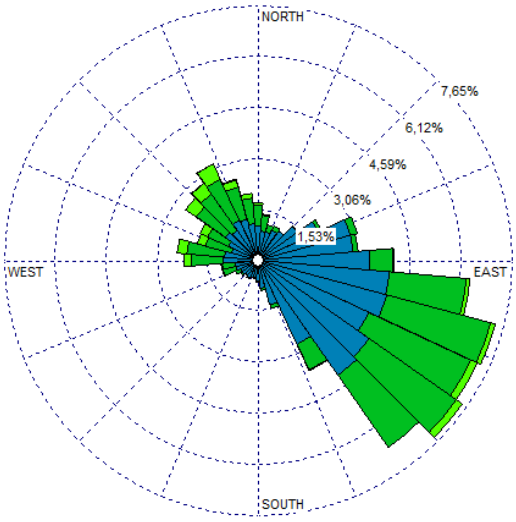
6.1.1. Condições meteorológicas – 2016

A cidade de Curitiba e Região Metropolitana estão localizadas no primeiro planalto do Estado do Paraná, com clima subtropical úmido. Os invernos são brandos apresentando geadas ocasionais e temperaturas mínimas chegando a aproximadamente -3 °C. No verão são registradas temperaturas de até 35 °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 e fevereiro) e menor no inverno (junho, julho e agosto). Na média são registradas chuvas de 150 mm/mês no verão e 80 mm/mês no inverno. Os ventos vêm geralmente do leste e sudeste, como demonstrado na Figura 2 (A, B, C, D, E, F e G).

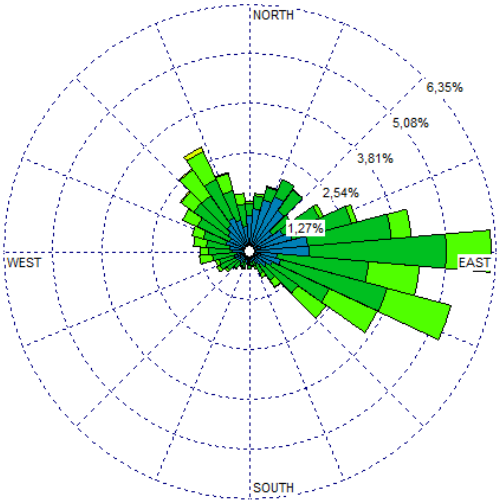
A)



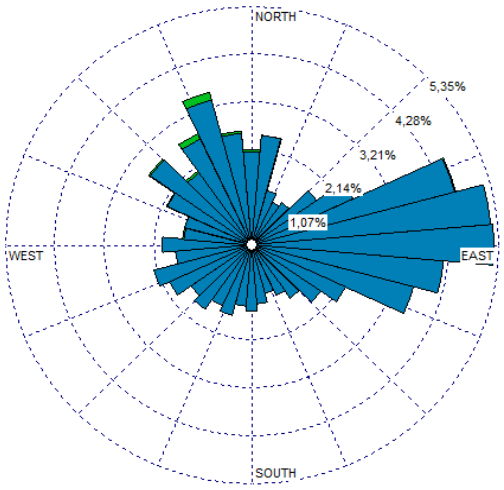
B)



C)



D)



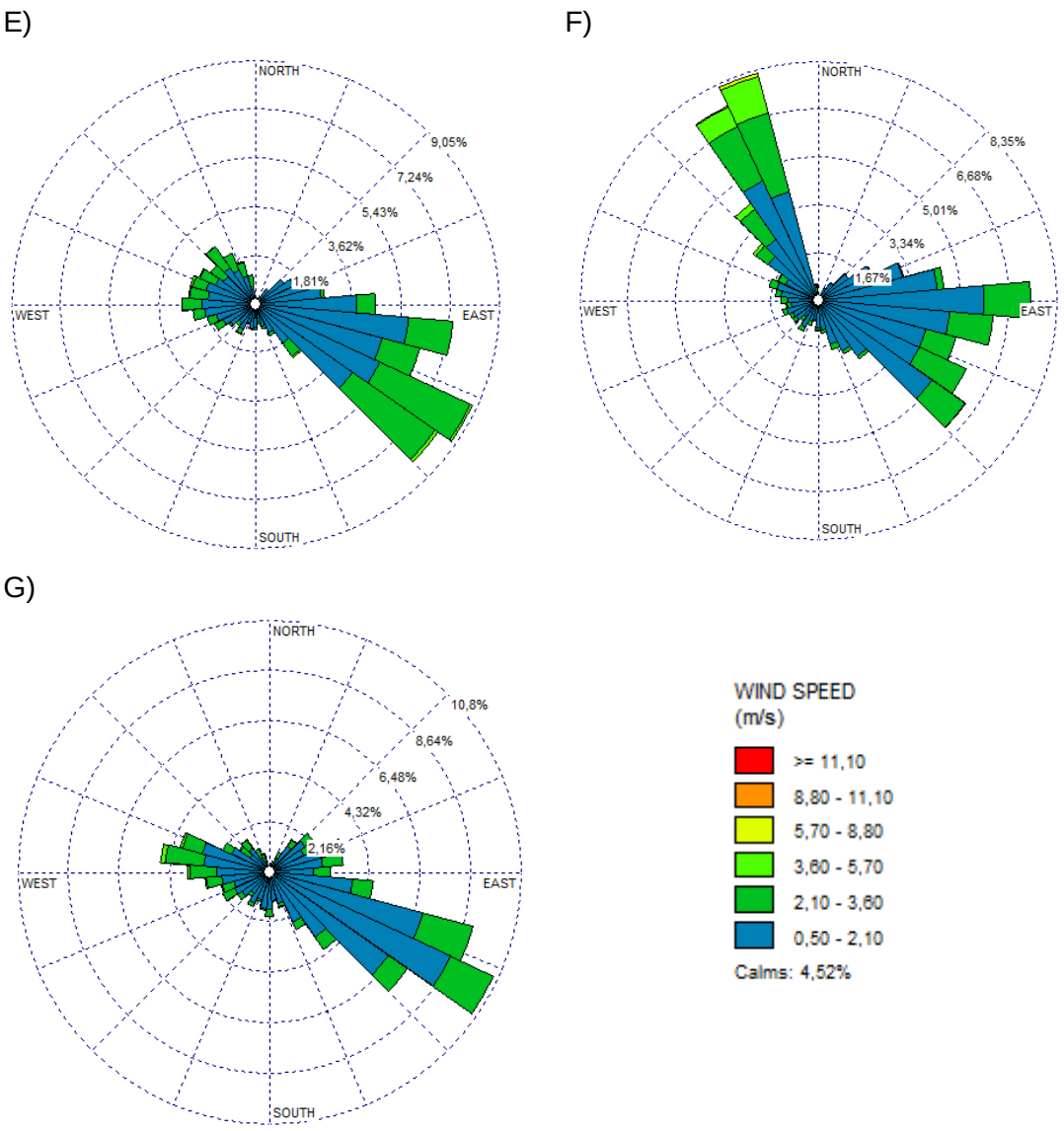


Figura 9 – Direção e velocidade do vento (m/s) em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2016; A) ASSIS; B) BOQ; C) CIC; D) PAR; E) REPAR; F) STC; e, G) UEG

A velocidade do vento e a estabilidade térmica da atmosfera são os parâmetros mais importantes para avaliar as condições de dispersão dos poluentes. Boas condições de dispersão significam que os poluentes estão sendo dispersos pelos mecanismos de transporte, evitando assim a acumulação próxima às fontes de emissão. Se as condições estão desfavoráveis à dispersão, observamos essa acumulação, resultando na elevação da concentração dos poluentes, o que pode causar a violação dos padrões estabelecidos.

É importante lembrar este detalhe quando interpretamos os resultados do monitoramento, pois uma concentração menor do que a apresentada no ano anterior, para certo poluente, não significa necessariamente que foram lançados menos

poluentes para a atmosfera. Este fato pode estar relacionado com condições mais favoráveis à dispersão.

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

Para que seja possível verificar melhor como se comportou o clima no ano de 2016, no Gráfico 2 visualizamos a média da precipitação mensal acumulada registrada na estação pluviométrica 2549006 (Águas Paraná) nos últimos 44 anos (no período de 1971 a 2015), representada no gráfico pelas barras, e a precipitação mensal acumulada em 2016, representada pelas linhas contínuas.

Os meses de fevereiro, abril, maio, junho, junho, agosto e outubro registraram índice pluviométrico acima do histórico. Os meses de fevereiro e agosto, os maiores montantes em volume de chuva em 2016, 295,8 mm e 172,3 mm respectivamente, e os meses de janeiro, março, setembro, novembro e dezembro, registraram índice pluviométrico abaixo do registrado no histórico, dá se ênfase ao mês de dezembro, que apresentou o menor acumulado de precipitação, 76 mm.

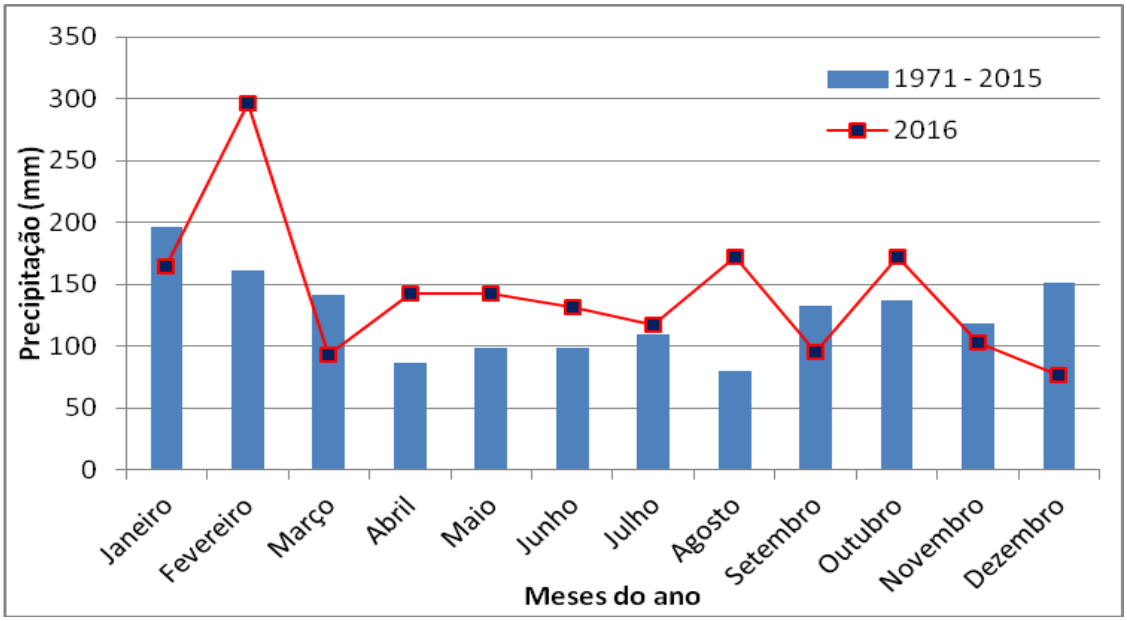


Gráfico 2 - Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2016, e no período histórico de 1971 a 2015, monitorada na estação pluviométrica 2549006, sob responsabilidade do instituto ÁGUASPARANÁ instalada no centro de Curitiba

No Gráfico 3 é possível acompanhar o histórico das temperaturas máximas registradas no período de 2004 a 2016, registradas na estação ASSIS. No gráfico, as barras representam a média das temperaturas máximas registradas no período e a linha indica a temperatura máxima registrada em 2016. Observa-se que em nenhum mês do ano de 2016 houve registros de temperaturas máximas acima do histórico. Comparando com a precipitação, dezembro foi o mês mais quente (32,6 °C) e também o mês com chuvas abaixo da média, apenas 76 mm em detrimento aos 151,6 mm da média histórica.

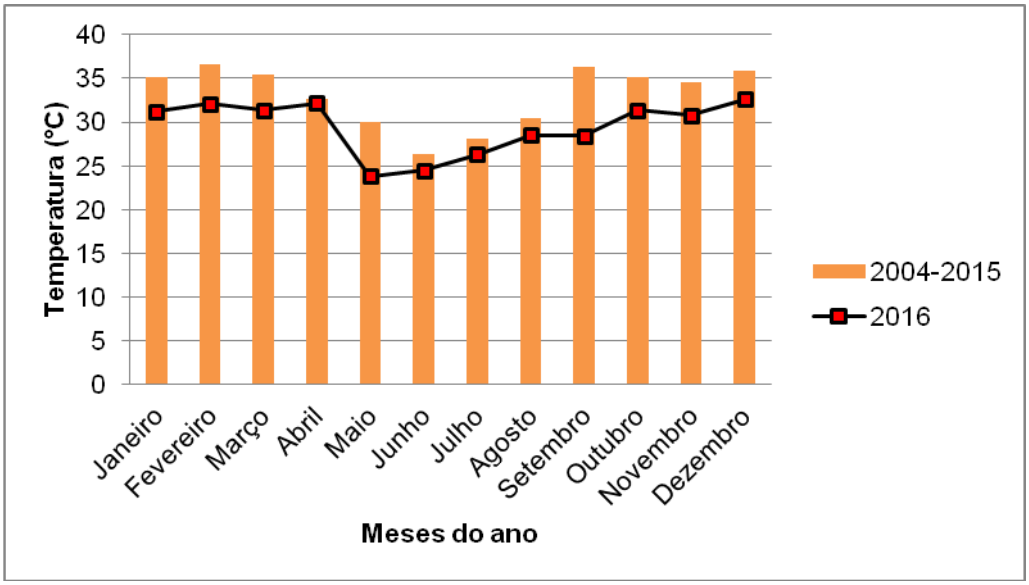


Gráfico 3 - Comparação da temperatura máxima registrada na estação ASSIS no ano de 2016 com a média da temperatura máxima registrada no período de 2004 a 2015 para representatividade de Curitiba e Região Metropolitana

6.2. RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

A seguir será apresentado a análise individual dos poluentes monitorados nas estações de qualidade do ar instaladas em Curitiba e Região Metropolitana, no ano de 2016.

6.2.1. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Em 2016, o poluente PTS foi monitorado em Curitiba, nas estações automáticas BOQ e PAR e em Araucária, esse parâmetro foi monitorado na estação automática RPR, conforme descrito na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados do monitoramento de PTS nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana.

Monitoramento de PTS no ano de 2016				
PTS Estação: **Boqueirão (BOQ)** Disponibilidade 24h: **74,3 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **265**	REGULAR: **7**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **17,18 µg/m³**			
	Média diária máxima: **106,3 µg/m³** (em 16 de junho de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
PTS Estação: **Ouvidor Pardinho (PAR)** Disponibilidade 24h: **89,3 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **325**	REGULAR: **2**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **18,85 µg/m³**			
	Média diária máxima: **91,1 µg/m³** (em 16 de junho de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
PTS Estação: **REPAR (RPR)** Disponibilidade 24h: **96,7 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **344**	REGULAR: **10**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **23,43 µg/m³**			
	Média diária máxima: **131,8 µg/m³** (em 03 de maio de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade.

Nas estações automáticas BOQ, PAR e RPR, no ano de 2016, para o poluente PTS não foram registradas violações ao padrão primário. Todos os dias foram classificados com qualidade do ar **boa** ou **regular**. No ano de análise, todas as estações automáticas que monitoraram PTS atenderam ao critério de representatividade anual.

A maior média anual registrada dentre todas as estações de monitoramento foi de 23,43 µg/m^3 na estação automática RPR localizada na área industrial de Araucária, ficando abaixo do limite do padrão primário para média anual de 80 µg/m^3 (Tabela 10 e Gráfico 4).

Comparando as médias anuais representativas registradas para o poluente PTS do ano de 2016 com as registradas no ano de 2015, observa-se que no ano corrente houve uma redução das médias anuais passando de 22,25 µg/m^3 para 19,82 µg/m^3. O mesmo comportamento foi observado para a média diária máxima registrada, que passou de 111,8 µg/m^3 em 2015 para 109,7 µg/m^3 em 2016.

Tabela 10 - Comportamento do poluente PTS nem Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016

Estação	Média anual em µg/m³**	Média diária máxima em µg/m³*
BOQ	17,18	106,3
PAR	18,85	91,1
RPR	23,43	131,8

*Limite para a média de 24 h: 240 µg/m³.
**Limite para a média de um ano: 80 µg/m³.

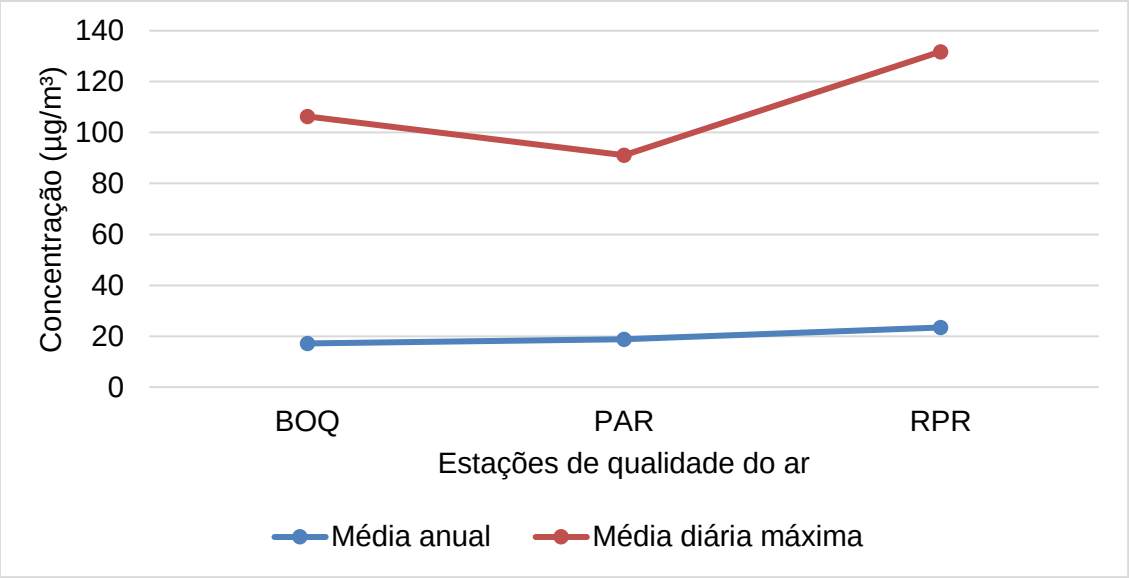


Gráfico 4 - Concentração de partículas totais em suspensão monitorado na região metropolitana de Curitiba no ano de 2016.

6.2.2. Partículas Inaláveis (PI)

As partículas inaláveis (PI) foram monitoradas em duas estações de monitoramento na cidade de Curitiba, estações BOQ 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 apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados do monitoramento de PI nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana.

Monitoramento de PI no ano de 2016				
PI Estação: **Boqueirão (BOQ)** Disponibilidade 24h: **98,1%**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **359**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **9,1 µg/m³**			
	Média diária máxima: **36,5 µg/m³** (em 06 de agosto de 2016).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
PI Estação: **Ouvidor Pardinho (PAR)** Disponibilidade 24h: **94,3 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **342**	REGULAR: **3**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **13,9 µg/m³**			
	Média diária máxima: **67,0 µg/m³** (em 16 de junho de 2016).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
PI Estação: **REPAR (RPR)** Disponibilidade 24h: **94,8 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **342**	REGULAR: **5**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **17,1 µg/m³**			
	Média diária máxima: **84,4 µg/m³** (em 03 de maio de 2016).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
PI Estação: **UEG (UEG)** Disponibilidade 24h: **92,9 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **319**	REGULAR: **21**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **19,1 µg/m³**			
	Média diária máxima: **82,6 µg/m³** (em 30 de junho de 2016).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			

* Não atende ao critério de representatividade.

Em 2016, todas as estações que monitoraram o poluente PI atenderam ao critério de representatividade anual. Verifica-se que houve um pequeno aumento (1 µg/m³ na média anual) deste parâmetro em relação ao ano anterior (2015), no entanto não houve nenhum registro em que os dados ultrapassassem a média diária (padrão primário e secundário) proposta pela Resolução CONAMA 03/1990, que é de 150 µg/m³.

Ainda cabe salientar que a estação UEG foi a que apresentou o maior número de dias em que a qualidade do ar esteve **regular**, 21 dias. Em detrimento às demais que apresentaram no máximo 5 dias nesta faixa de classificação. Para fins representativos a Tabela 12 e o Gráfico 5 compilam as médias anuais e as médias de 24 h das estações BOQ, PAR, RPR e UEG, salientando que todas as estações atenderam aos critérios de representatividade.

Tabela 12 - Comportamento do poluente PI em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016

Estação	Média anual em µg/m³**	Média diária máxima em µg/m³*
BOQ	9,1	36,5
PAR	13,9	67,0
RPR	17,1	84,4
UEG	19,1	82,6

*Limite para a média de 24 h: 150 µg/m³.
**Limite para a média de um ano: 50 µg/m³.

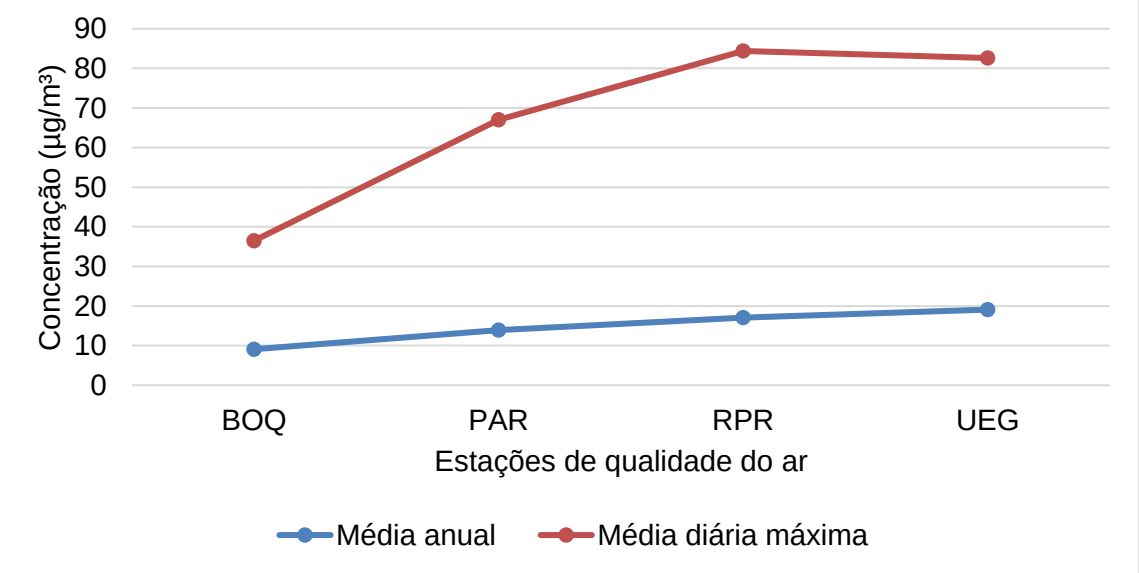


Gráfico 5 - Concentração de Partículas inaláveis monitoradas na região metropolitana de Curitiba em 2016.

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 2016 (Gráfico 6). Em comparação com os dados registrados em 2015, a média anual manteve-se muito próxima, 13 µg/m³ em 2015 e 14,8 µg/m³ em 2016. Quanto à média diária máxima a estação registrou um aumento de 7,6 µg/m³ de 2015 (60 µg/m³) para 2016 (67,6 µg/m³).

O Gráfico 6 contém as médias diárias das estações localizadas em Curitiba, pode-se verificar que todo o período avaliado apresentou classificação **boa** e **regular**, com médias anuais de 9,1 µg/m³ na estação BOQ e 13,9 µg/m³ na estação PAR, valores estes abaixo do padrão anual de 50 µg/m³ estabelecido na Resolução do CONAMA Nº 03/90. Para as estações localizadas em Curitiba não foram registradas violações ao padrão primário estabelecido para as médias de 24 horas, de 150 µg/m³.

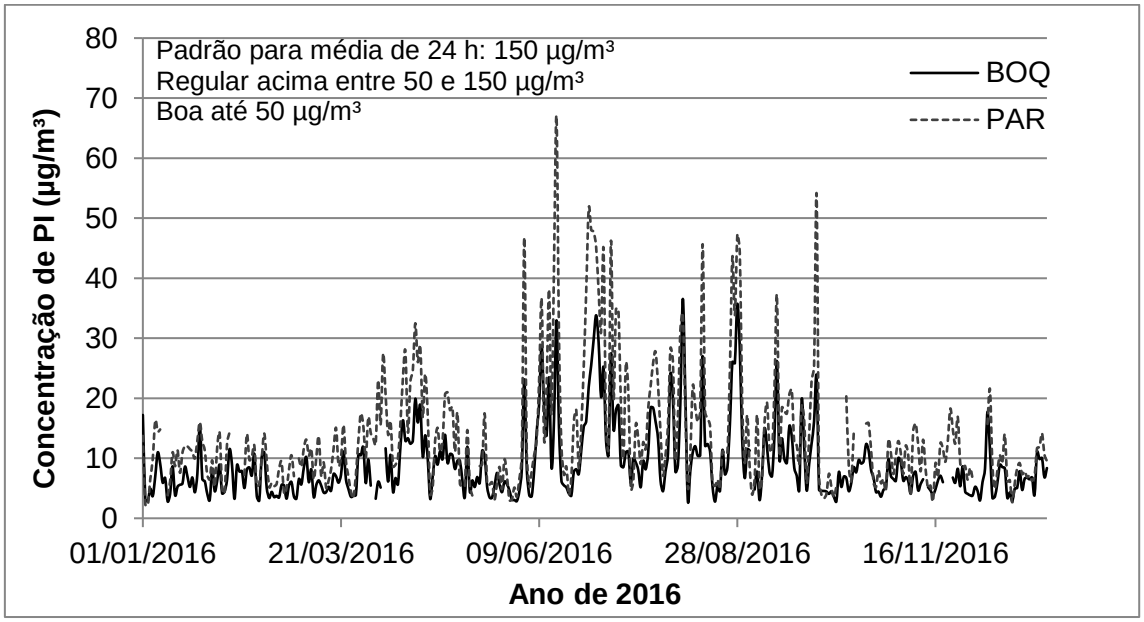


Gráfico 6 – Concentração média diária de Partículas Inaláveis monitorada no ano de 2016 nas estações automáticas BOQ e PAR localizadas em Curitiba

Na cidade de Araucária foi registrada média anual de 17,1 µg/m³ na estação RPR, e de 19,1 na estação UEG valores estes inferiores ao padrão anual de 50 µg/m³ e muito próximas ao valor registrado em 2015, 18 µg/m³ para ambas estações. Para a média de 24 horas igualmente não foi verificada violação (Gráfico 7 e Tabela 12).

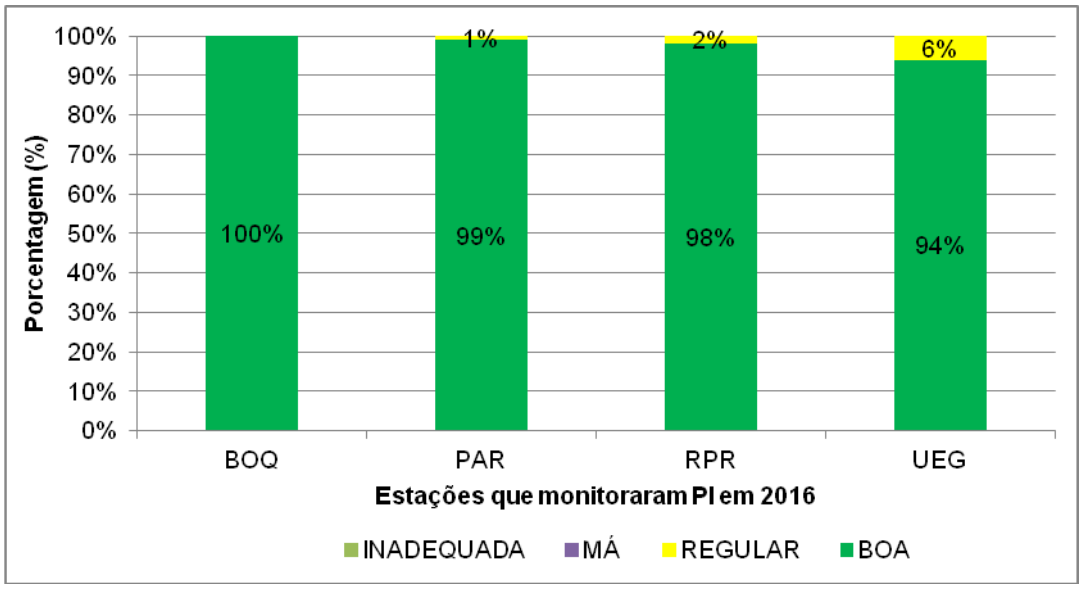
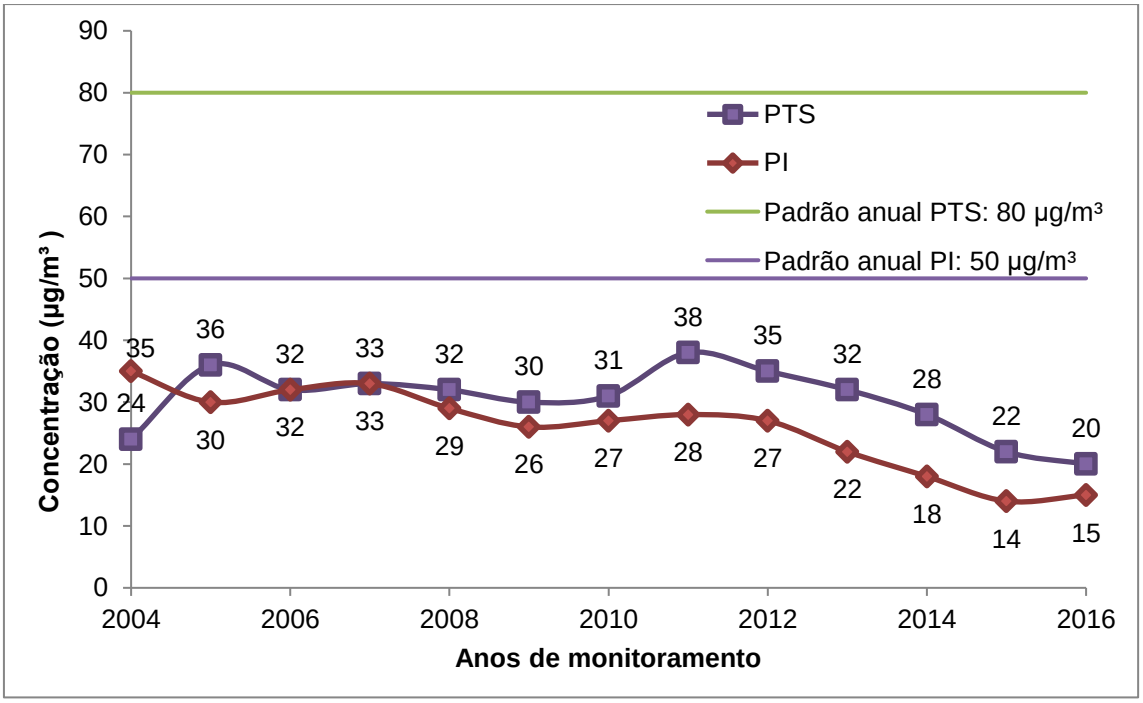


Gráfico 7 - Classificação das médias diárias para o poluente PI nas estações de monitoramento em 2016 em Curitiba e Região Metropolitana.

O Gráfico 8 representa a evolução das concentrações médias anuais para as Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI) no período de 2004 a 2016, monitoradas 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 de toda a rede de monitoramento.



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

Em 2004 apenas a estação PAR monitorou o parâmetro PTS.

Gráfico 8 - Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no período de 2004 a 2016 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

6.2.3. 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 2016 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 9 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.

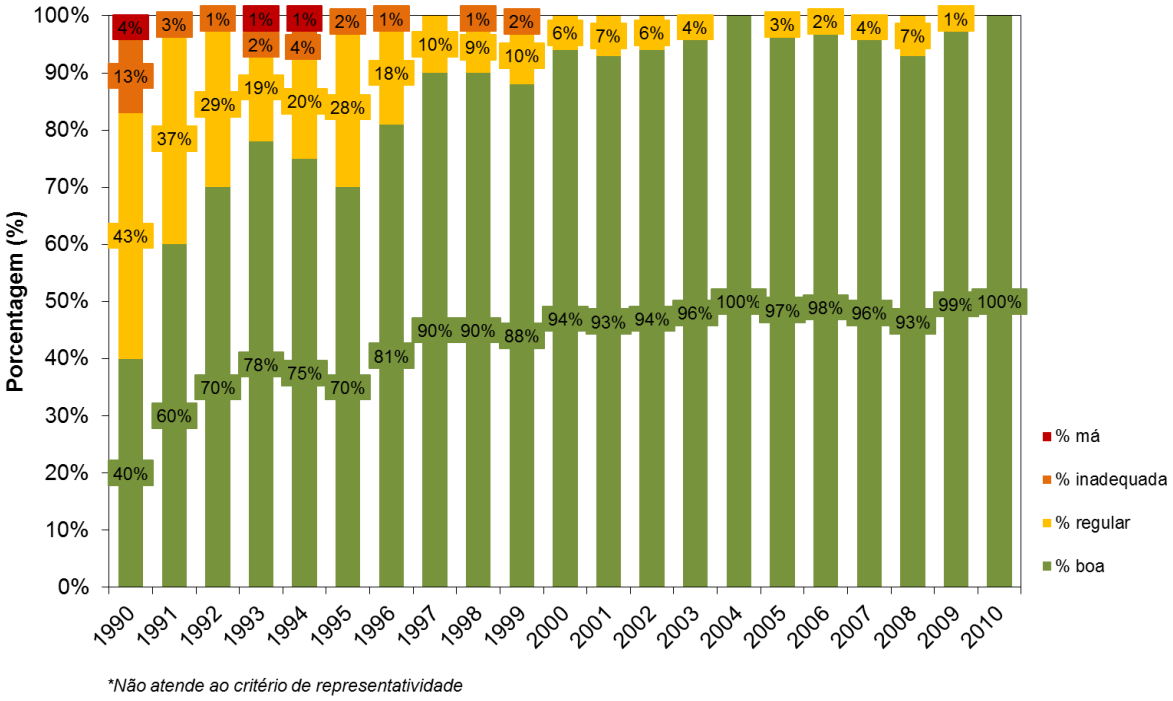


Gráfico 9 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010

6.2.4. Dióxido de Enxofre (SO_2)

O dióxido de enxofre, SO_2, foi monitorado em sete estações de monitoramento no ano de 2016. As classificações das médias diárias, médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 - Resultados do monitoramento de SO_2 nas estações de qualidade do ar instaladas em Curitiba e Região Metropolitana

Monitoramento de SO_2 no ano de 2016				
SO_2 Estação: **Assis (ASSIS)** Disponibilidade 24h: **100 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **366**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **6,17 µg/m³**			
	Média diária máxima: **22,04 µg/m³** (em 09 de outubro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
SO_2 Estação: **Boqueirão (BOQ)** Disponibilidade 24h: **100 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **366**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **0,91 µg/m³**			
	Média diária máxima: **10,56 µg/m³** (em 15 de setembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
SO_2 Estação: **CSN (CSN)** Disponibilidade 24h: **95,6 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **342**	REGULAR: **8**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **11,34 µg/m³**			
	Média diária máxima: **210,11 µg/m³** (em 12 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
SO_2 Estação: **Ouvidor Pardinho (PAR)** Disponibilidade 24h: **96,2 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **352**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **0,94 µg/m³**			
	Média diária máxima: **14,24 µg/m³** (em 25 de janeiro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
SO_2 Estação: **REPAR (RPR)** Disponibilidade 24h: **98,6%**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **361**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **0,36 µg/m³**			
	Média diária máxima: **15,52 µg/m³** (em 12 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
SO_2 Estação: **Santa Cândida (STC)** Disponibilidade 24h: **97,3 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **356**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **1,41 µg/m³**			
	Média diária máxima: **5,46 µg/m³** (em 12 de junho de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero**			
SO_2 **Estação:** **UEG (UEG)** **Disponibilidade 24h:** **98,1 %**	**Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **359**	REGULAR: **0**	**I**NADEQUADO:**0**	MÁ: **0**
	Média anual: **2,27 µg/m³**			
	Média diária máxima: **20,52 µg/m³** (em 19 de maio de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: **zero.**			

*Não atende ao critério de representatividade.

**Equipamento em manutenção no ano de 2015.

Todas as estações automáticas que realizaram o monitoramento do poluente SO_2 atenderam ao critério de representatividade anual.

Em Curitiba todas as médias diárias obtidas na rede automática em 2016 enquadraram-se na classificação **boa**. Registros classificados como **regular** foram verificados apenas na estação CSN (8 eventos), localizada na área industrial do município de Araucária. As médias anuais, apresentadas na Tabela 13, mantiveram-se

significativamente abaixo do limite do padrão anual de 80 µg/m³, estabelecido na Resolução do CONAMA Nº 03/90. Este resultado segue a tendência já observada nos anos anteriores.

No Gráfico 10 é possível observar as médias anuais e as concentrações máximas registradas em todas as estações de monitoramento instaladas em Curitiba e Região Metropolitana para o poluente SO_2.

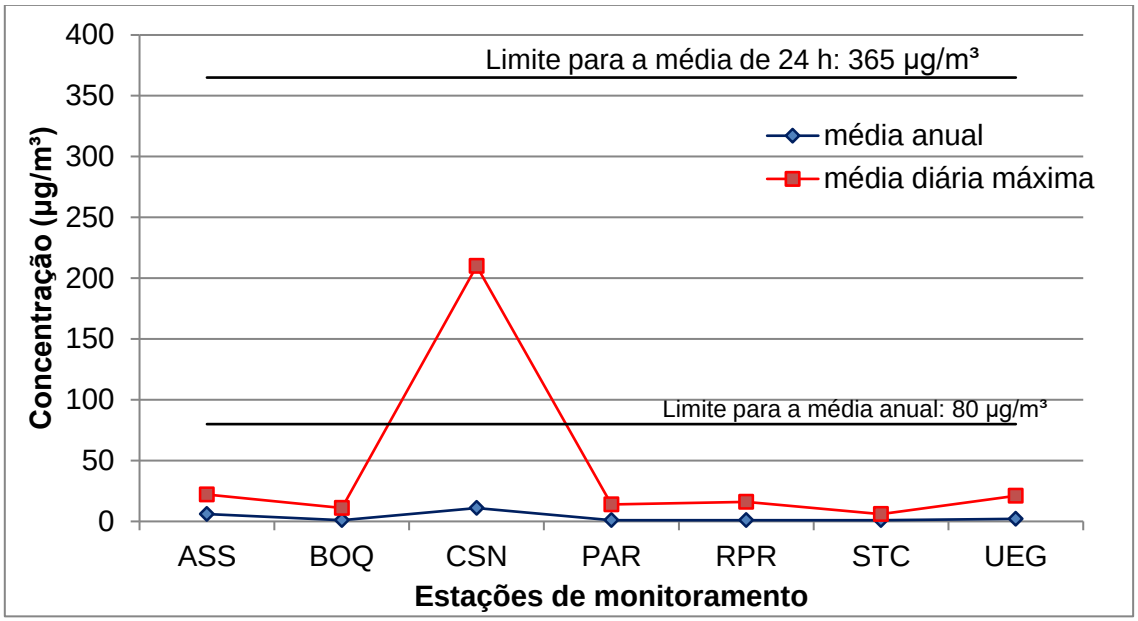
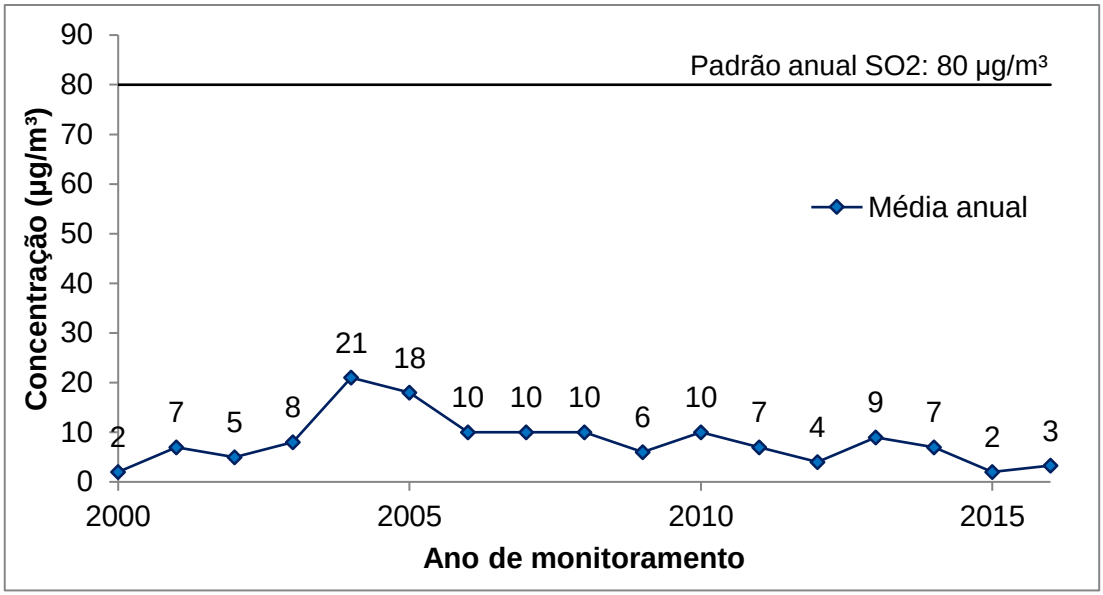


Gráfico 10 - Comportamento do poluente SO_2 em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016

Analisando o Gráfico 10, observamos concentrações que se enquadram baixo dos padrões, tanto para as médias diárias quanto para as médias anuais.

No Gráfico 11 está representada a evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Enxofre no período de 2000 a 2016, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual.

Gráfico 11 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO_2 no período de 2000 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

6.2.5. Monóxido de Carbono (CO)

As concentrações de CO foram registradas em seis estações, sendo três em Curitiba, estações BOQ, CIC e PAR, e três em Araucária, estações CSN, RPR e UEG. A Tabela 14 apresenta os resultados e as classificações das médias de 8 horas e as médias máximas de 8 horas no período.

Comparando os dados de 2016 com os de 2015 e 2014, observa-se um aumento da média máxima de 8 horas registrada na estação PAR, localizada em Curitiba: de 2.119 µg/m³ em 2014 e 3.048 µg/m³ em 2015 para 3.676,88 µg/m³ em 2016. Já na estação RPR, em Araucária, observou-se uma oscilação, a qual passou de 3.544 µg/m³ em 2014 para 1.304 µg/m³ em 2015 e foi registrado 1.540,03 µg/m³ no ano de 2016.

Tabela 14 - Resultados do monitoramento de CO nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana

Monitoramento de CO no ano de 2016				
CO Estação: **Boqueirão (BOQ)** Disponibilidade 8h: **91,3 %**	**Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **1003**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média máxima 8 horas: **3.289,01 µg/m³** (em 15 de junho de 2016, das 17 às 00 h)			
	Média anual: **270,26 µg/m³**			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: **zero**			
CO Estação: **CIC (CIC)** Disponibilidade 8h: **90,5 %**	**Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **994**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média máxima 8 horas: **5.106,70 µg/m³** (em 01 de julho de 2016, das 17 às 00 h)			
	Média anual: **557,87 µg/m³**			

	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: **zero**			
CO Estação: **Ouvidor Pardinho (PAR)** Disponibilidade 8h: **94,4 %**	**Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **1.037**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média máxima 8 horas: **3.676,88 µg/m³** (em 15 de junho de 2016, das 17 às 00 h)			
	Média anual: **280,85 µg/m³**			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: **zero**			
CO Estação: **REPAR (RPR)** Disponibilidade 8h: **94,5 %**	**Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **1.038**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média máxima 8 horas: **1.540,03 µg/m³** (em 30 de junho de 2016, das 17 às 00h)			
	Média anual: **235,01 µg/m³**			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: **zero**			
CO* Estação: **CSN** Disponibilidade 8h: **30,2 %**	**Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)**			
	Boa: **332**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média máxima 8 horas:**2.234,18 µg/m³** (em 16 de junho de 2016, das 01 às 08h)			
	Média anual: **538,71 µg/m³**			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: **zero**			
CO Estação: **UEG (UEG)** Disponibilidade 8h: **99,2 %**	**Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **1089**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média máxima 8 horas: **2.156,42 µg/m³** (em 01 de julho de 2016, das 17 às 00 h)			
	Média anual: **412,73 µg/m³**			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade.

O Gráfico 11 apresenta a distribuição das concentrações médias máximas de 8 horas para o Monóxido de Carbono no ano de 2016, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Salienta-se que os dados são expostos apenas para fins representativos e que a estação CSN não atendeu ao critério de representatividade anual.

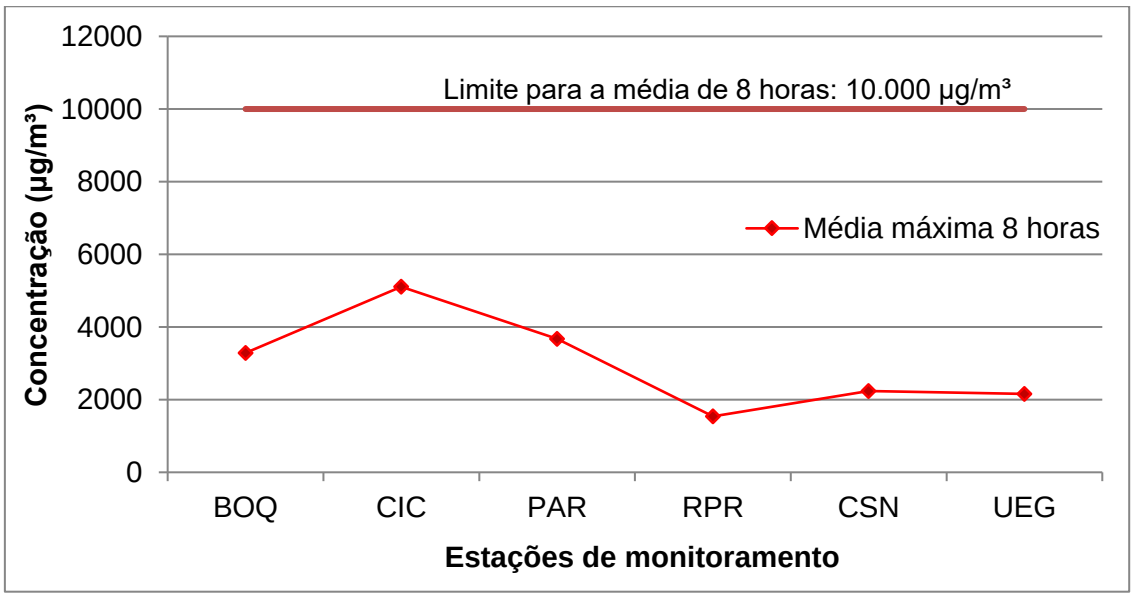
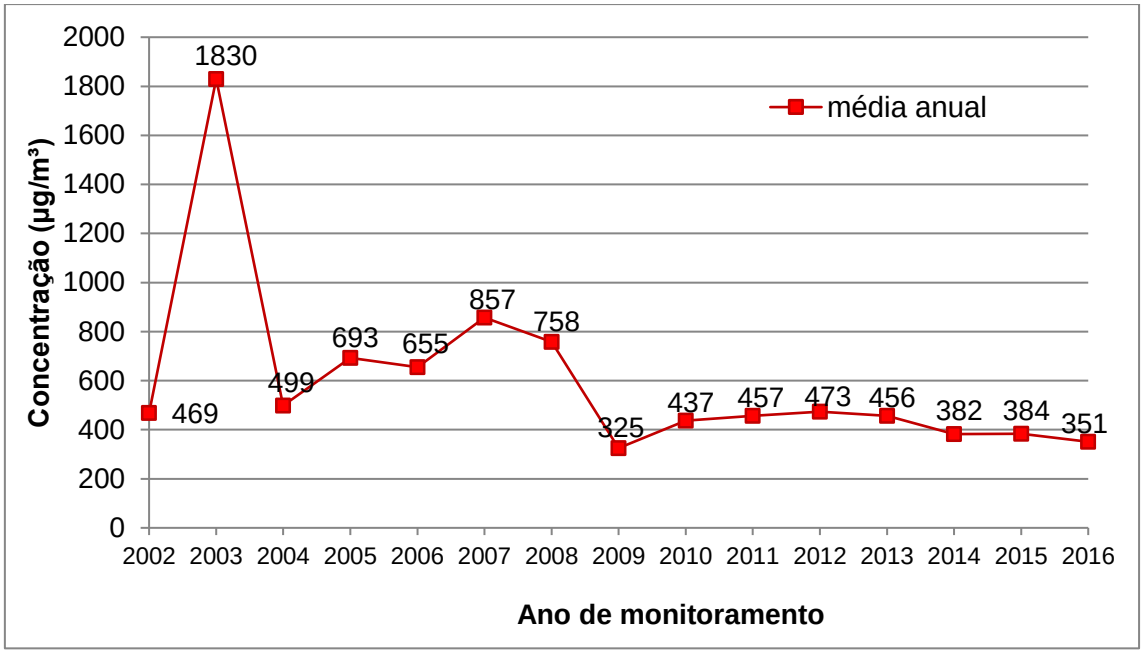


Gráfico 12 - Comportamento do poluente CO em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016. Estação CSN não atendeu ao critério de representatividade anual.

O Gráfico 13 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o Monóxido de Carbono no período de 2002 a 2016, 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.

Gráfico 13 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

6.2.6. Ozônio (O_3)

As concentrações de O_3 foram registradas em sete estações, sendo três em Curitiba, estações BOQ, PAR e STC, e quatro em Araucária, estações ASSIS, UEG, CSN e RPR. A Tabela 15 apresenta os resultados e as classificações das médias horárias e as médias horárias máximas no período.

Tabela 15 - Resultados do monitoramento de O_3 nas estações automáticas instaladas em Curitiba e Região Metropolitana

Monitoramento de O_3 no ano de 2016	
O_3	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**

Estação: **Assis (ASSIS)** Disponibilidade 1h: **98,8 %**	BOA: **8.498**	REGULAR: **181**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média horária máxima: **152,8 µg/m³** (em 07 de novembro de 2016, 14 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **Zero**			
O_3 Estação: **Boqueirão (BOQ)** Disponibilidade 1h: **99,3 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **8.495**	REGULAR: **224**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média horária máxima: **139,8 µg/m³** (em 27 de setembro de 2016, 16 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **Zero**			
O_3 Estação: **CSN (CSN)** Disponibilidade 1h: **80,4 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **7.055**	REGULAR: **11**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média horária máxima: **104,8 µg/m³** (em 07 de novembro de 2016, 14 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3 Estação: **Ouvidor Pardinho (PAR)** Disponibilidade 1h: **90,8 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **7.901**	REGULAR: **79**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média horária máxima: **152,8 µg/m³** (em 23 de Janeiro de 2016, 16 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3 Estação: **REPAR (RPR)** Disponibilidade 1h: **96,2 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **8.374**	REGULAR: **80**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média horária máxima: **138,4 µg/m³** (em 07 de novembro de 2016, 14 h e 26 de agosto de 2016, 15 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3 Estação: **Santa Cândida (STC)** Disponibilidade 1h: **98,7 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **8.499**	REGULAR: **170**	INADEQUADA: **2**	MÁ: **0**
	Média horária máxima: **175,0 µg/m³** (em 07 de abril de 2016, 12 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **duas**			
O_3 Estação: **UEG (UEG)** Disponibilidade 1h: **95,9 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **8.401**	REGULAR: **21**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média horária máxima: **126,4 µg/m³** (em 26 de agosto de 2016, 15 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade.

Em 2016, todas as estações atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente O_3.

No Gráfico 14 apresenta o comportamento do poluente Ozônio no ano de 2016, monitorado nas estações ASSIS, CSN, RPR, STC, BOQ, PAR e UEG, onde pode ser verificado que houve ultrapassagem do limite para a média de 1h, de 160 µg/m³. Foram duas ocorrências e ambas no dia 07 de abril de 2016.

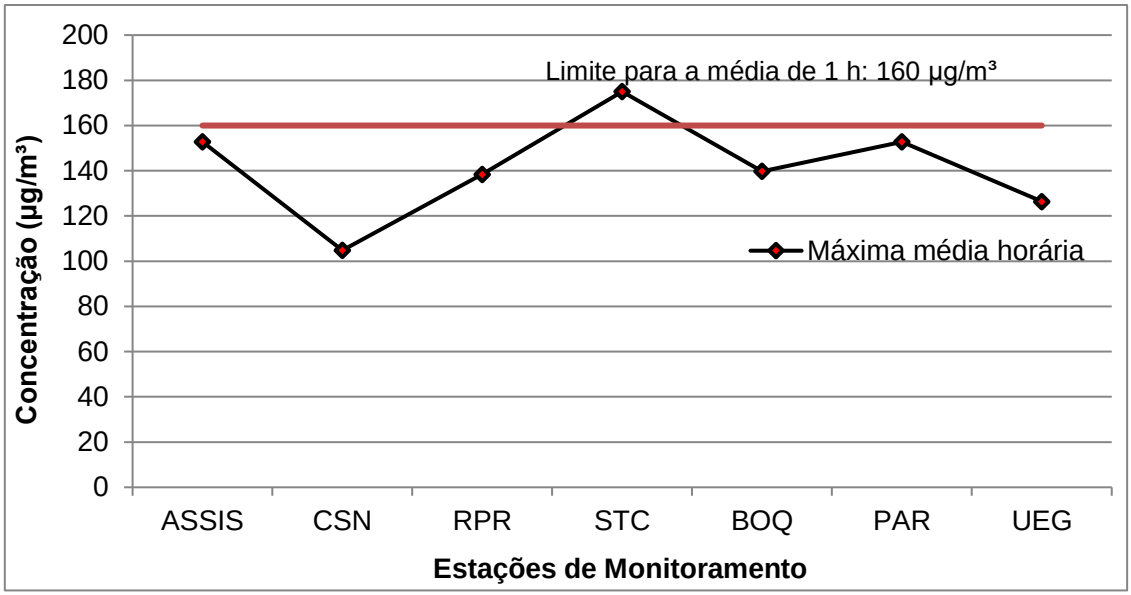


Gráfico 14 - Comportamento do poluente O_3 em Curitiba e Região Metropolitana do estado do Paraná no ano de 2016.

No Gráfico 15, podemos observar o histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o Ozônio na Resolução nº 03/1990, equivalente a 160 µg/m³, registrado no período de 2000 a 2016. Em 2016 foi registrado duas violações, que classificasse a qualidade do ar como **inadequada.**

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

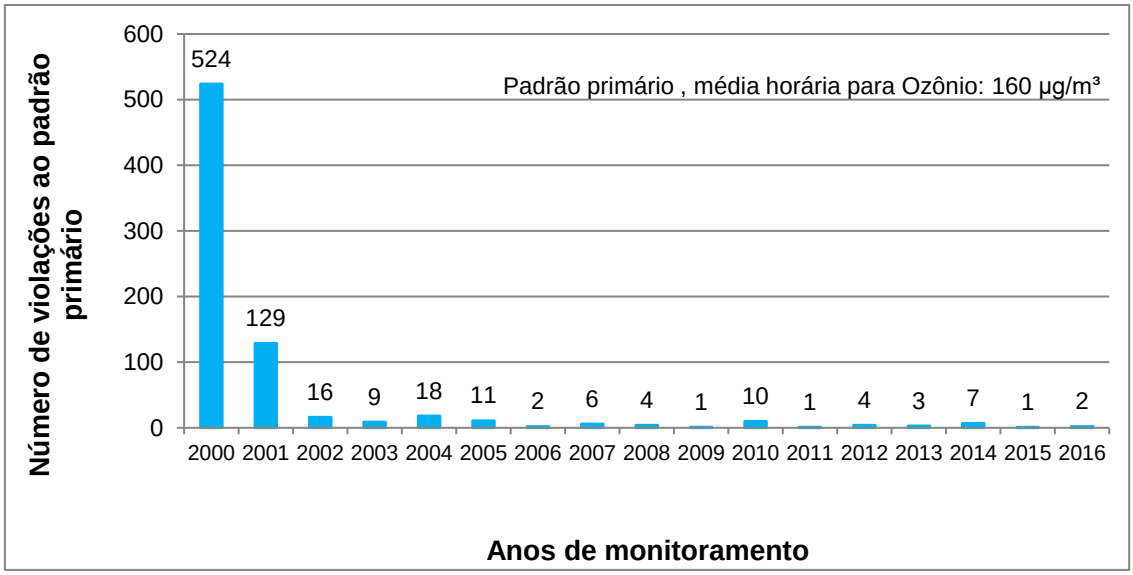


Gráfico 15 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O_3, registradas no período de 2000 a 2016

O Gráfico 16 demonstra a variação média do poluente O_3 durante as horas de um dia, monitorados na estação PAR, localizada no bairro central de Curitiba, em local de intensa movimentação de veículos e pedestres.

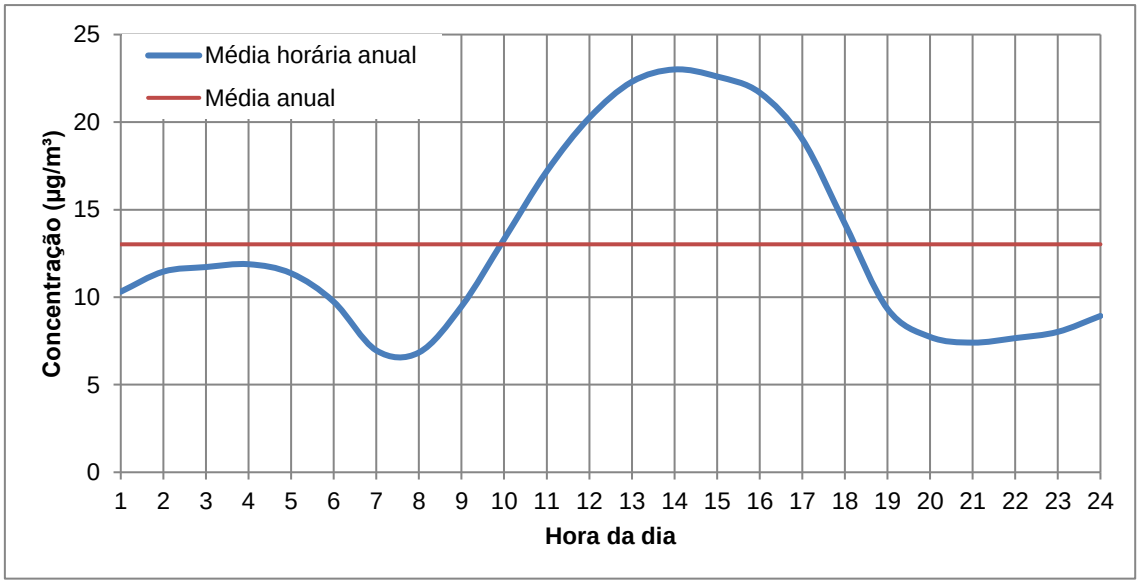
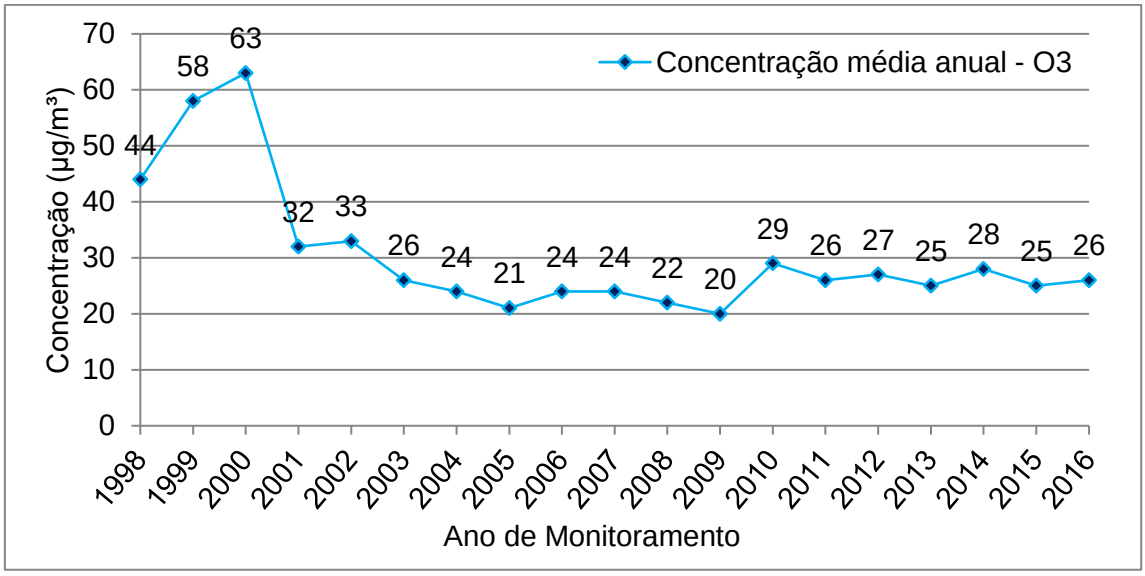


Gráfico 16 - Médias horárias anuais para o poluente O_3 na estação PAR em 2016

É possível verificar que a média horária se desloca durante o dia, constatando uma maior ocorrência na concentração de O_3 atmosférico no período de maior incidência de radiação solar, que ocorre entre as 11 e 17 horas.

O Gráfico 17 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o O_3 no período de 1998 a 2016, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região

Metropolitana. Para compor o gráfico foram consideradas todas as médias anuais, pois nenhuma infringiu ao critério de critério de representatividade apresentado na Tabela 7.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual.

Gráfico 17 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O_3 no período de 1998 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

6.2.7. Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

As concentrações de NO_2 foram registradas em sete estações automáticas. Em Curitiba nas estações CIC, PAR e STC, e em Araucária nas estações ASSIS, CSN, RPR e UEG. Na Tabela 16 são apresentadas as médias horárias, no formato de médias horárias máximas e as médias anuais registradas no ano de 2016.

Tabela 16 - Resultados do monitoramento de NO_2 nas estações instaladas em Curitiba e Região Metropolitana

Monitoramento de NO_2 no ano de 2016				
NO_2 Estação: **Assis (ASSIS)** Disponibilidade 1h: **90,8 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **7.960**	REGULAR: **12**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **20,26 µg/m³**			
	Média horária máxima: **173,52 µg/m³** (em 26 de agosto de 2016, 10 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2 Estação: **CIC (CIC)** Disponibilidade 1h: **95,8 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **8.418**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **18,55 µg/m³**			
	Média horária máxima: **95,49 µg/m³** (em 26 de agosto de 2016, 11 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2 Estação: **CSN (CSN)** Disponibilidade 1h:	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **7065**	REGULAR: **250**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **36,62 µg/m³**			
	Média horária máxima: **278,99 µg/m³** (em 26 de agosto de 2016, 10 h)			

83,3 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2 Estação: **Ouvidor Pardinho (PAR)** Disponibilidade 1h: **90,8 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **7.932**	REGULAR: **48**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **22,96 µg/m³**			
	Média horária máxima: **257,00 µg/m³** (em 15 de junho de 2016, 20 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2 Estação: **REPAR (RPR)** Disponibilidade 1h: **92,3 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **8080**	REGULAR: **25**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **21,35 µg/m³**			
	Média horária máxima: **194,20 µg/m³** (em 30 de setembro de 2016, 13 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2 Estação: **Santa Cândida (STC)** Disponibilidade 1h: **78,7 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **6911**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **10,66 µg/m³**			
	Média horária máxima: **83,66 µg/m³** (em 27 de agosto de 2016, 12 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2 Estação: **UEG (UEG)** Disponibilidade 1h: **90,9 %**	**Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)**			
	BOA: **7680**	REGULAR: **308**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual**: 35,85 µg/m³**			
	Média horária máxima: **208,68 µg/m³** (em 29 de junho de 2016, 20 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade

Em 2016 todas as estações coletaram dados que atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente NO_2. No Gráfico 18 é possível observar as médias anuais e as médias máximas horárias em todas as estações que monitoraram este poluente na RMC em 2016.

Com exceção da estação CSN que em 2016 registrou um aumento na concentração média anual quando comparado com os dados de 2015. Em 2015 a média horária máxima foi de 133 µg/m³ e em 2016, de 278,9 µg/m³. Em 2016 não foram registradas violações ao padrão primário estabelecido, de 320 µg/m³ (Gráfico 18).

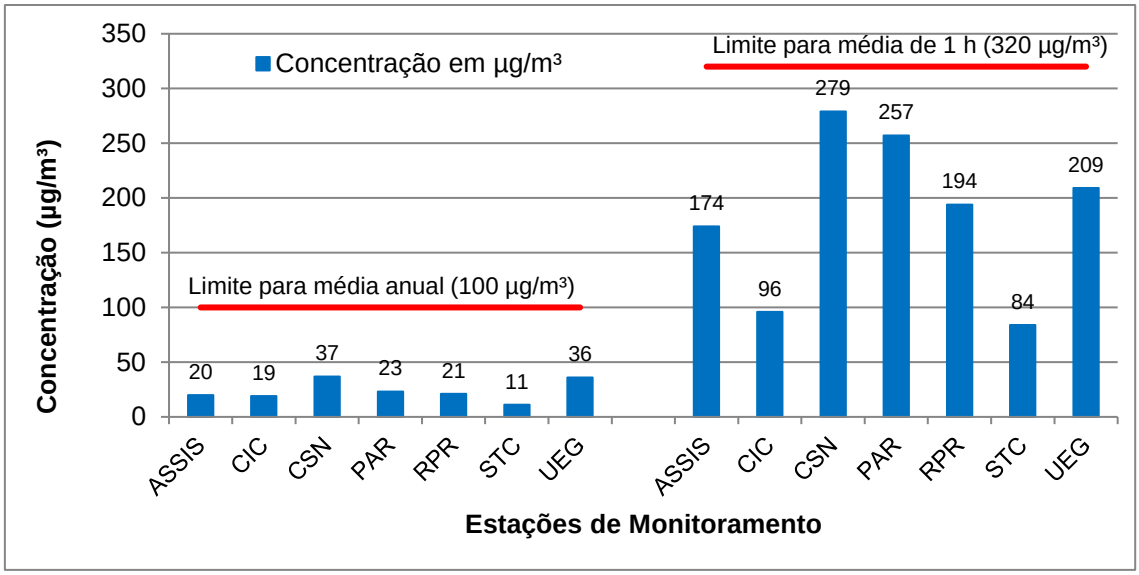
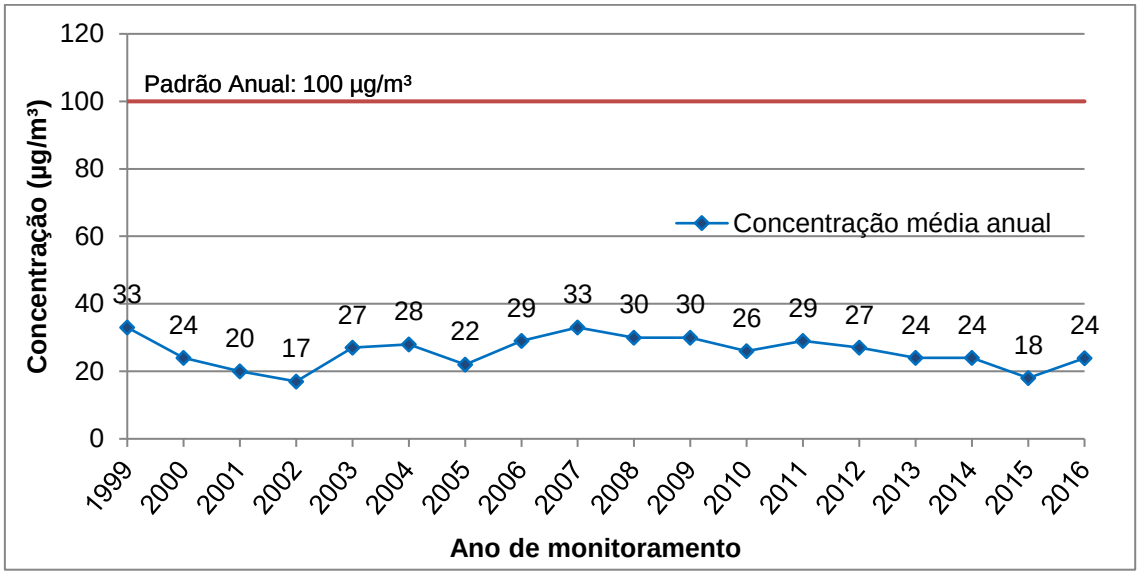


Gráfico 18 - Comportamento do poluente NO_2 no ano de 2016 em Curitiba e Região Metropolitana

O Gráfico 19 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o NO_2 no período de 1999 a 2016, monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Para compor o gráfico foram consideradas todas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade apresentado na Tabela 7.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual.

Gráfico 19 - Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO_2 no período de 1999 a 2016 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana

Dentre as estações que monitoraram o poluente NO_2 no ano de 2016, a estação UEG, localizada no município de Araucária, foi a que registrou o maior número de casos

com classificação da média horária como **regular,** 308, seguido da estação CSN com 250 eventos dentro desta faixa. Em 2015 a estação PAR apresentou 54 registros e em 2014 a estação UEG foi a que apresentou o pior cenário para este poluente, registrando 139 casos de classificação da média horária como **regular**.

6.3. REGISTRO DE VIOLAÇÕES AOS PADRÕES PRIMÁRIOS

Na Tabela 17, podemos observar que houveram apenas duas violações no ano de 2016. Os limites estipulados são ditos pela Resolução do CONAMA Nº 03/90, considerando as médias de 24 horas e as médias horárias.

Tabela 17 - Número de violações por parâmetro de qualidade do ar observados no ano de 2016 na região metropolitana do estado do Paraná

Município	Estação	PTS	Fumaça	PI	SO_2	CO	O_3	NO_2	Total
Curitiba	Boqueirão (BOQ)	0	*	0	0	0	0	*	0
	CIC (CIC)	0	*	*	*	0	*	0	0
	Ouvidor Pardinho (PAR)	0	*	0	0	0	0	0	0
	Santa Cândida (STC)	*	*	*	0	*	2	0	2
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	2	0	2
	Araucária	0	*	0	0	0	0	0	0
Total		0	*	0	0	0	2	0	0

* Poluente não monitorado na estação em 2016

No Gráfico 20, observamos as violações ao padrão primário ocorridas nos anos de 2000 a 2016. 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 necessariamente havendo aumento ou diminuição das emissões.

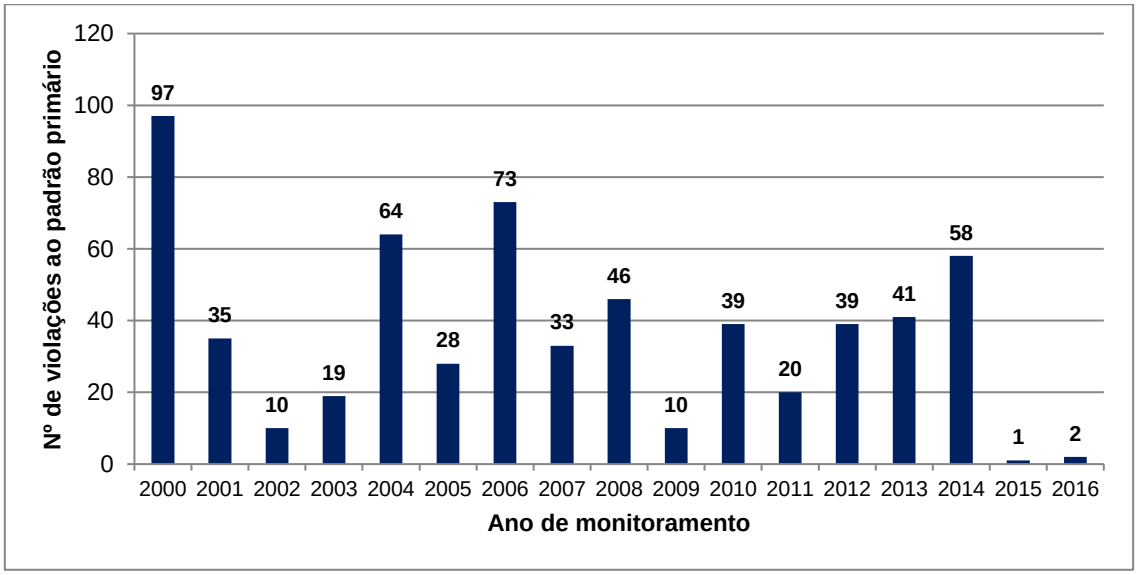


Gráfico 20 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2016 na Região Metropolitana do Paraná. Período de 2006 a 2015 possui dados da estação de Colombo

Na tabela 18 podemos observar a porcentagem de tempo em que as estações permaneceram coletando dados, por poluente, e a quantidade de médias que serviram para classificar os dados de acordo com a qualidade do ar, em **Boa**, **Regular**, **Inadequada** e **Má**, ao longo do ano de 2016 nas estações automáticas de Curitiba e Região Metropolitana. Salienta-se que, cada poluente requer uma forma distinta de análise de médias. Para interpretação de dados de PTS, PI e SO_2 utiliza-se média diária, para CO, média de oito horas e para O_3 e NO_2 média horária.

Tabela 18 - Compilado de informações sobre os dados de qualidade do ar registrados em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2016

Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
	ASSIS	100	0	366	0	0	0
	CSN	95,6	4,4	342	8	0	0
	RPR	98,6	1,4	361	0	0	0
SO_2	STC	97,3	2,7	356	0	0	0
	BOQ	100	0	366	0	0	0
	PAR	96,2	3,8	352	0	0	0
	UEG	98,1	1,9	359	0	0	0
Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
	ASSIS	98,8	1,2	8498	181	0	0
	CSN	80,4	19,6	7055	11	0	0
	RPR	96,2	3,8	8374	80	0	0
O_3	STC	98,7	1,3	8499	170	2	0
	BOQ	99,3	0,7	8495	224	0	0
	PAR	90,8	9,2	7901	79	0	0
	UEG	95,9	4,1	8401	21	0	0

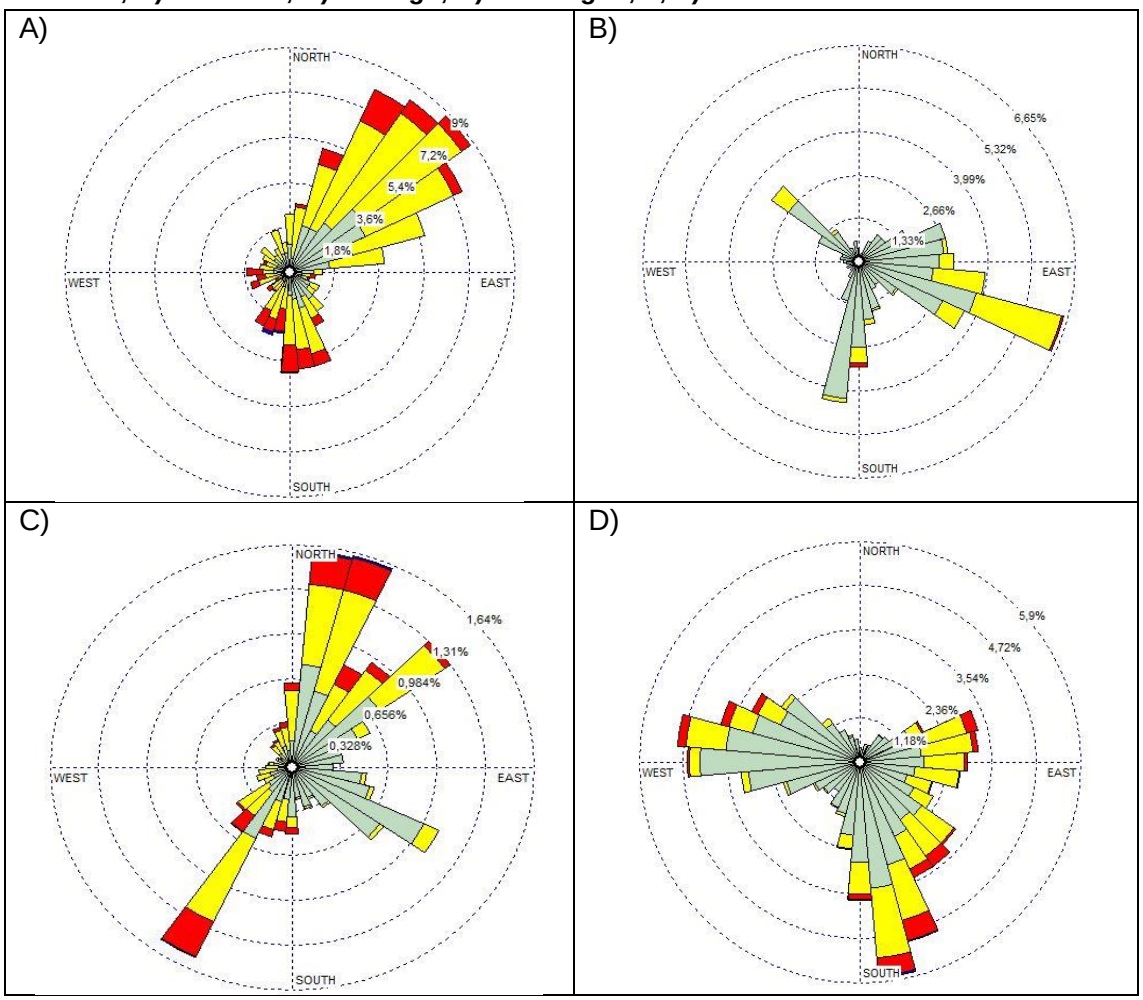
Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
NO_2	CIC	95,8	4,2	8418	0	0	0
	ASSIS	90,8	9,2	7960	12	0	0
	CSN	83,3	16,7	7065	250	0	0
	RPR	92,3	7,7	8080	25	0	0
	STC	78,7	21,3	6911	0	0	0
	PAR	90,8	9,2	7932	48	0	0
	UEG	90,9	9,1	7680	308	0	0
Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
CO	CIC	90,5	9,5	994	0	0	0
	CSN	30,2	69,8	332	0	0	0
	RPR	94,5	5,5	1038	0	0	0
	BOQ	91,3	8,7	1003	0	0	0
	PAR	94,4	5,6	1037	0	0	0
	UEG	99,2	0,8	1089	0	0	0
Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
PTS	RPR	96,7	3,3	344	10	0	0
	BOQ	74,3	25,7	265	7	0	0
	PAR	89,3	10,7	325	2	0	0
Poluente	Estação	Operando (%)	Não operando (%)	Boa	Regular	Inadequada	Má
PI	RPR	94,8	5,2	342	5	0	0
	BOQ	98,1	1,9	359	0	0	0
	PAR	94,3	5,7	342	3	0	0
	UEG	92,9	7,1	319	21	0	0

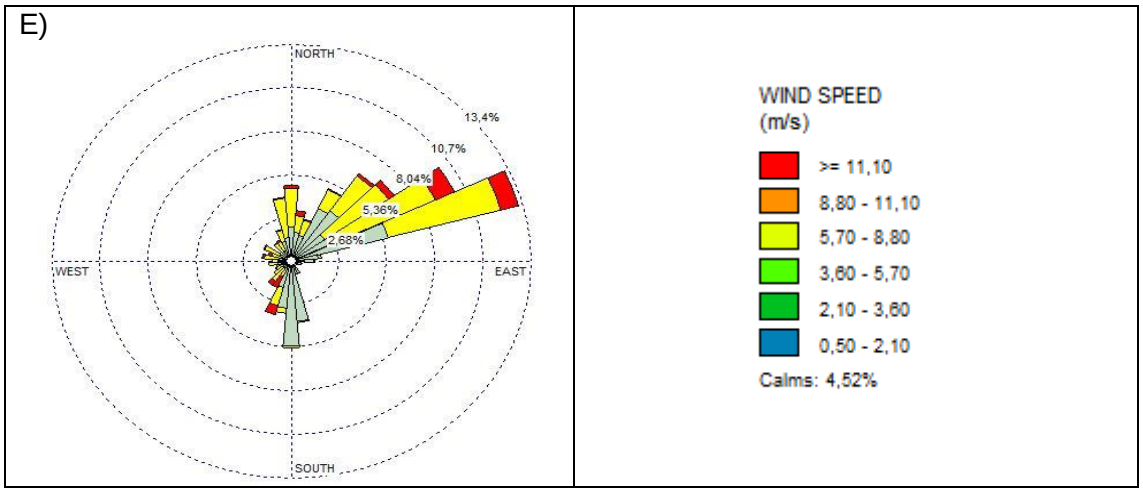
*Para cada poluente é utilizado uma forma distinta de análise de médias, Para PTS, PI e SO_2 utiliza-se média diária, para CO média de oito horas e para O_3 e NO_2 média horária.

7. QUALIDADE DO AR NO INTERIOR DO ESTADO DO PARANÁ

A qualidade do ar é diretamente dependente das fontes emissoras locais, variáveis climatológicas e relevo local, portanto vale salientar algumas distinções entre os locais de instalação das estações. A Figura 10 apresenta a rosa dos ventos construída a partir dos dados coletados nas estações de qualidade do ar instaladas no interior do estado do Paraná.

Figura 10 - Rosa dos ventos das estações instaladas no interior do estado do Paraná. A) Cascavel; B) Londrina; C) Maringá; D) Paranaguá; e, E) Ponta Grossa.





Salienta-se que por a estação de Foz do Iguaçu ainda não ter iniciado sua operação, sua rosa dos ventos não é apresentada neste relatório. Ainda pondera-se que os dados de direção e velocidade do vento são de curtos períodos do ano de 2016 e para uma análise mais realista, detalhada e efetiva destes componentes climatológicos seria necessária a utilização de séries históricas mais longas. No entanto como pretende-se apenas apresentar brevemente as condições climatológicas e os dados coletados pelas estações, tais informações são suficientes.

A figura 10 possibilita a verificação de que no período de coleta de dados, na estação de Cascavel, os ventos sopram predominantemente do Nordeste. Em Londrina foi verificado baixa velocidade dos ventos, ocorrendo poucos eventos acima de 8,80 m/s, e sopram da direção Sudeste e Sul. Na estação de Maringá verifica-se predominância de ventos que vem do Norte e do Sudoeste, os quais comumente atingem velocidades acima dos 11,10 m/s. Na cidade de Paranaguá é verificado uma boa distribuição da direção dos ventos (o que pode ser relacionado com sua localização geográfica, região de planície litorânea circundada pela serra do mar), mas podem ser destacados como ventos principais os que sopram do Sul e Oeste. A estação de Ponta Grossa, possui nitidamente ventos que sobram da região nordeste.

7.1. CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES INSTALADAS NO INTERIOR DO ESTADO

Ainda que todas as estações localizadas no interior do estado estão apresentadas em um mesmo tópico deste relatório é fundamental ressaltar que há distinções entre elas, especialmente por o estado do Paraná possuir 199.315 km² e grande diversidade climática e geográfica. Deve ter especial detalhamento a dinâmica climática, urbana e industrial influenciando a estação de qualidade do ar de Paranaguá, das demais direcionadas ao centro, norte e oeste do estado.

- **Estação Instalada em Paranaguá**

A estação de Paranaguá necessita de um detalhamento específico, pois é a única sob influência direta das correntes de ar marítimas as quais criam um microclima específico delimitado pela serra do mar. Além disso, por estar próxima do mar submete-se à maresia, a qual sabidamente é potencial depreciadora de equipamentos metálicos.

Ainda, por a cidade de Paranaguá possuir um porto marítimo internacional, o único do estado e o responsável pelo maior volume de escoamento de grãos nacionais, a cidade possui uma peculiar dinâmica de veículos pesados se movimentando diariamente.

Ainda, por ser região de recebimento/exportação de matéria prima internacional, há muitos silos para recebimentos de grão os quais possuem potencial de emissão de material particulado e indústrias de fertilizantes, que pelas características do processo produtivo possui potencial para emissão de gases de nitrogênio.

- **Estações instaladas na região centro norte paranaense**

As estações de qualidade do ar instaladas em Ponta Grossa, Maringá, Cascavel e Londrina estão sob influência de características climáticas, sócio urbanas e econômicas relativamente parecidas.

A estação localizada em Ponta Grossa é a mais próxima da região metropolitana e apresenta características, similares também à Curitiba, possuindo indústrias de setores diversos, e clima de região subtropical característico com invernos frios e secos e verões quentes e chuvosos.

As estações localizadas em Maringá, Cascavel e Londrina possuem um setor agrícola muito forte, o que lhes confere também um forte setor agroindustrial. A estação de Maringá, mais ao norte, encontra-se próxima à linha imaginária de capricórnio, portanto com sob maior influência de clima tropical.

- **Estação instalada em Foz do Iguaçu, extremo oeste paranaense**

A cidade de foz do Iguaçu, apesar de possui empreendimentos industriais não tem esse como seu principal contribuinte interno. Por fazer divisa tríplice internacional com os países Argentina e Paraguai possui um intenso trafego de turistas, em sendo a cidade de Ciudad Del Este (PY) um grande centro comercial também é movimentada por comerciantes e atravessadores de mercadorias.

Em foz do Iguaçu ainda se encontra instalada a Usina Hidrelétrica Itaipu, a qual atrai turistas do Brasil todo e que, como forma de compensação ambiental criou alguns fomentou alguns roteiros turísticos. Portanto, a cidade possui uma população flutuante muito grande, com intenso trafego de veículos e de pedestres que aumenta substancialmente em datas especiais.

É importante ainda salientar que estação está instalada ao lado de um hotel na região central da cidade.

A estação de foz do Iguaçu não é apresentada nos resultados, visto que sua instalação ocorreu em 2016 mas sua operação, de fato iniciou no ano seguinte, 2017.

7.2. RESULTADOS DO MONITORAMENTO DAS ESTAÇÕES DO INTERIOR

A seguir são apresentados os resultados do monitoramento da qualidade do ar nas estações de Cascavel (CVEL), Londrina (LON), Maringá (MRGA), Ponta Grossa (PGA) e Paranaguá (PGUA), salienta-se que esses dados são apenas demonstrativos, não sendo utilizados para interpretação anual. A estação de Foz do Iguaçu ainda que tenha sido instada em 2016 teve início sua operação no ano de 2017 e, portanto, não entra no computo deste relatório.

7.2.1. Estação de Qualidade do ar de Cascavel – CVEL

A estação instalada em Cascavel monitorou seis parâmetros de qualidade do ar, no período de novembro e dezembro do ano de 2016, o resultado do monitoramento é apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 – Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Cascavel

Monitoramento da qualidade do ar na estação de Cascavel no ano de 2016				
SO_2* Disponibilidade: **16,12 %**	**Nº de classificações das médias (novembro – dezembro)**			
	BOA: **59**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **2,08 µg/m³**			
	Média diária máxima: **4,53 µg/m³** (em 27 de setembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PM10* Disponibilidade: **1,09 %**	**Nº de classificações das médias (novembro – dezembro)**			
	BOA: **4**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: 18**,63 µg/m³**			
	Média diária máxima: **25,49 µg/m³** (em 04 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PTS* Disponibilidade: **12,30 %**	**Nº de classificações das médias (novembro – dezembro)**			
	BOA: **45**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **25,32 µg/m³**			
	Média diária máxima: **50,58 µg/m³** (em 22 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
CO* Disponibilidade: **16,03 %**	**Nº de classificações das médias (novembro – dezembro)**			
	BOA: **176**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual horária: **246,07 µg/m³**			
	Máxima Média de 8 horas: **609,71 µg/m³** (em 15 de novembro de 2016, 17 às 24 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2* Disponibilidade:	**Nº de classificações das médias (novembro – dezembro)**			
	BOA: **1402**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**

15,96 %	Média anual: **9,20 µg/m³**			
	Média horária máxima: **37,05 µg/m³** (em 07 de novembro de 2016, 21 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3* Disponibilidade: **15,39 %**	**Nº de classificações das médias (novembro – dezembro)**			
	BOA: **1352**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **12,07 µg/m³**			
	Média horária máxima: **61,78 µg/m³** (em 7 de novembro de 2016, 00 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade.

Devido a instalação ter ocorrido mais próxima ao final do ano, foram coletados poucos dados em 2016. Do período coletado todos os parâmetros se mantiveram dentro da faixa de qualidade do ar classificada como boa. Devido ao curto período de monitoramento não é possível afirmar que

7.2.2. Estação de Qualidade do ar de Londrina – LON

Em outubro de 2016 iniciou a operação da estação de qualidade do ar instalada em Londrina, a qual possui capacidade para análise de seis diferentes tipos de poluentes atmosféricos como apresentado na Tabela 20.

Tabela 20 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Londrina

Monitoramento da qualidade do ar na estação de Londrina no ano de 2016				
SO_2* Disponibilidade: **15,30 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **56**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **6,58 µg/m³**			
	Média diária máxima: **14,01 µg/m³** (em 14 de dezembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PM10* Disponibilidade: **15,30 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **55**	REGULAR: **1**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **16,03 µg/m³**			
	Média diária máxima: **51,22 µg/m³** (em 14 de outubro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PTS* Disponibilidade: **15,30 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **55**	REGULAR: **1**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **27,44 µg/m³**			
	Média diária máxima: **101,78 µg/m³** (em 24 de outubro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
CO* Disponibilidade: **7,19 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **79**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual horária: **246,07 µg/m³**			
	Máxima Média de 8 horas: **2.404,5 µg/m³** (em 06 de dezembro de 2016, 08 às 16 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2* Disponibilidade: **14,42 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **1267**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **15,05 µg/m³**			
	Média horária máxima: **70,18 µg/m³** (em 08 de novembro de 2016, 22 h)			

	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3* Disponibilidade: **14,42 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **1163**	REGULAR: **104**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **48,83 µg/m³**			
	Média horária máxima: **128,56 µg/m³** (em 10 de novembro de 2016, 11 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade.

Devido ao curto período de operação nenhum poluente foi monitorando o suficiente para atender ao critério de representatividade, de forma que não é possível afirmar como se manteve a qualidade do ar em todo o ano de 2016, no entanto, de outubro a dezembro foi verificado que nenhum poluente ultrapassou o padrão primário de qualidade do ar (indicado na Tabela 2).

A maior parte dos dados coletados se enquadram de qualidade do ar BOA, no entanto foram verificados alguns eventos onde a qualidade do ar se enquadra como REGULAR: 1 evento para PM10, 1 evento para PTS e 104 eventos para o O_3.

7.2.3. Estação de Qualidade do ar de Maringá – MRGA

Maringá foi uma das primeiras cidades a receber a estação de qualidade do ar, no ano de 2016, a qual em agosto já estava sendo operada, no entanto devido ao início da ampliação da rede e ainda haverem alguns problemas técnicos e estruturais a serem adequados, a estação não operou de forma contínua por todo o ano, sendo a grande maioria dos dados anuais concentrados nos meses de novembro e dezembro (Tabela 21)

Tabela 21 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Maringá

Monitoramento da qualidade do ar na estação de Maringá no ano de 2016				
SO_2* Disponibilidade: **16,94 %**	**Nº de classificações das médias (agosto – dezembro)**			
	BOA: **62**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **3,94 µg/m³**			
	Média diária máxima: **6,31 µg/m³** (em 30 de outubro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PM10* Disponibilidade: **16,94 %**	**Nº de classificações das médias (agosto – dezembro)**			
	BOA: **62**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **15,46 µg/m³**			
	Média diária máxima: **31,46 µg/m³** (em 14 de outubro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PTS* Disponibilidade: **9,84 %**	**Nº de classificações das médias (agosto – dezembro)**			
	BOA: **35**	REGULAR: **1**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **36,52 µg/m³**			
	Média diária máxima: **209,00 µg/m³** (em 25 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
CO* Disponibilidade:	**Nº de classificações das médias (agosto – dezembro)**			
	BOA: **30**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**

2,73 %	Média anual horária: **316,05 µg/m³**			
	Máxima Média de 8 horas: **709,90 µg/m³** (em 30 de outubro de 2016, 17 às 24 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2* Disponibilidade: **15,63 %**	**Nº de classificações das médias (agosto – dezembro)**			
	BOA: **1373**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **11,84 µg/m³**			
	Média horária máxima: **61,83 µg/m³** (em 03 de novembro de 2016, 22 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3* Disponibilidade: **15,63 %**	**Nº de classificações das médias (agosto – dezembro)**			
	BOA: **1373**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **53,45 µg/m³**			
	Média horária máxima: **124,48 µg/m³** (em 21 de novembro de 2016, 15 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade

Devido as interrupções no seu funcionamento, nenhum parâmetro foi monitorado em tempo suficiente para que atendesse ao critério de representatividade (Tabela 7). Ainda assim vale salientar que, dos dados coletados apenas foi registrado um evento em que a qualidade do ar fosse enquadrada como REGULAR (PTS em 25 de novembro de 2016), em todo o restante do período esteve BOA. Também não foram verificadas violações ao padrão primário de qualidade do ar.

7.2.4. Estação de Qualidade do ar de Ponta Grossa – PGA

A cidade de Ponta Grossa recebeu no mês de outubro uma estação de qualidade de ar, a qual foi instalada na região central, em local de grande fluxo de veículos e pedestres. A estação está equipada com aparelhos que possibilitam a coleta de seis poluentes atmosféricos (Tabela 22).

Tabela 22 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Ponta Grossa

Monitoramento da qualidade do ar na estação de Ponta Grossa no ano de 2016				
SO_2* Disponibilidade: **18,58 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: 68	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **3,48 µg/m³**			
	Média diária máxima: **5,52 µg/m³** (em 3 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PM10* Disponibilidade: **18,58 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **68**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **15,94 µg/m³**			
	Média diária máxima: **37,48 µg/m³** (em 22 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PTS* Disponibilidade: **18,58 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **68**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **24,78 µg/m³**			

	Média diária máxima: **60,13 µg/m³** (em 24 de novembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
CO* Disponibilidade: **2,31 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **203**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual horária: **568,10 µg/m³**			
	Máxima Média de 8 horas: **1.236,60 µg/m³** (em 23 de dezembro de 2016, 17 às 24 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2* Disponibilidade: **18,39 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **1615**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **14,71 µg/m³**			
	Média horária máxima: **63,47 µg/m³** (em 10 de novembro de 2016, 21 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3* Disponibilidade: **18,36 %**	**Nº de classificações das médias (outubro – dezembro)**			
	BOA: **1606**	REGULAR: **7**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **39,00 µg/m³**			
	Média horária máxima: **107,20 µg/m³** (em 07 de dezembro de 2016, 13 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade

7.2.5. Estação de Qualidade do ar de Paranaguá – PGUA

A cidade de Paranaguá foi escolhida como a primeira a ser contemplada com a instalação de uma estação de qualidade do ar. A estação teve sua operação iniciada no mês de abril, e por isso, atendeu ao critério de representatividade dos dados para alguns dos seis poluentes monitorados. Os resultados são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - Resultados do monitoramento de poluentes atmosféricos na cidade de Paranaguá

Monitoramento da qualidade do ar na estação de Paranaguá no ano de 2016				
SO_2 Disponibilidade: **68,31 %**	**Nº de classificações das médias (abril – dezembro)**			
	BOA: 250	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **8,89 µg/m³**			
	Média diária máxima: **23,38 µg/m³** (em 5 de agosto de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PM10* Disponibilidade: **63,66 %**	**Nº de classificações das médias (abril – dezembro)**			
	BOA: **209**	REGULAR: 24	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **30,35 µg/m³**			
	Média diária máxima: **73,71 µg/m³** (em 20 de abril de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
PTS* Disponibilidade: **63,39 %**	**Nº de classificações das médias (abril – dezembro)**			
	BOA: **201**	REGULAR: **31**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **42,48 µg/m³**			
	Média diária máxima: **130,50 µg/m³** (em 14 de setembro de 2016)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
CO Disponibilidade: **66,75 %**	**Nº de classificações das médias (abril – dezembro)**			
	BOA: **733**	REGULAR: **0**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual horária: **378,27 µg/m³**			
	Máxima Média de 8 horas: **1.140,09 µg/m³** (em 06 de junho de 2016, 17 às 24 h)			

	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
NO_2* Disponibilidade: **61,19 %**	**Nº de classificações das médias (abril – dezembro)**			
	BOA: **5373**	REGULAR: **2**	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **23,32 µg/m³**			
	Média horária máxima: **109,42 µg/m³** (em 24 de abril de 2016, 14 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			
O_3* Disponibilidade: **60,09 %**	**Nº de classificações das médias (abril – dezembro)**			
	BOA: **5235**	REGULAR: 43	INADEQUADA: **0**	MÁ: **0**
	Média anual: **27,34 µg/m³**			
	Média horária máxima: **102,60 µg/m³** (em 24 de dezembro de 2016, 13 h)			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: **zero**			

*Não atende ao critério de representatividade

Apenas os parâmetros Dióxido de Enxofre (SO_2) e Monóxido de Carbono (CO) atenderam ao critério de representatividade (Tabela 7). O poluente SO_2 e o poluente CO, mantiveram-se em todo o período de monitoramento com classificação da qualidade do ar BOA, e dentro da faixa de classificação indicada pelo padrão primário de qualidade do ar.

Os demais poluentes, PM10, PTS, NO_2 e O_3 com relação ao número de amostragens, chegaram próximo, mas não atingiram ao ponto de corte para o atendimento do critério de representatividade. Salienta-se que do período monitorado todos apresentaram registros de classificação REGULAR da qualidade do ar: PM10 apresentou 24 eventos, PTS 31 eventos, NO_2 2 eventos e O_3 43 eventos.

8. GESTÃO DA QUALIDADE DO AR

O monitoramento da qualidade do ar é primordial para a sua gestão, no entanto ele é passivo. Para haver uma melhora nas condições do ar que respiramos é necessário, também ações ativas, como o levantamento das fontes emissoras, o controle das fontes móveis, o controle das fontes fixas e o planejamento de metas e medidas.

8.1. LEVANTAMENTO DAS FONTES EMISSORAS

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

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

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

O Instituto Ambiental do Paraná realizou um levantamento preliminar das emissões industriais, trabalho que subsidiou o estabelecimento dos padrões de emissão para uma grande variedade de processos industriais e que constam na Resolução Nº 016/2014 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA.

8.2. CONTROLE DAS FONTES MÓVEIS

Já existe no Brasil, há algum tempo, critérios e controles para a emissão de poluentes para veículos novos definidos pela União. É de responsabilidade dos Estados o controle das emissões de veículos em uso. O Plano de Controle de Poluição Veicular do Paraná - PCPVPR, aprovado em novembro de 2010 e revisado em maio de 2011, procurou acatar ao contido na Resolução CONAMA Nº 418/2009 em consonância com a Normativa Nº 6 do IBAMA.

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

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

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

8.3. CONTROLE DAS FONTES FIXAS

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

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

O automonitoramento das emissões atmosféricas passou a ser obrigatório no Paraná a partir da publicação da Lei Estadual 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.

A informação é feita por meio de um relatório de automonitoramento, o qual é validado pelo IAP e somado às demais fontes de emissão do estado. Tal procedimento está em plena execução, alimentando um banco de informações sobre as emissões das fontes fixas e esses dados são utilizados para elaboração do inventário estadual, que é um instrumento indispensável à gestão da qualidade do ar.

Ainda, em 2016 foi dado continuidade aos trabalhos para a modernização do sistema de controle das fontes fixas que conta com dois projetos importantes centrais:

1) O primeiro é a modernização da disponibilização dos resultados da qualidade do ar, onde as informações estão disponibilizadas de forma rápida e de fácil compreensão. Para atender esse item, em junho de 2014 foi lançado na página *online* do IAP o IQAr que disponibiliza para a população um mapa com os dados da qualidade do ar em **tempo real**, com a identificação das estações, gráficos das últimas 24 horas do IQAr e demonstração da rosa dos ventos, individualmente. Sendo que o IQAr segue *online* no ano de 2016 e mantemo-nos em busca de aperfeiçoamento de suas funções.
2) O segundo projeto trata do Sistema de Declaração das Emissões Atmosféricas - DEA, onde o próprio empreendedor alimentará as informações referentes aos processos com emissões atmosféricas, agilizando o tramite de informação e controle do automonitoramento das indústrias.

8.4. INVENTARIO ESTADUAL DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DOS POLUENTES MP, CO, NO_X E SO_X

Em 2016, o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas, para os Poluentes (MP, CO, NO_x e SO_x), baseado no Banco de Dados do IAP e no Banco de Dados da Prefeitura Municipal de Curitiba, totalizando 3.129 fontes fixas de emissão de poluentes atmosféricos em 2016, os quais possuem periodicidade de monitoramento variável de acordo com o estabelecido na resolução SEMA 016/2014.

Foi observado que ainda temos muito a fazer, uma vez que alguns municípios do Paraná ainda não possuem registro de emissão de MP, SO_X, CO ou NO_X.

Para facilitar a visualização dessas informações, é apresentado a seguir um mapa (Figura 3), que destaca a regional do IAP, o município, e o as a proporção dos poluentes MP, SO_X, CO e NO_X emitidos dentro dos limites municipais.

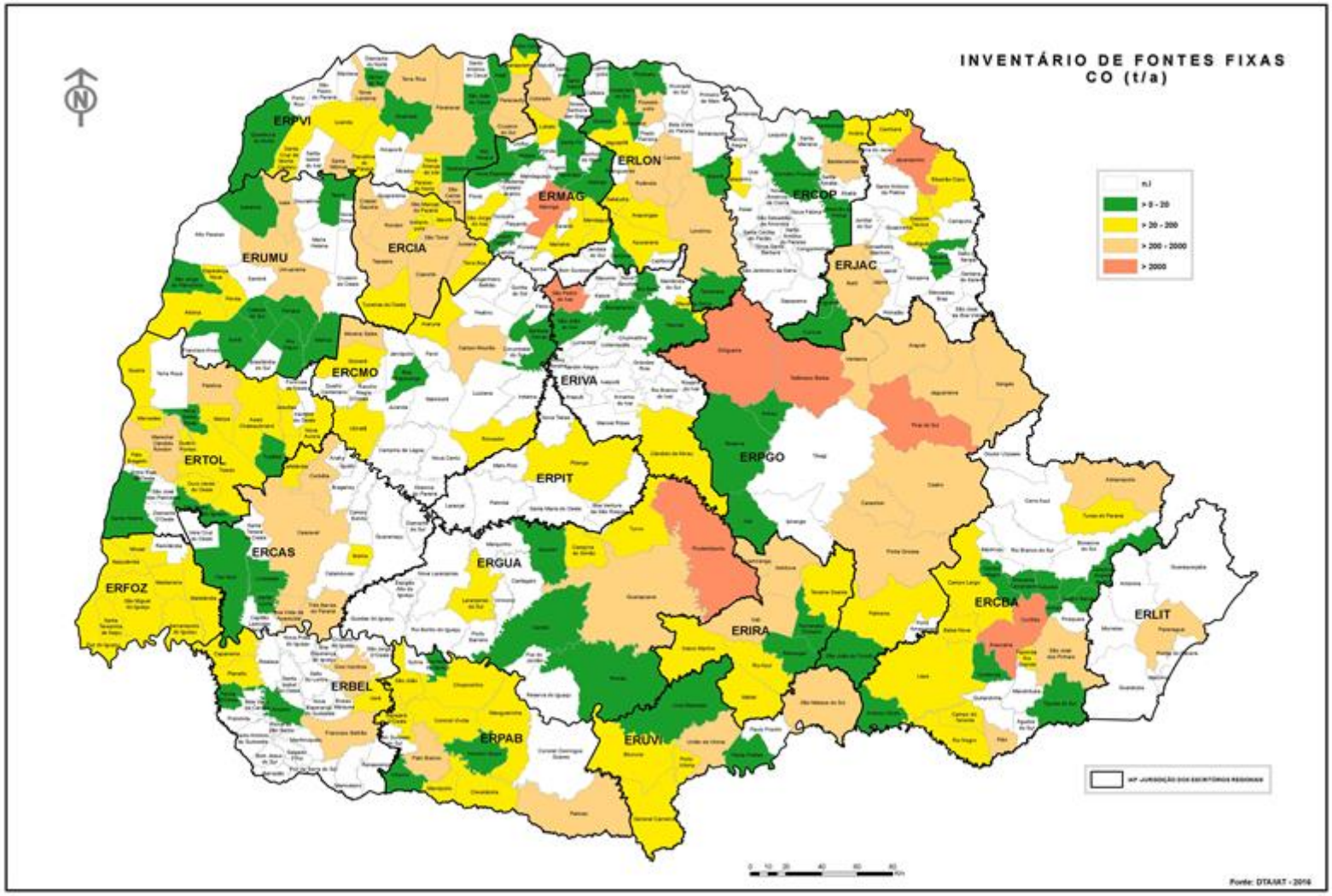


Figura 11 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de CO (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

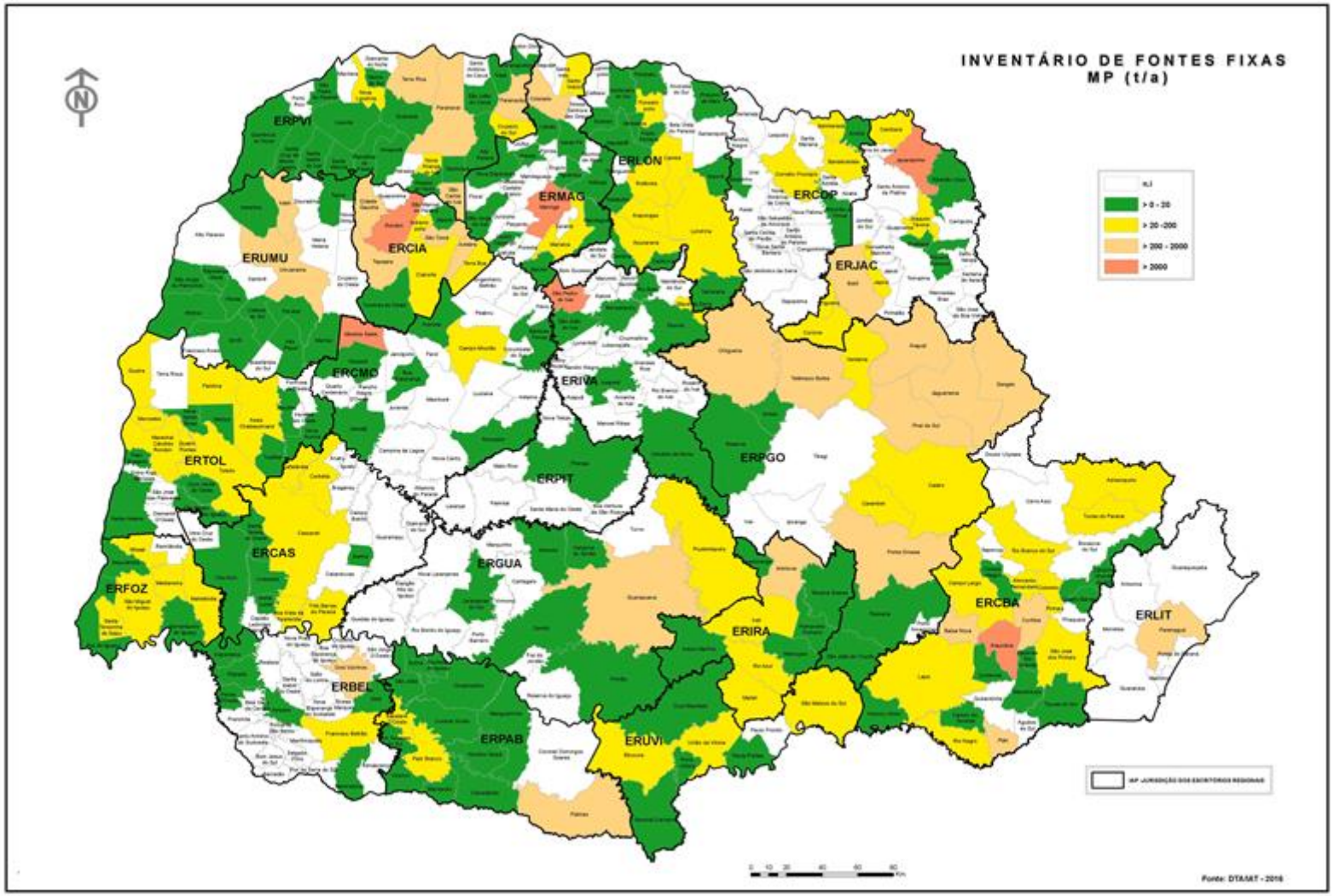


Figura 12 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de MP (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

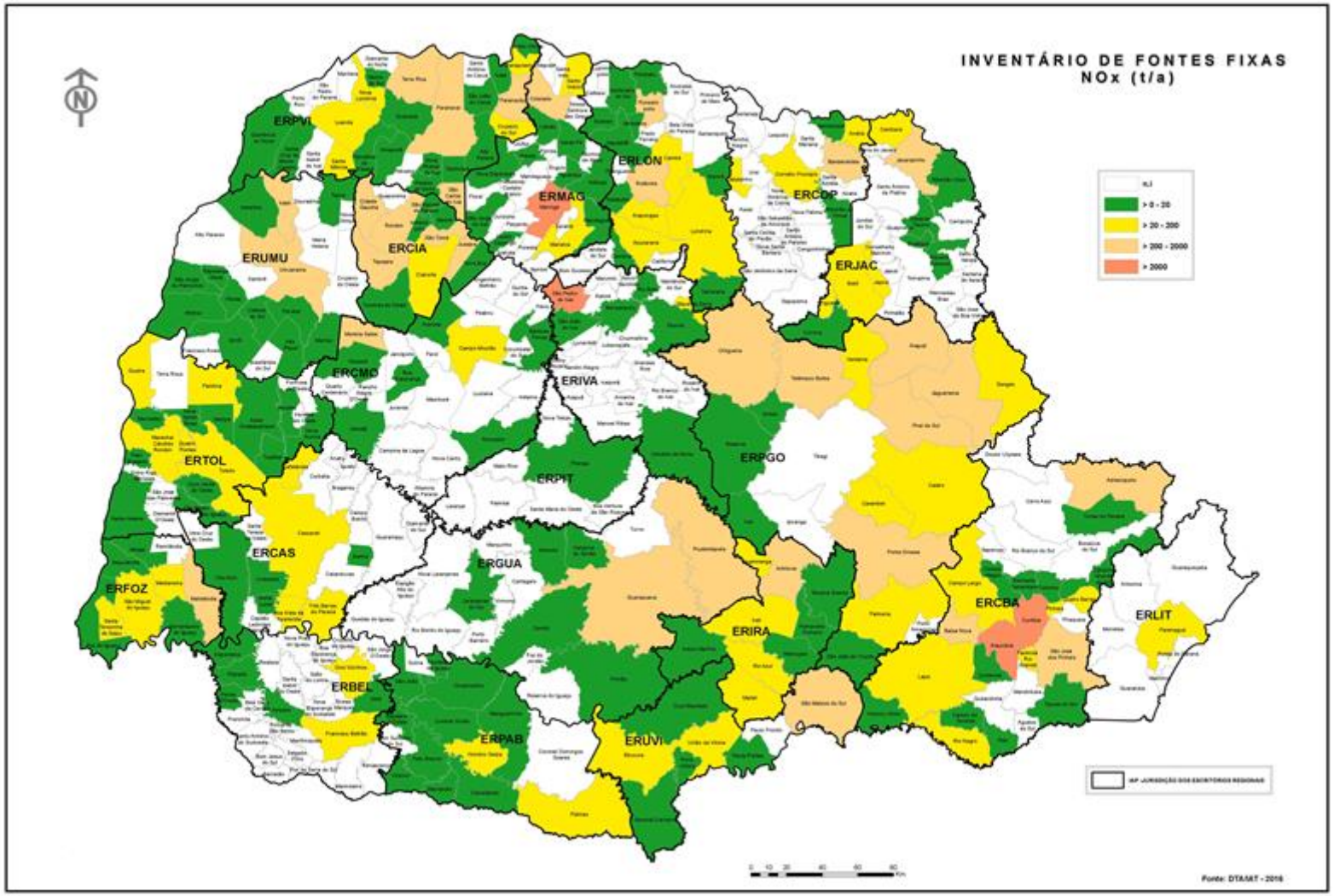


Figura 13 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de NO_X (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

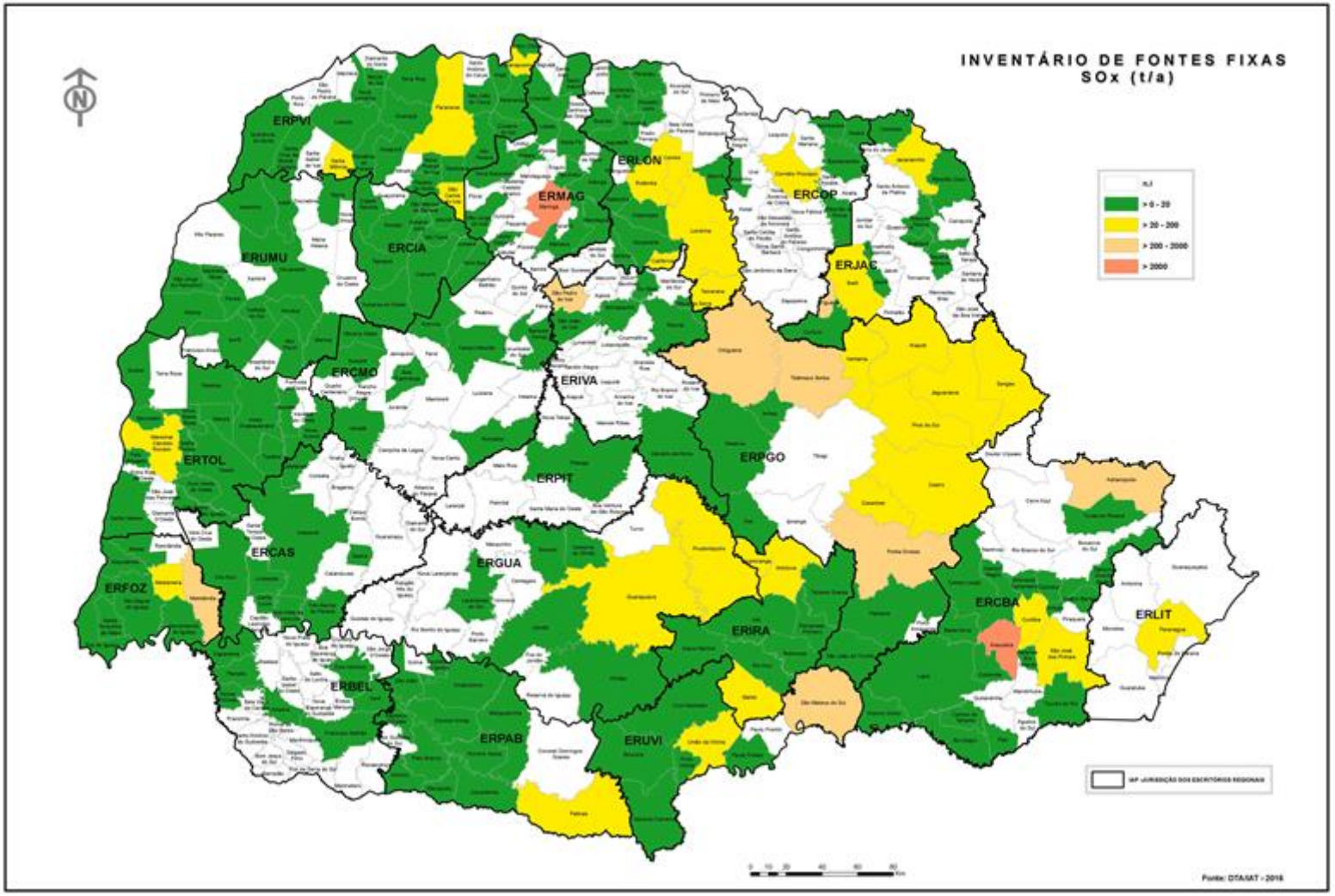


Figura 14 - Municípios do Estado do Paraná com emissões de SO_X (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

8.5. 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 2016 foi dada continuidade aos trabalhos de manutenção da rede de monitoramento existente.

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 2017 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.

A melhoria da rede de monitoramento da qualidade do ar da RMC e a ampliação da rede para todo o estado também deve ser considerada.

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.

9. CONCLUSÃO

No ano de 2016 a rede de monitoramento de qualidade do ar do Estado do Paraná contou com oito estações automáticas 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 pode 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 existem fragilidades a melhorar.

- **Curitiba**

Em Curitiba, no ano de 2016, foram monitorados os parâmetros PTS, PI, SO_2, CO, O_3 e NO_2 em quatro estações automáticas. Não foi registrada nenhuma violação ao padrão primário estabelecido 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.

Salienta-se que no período monitorado todas as estações atenderam ao critério de representatividade anual (todas as três médias quadrimestrais válidas).

- **Araucária**

Na cidade de Araucária, foram monitorados os parâmetros PTS, PI, SO_2, CO, O_3 e NO_2 em quatro estações automáticas. Foram registradas duas violações aos padrões primários estabelecidos na resolução CONAMA Nº 03/90 para o poluente Ozônio. 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), apenas a estação CSN não atendeu ao critério para o parâmetro CO, todas demais tiveram dados considerados representativos.

- **Estações localizadas no interior do estado**

A obtenção de recurso e destinação de esforços à ampliação da rede estadual de monitoramento da qualidade do ar é muito importante visto que, a alguns anos verifica-se uma forte expansão industrial fora da região metropolitana. Além dos poluentes de origem industrial o monitoramento é fundamental para verificação da tendência de elevação de Ozônio, mudanças climáticas e efeitos das queimadas.

10. 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), 2015. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2015**. Série Relatórios / Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/RQAR-2015.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2017.

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.detran.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=transitoseguro&id=485>. Acesso em 18 fev. 2020.

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

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Maio de 2008. Dispõem sobre a qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. ***Jornal Oficial da União Europeia***, Bruxelas, 11 de junho de 2008.

LAKES ENVIRONMENTAL, 2016, **WRPLOT View – Air Dispersion Model**, Waterloo, Canada – http://www.weblakes.com

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

estima-que-sete-milhoes-mortes-ocorram-ano-devido-contaminacao-atmosferica&Itemid=839>. Acesso em: 12 fev. 2015.

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

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

APÊNDICE 1 - Variação da média diária dos poluentes SO_2, NO_2, O_3, CO, PI e PTS, por estação de monitoramento

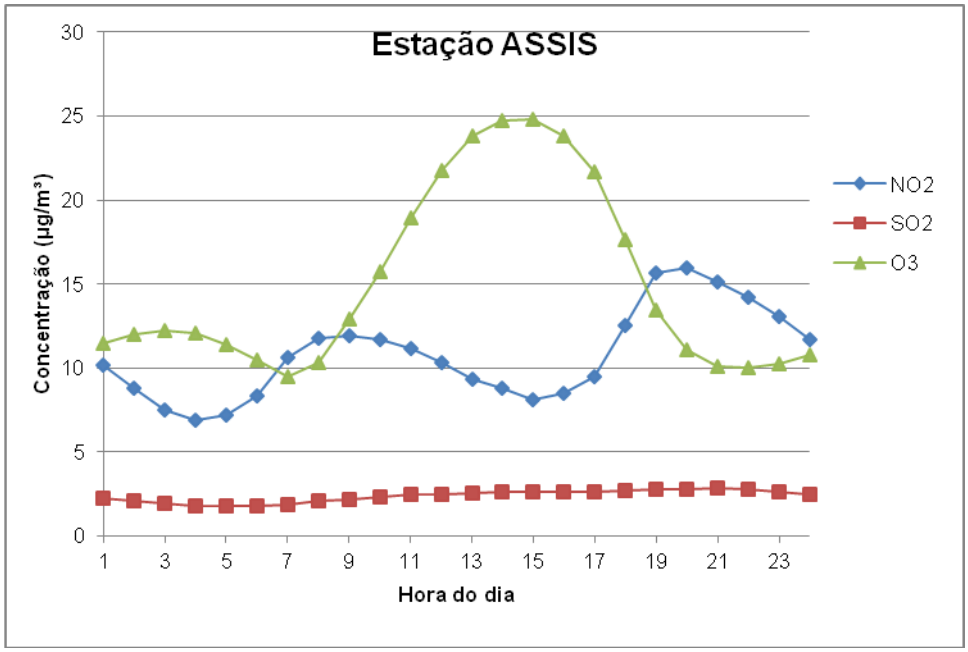


Figura 1 - Variação da média diária registrada na estação automática ASSIS em 2016

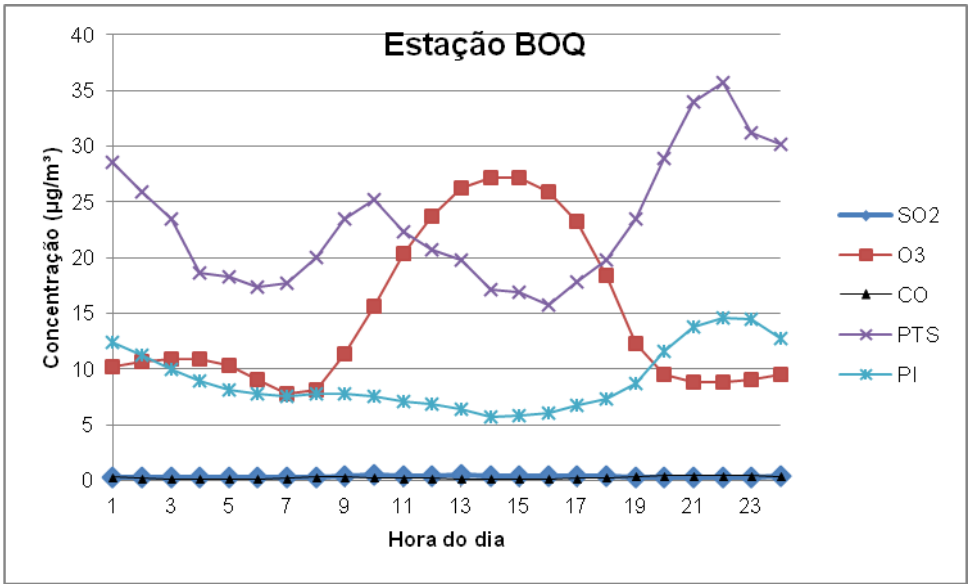


Figura 2 - Variação da média diária registrada na estação automática BOQ em 2016

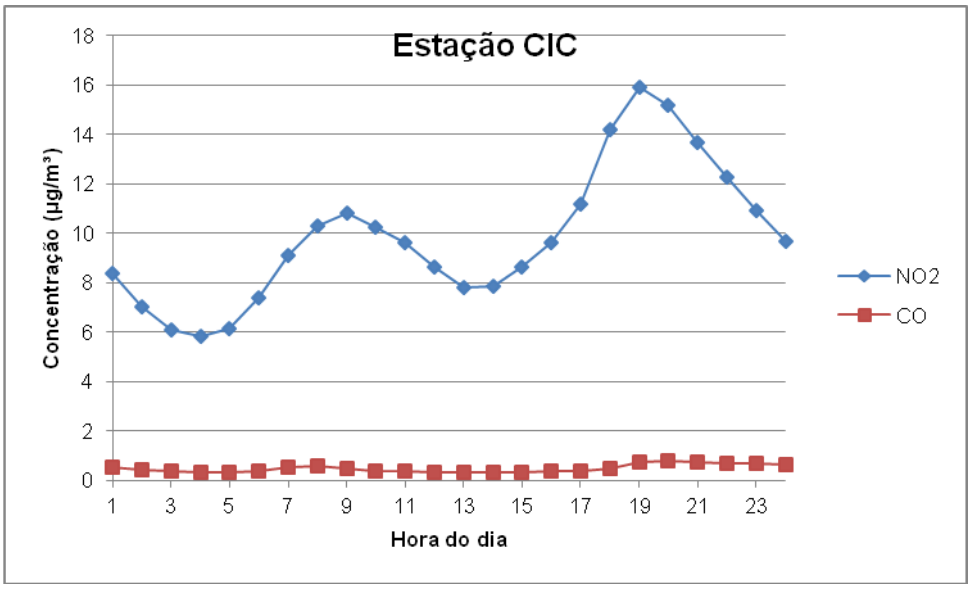


Figura 3 - Variação da média diária registrada na estação automática CIC em 2016

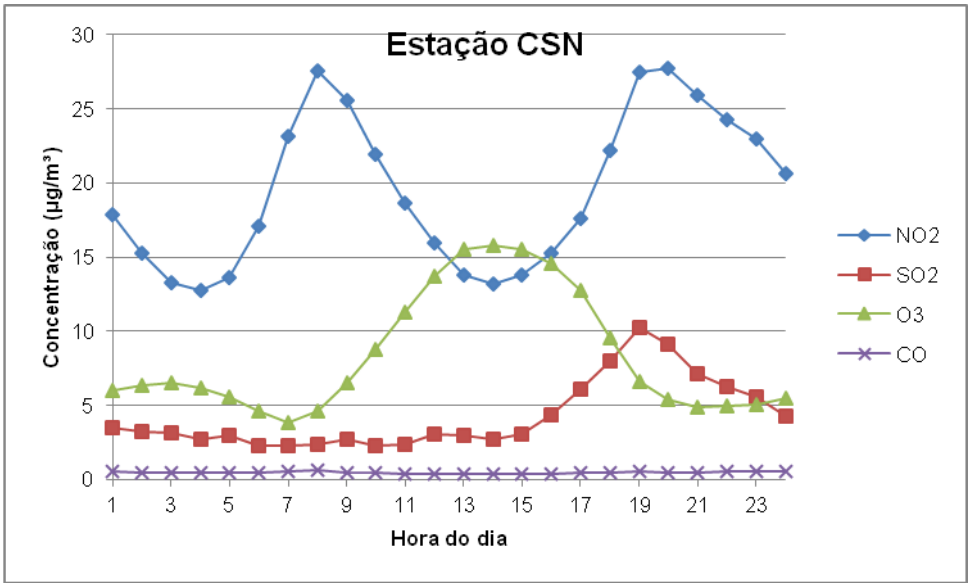


Figura 4 - Variação da média diária registrada na estação automática CSN em 2016

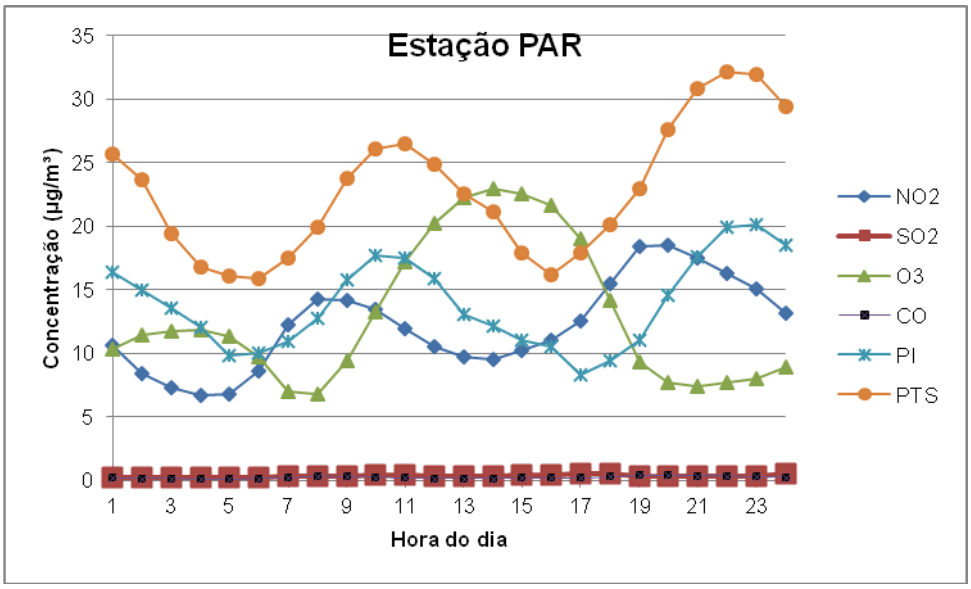


Figura 5 - Variação da média diária registrada na estação automática PAR em 2016

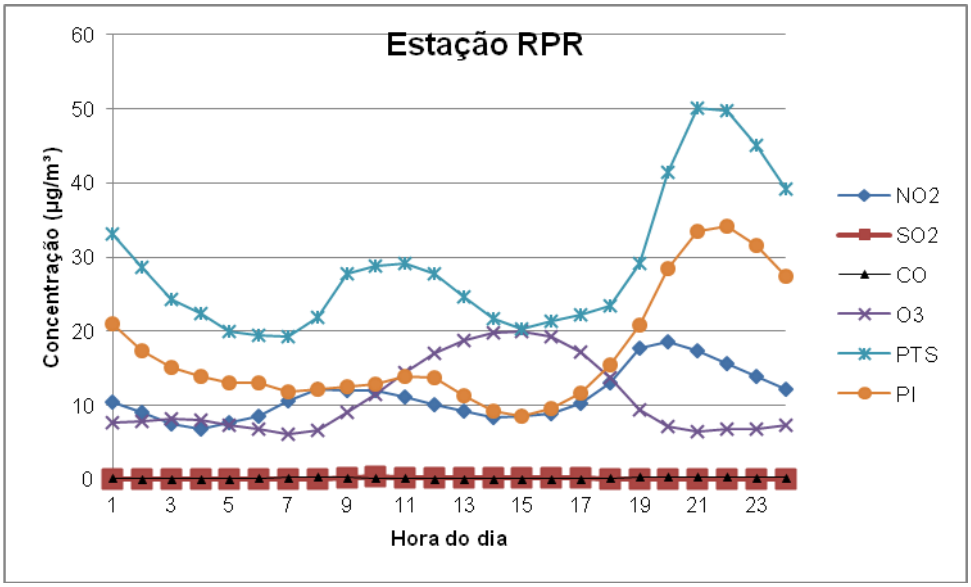


Figura 6 - Variação da média diária registrada na estação automática RPR em 2016

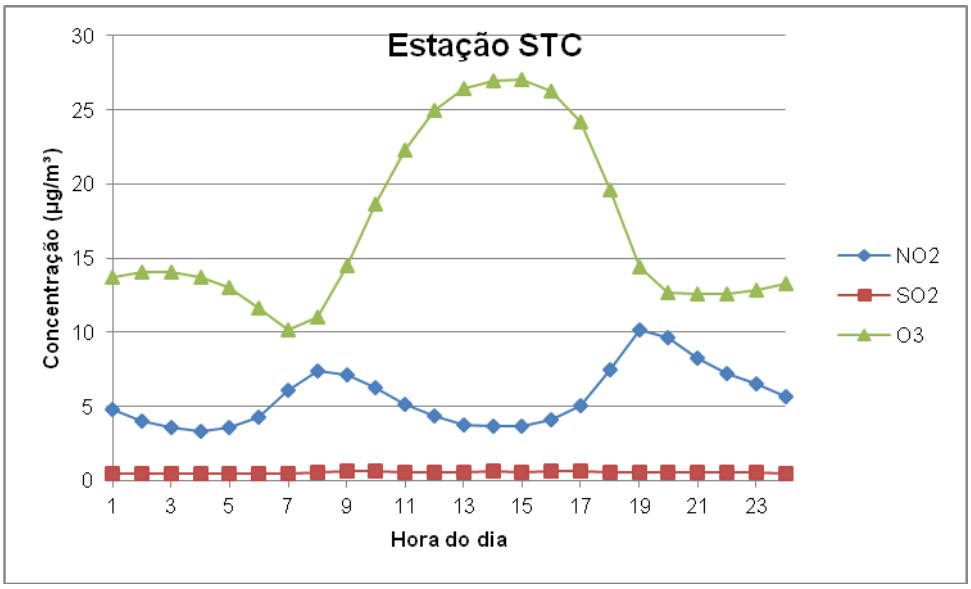


Figura 7 - Variação da média diária registrada na estação automática STC em 2016

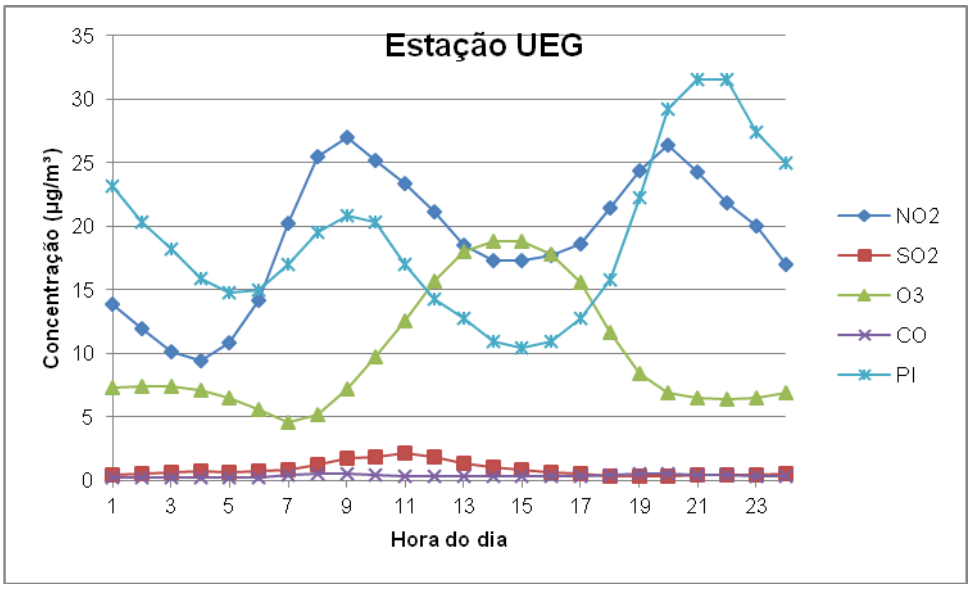


Figura 8 - Variação da média diária registrada na estação automática UEG em 2016

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

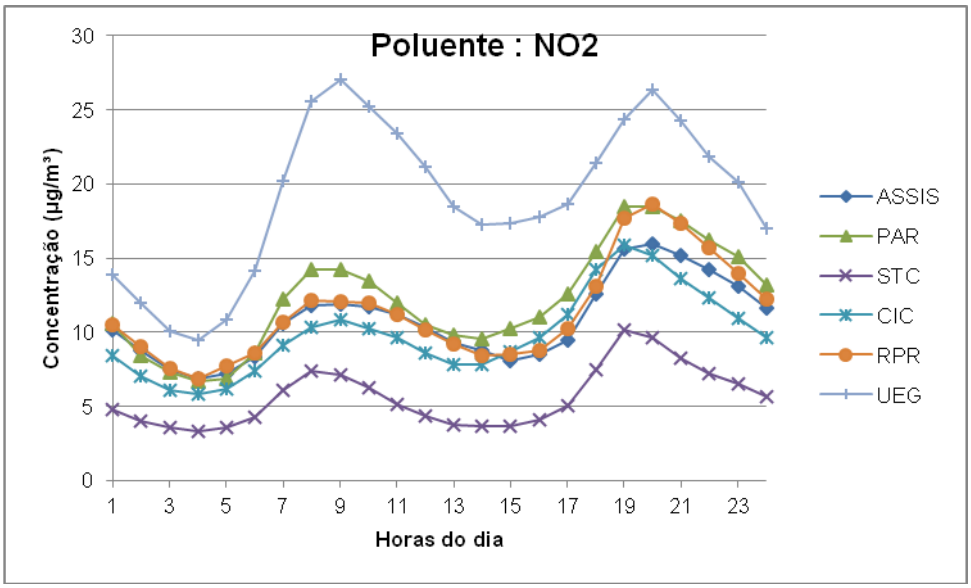


Figura 1 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas ASSIS, PAR, STC, CIC, RPR e UEG para o poluente NO_2 em 2016

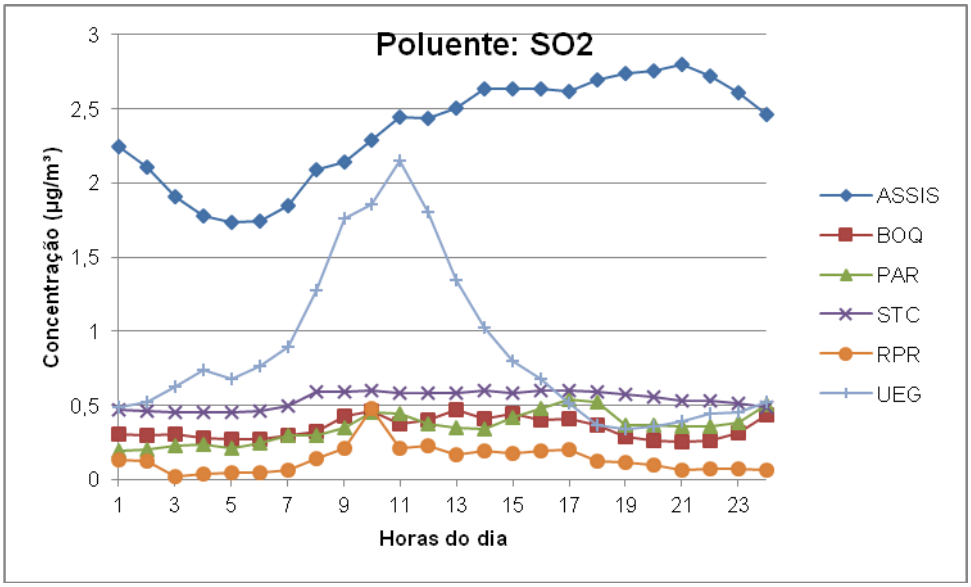


Figura 2 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas ASSIS, BOQ, PAR, STC, RPR e UEG para o poluente SO_2 em 2016

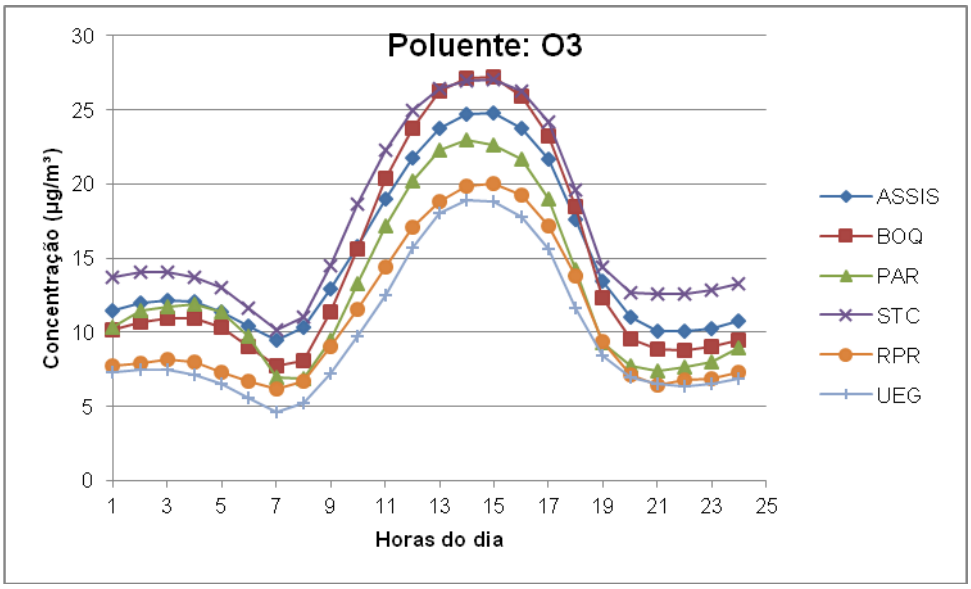


Figura 3 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas ASSIS, BOQ, PAR, STC, RPR e UEG para o poluente O_3 em 2016

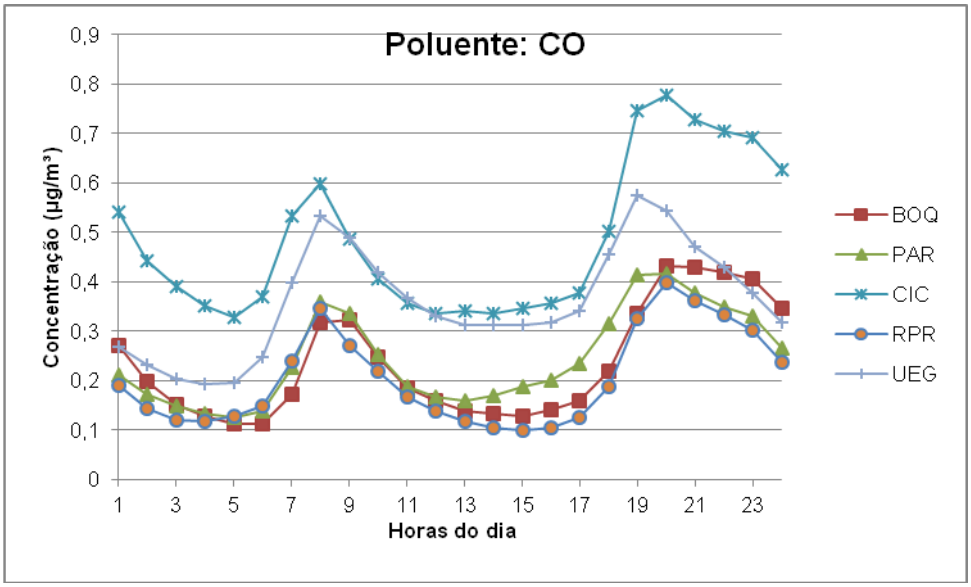


Figura 4 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas BOQ, PAR, CIC, RPR e UEG para o poluente CO em 2016

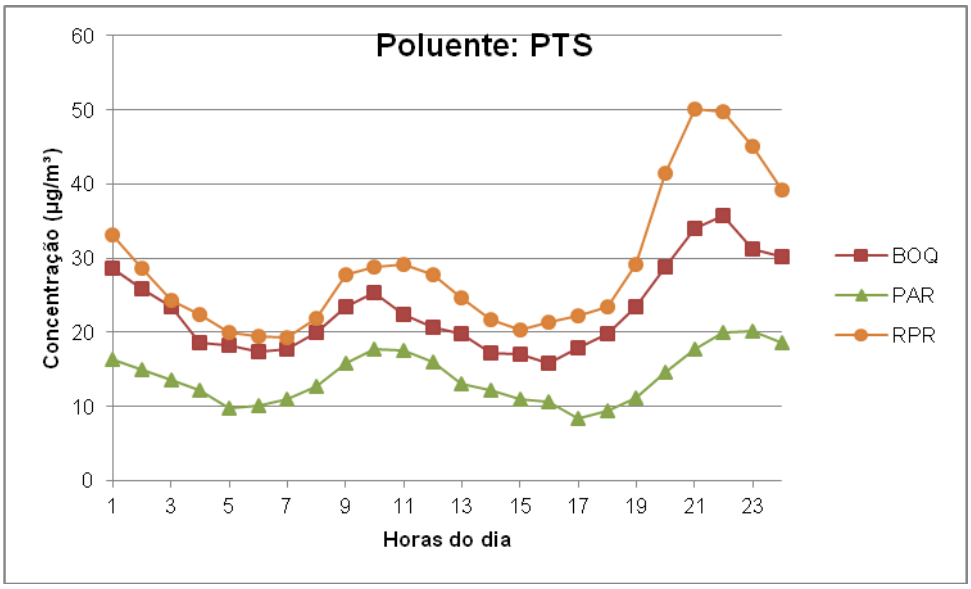


Figura 5 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas BOQ, PAR e RPR para o poluente PTS em 2016

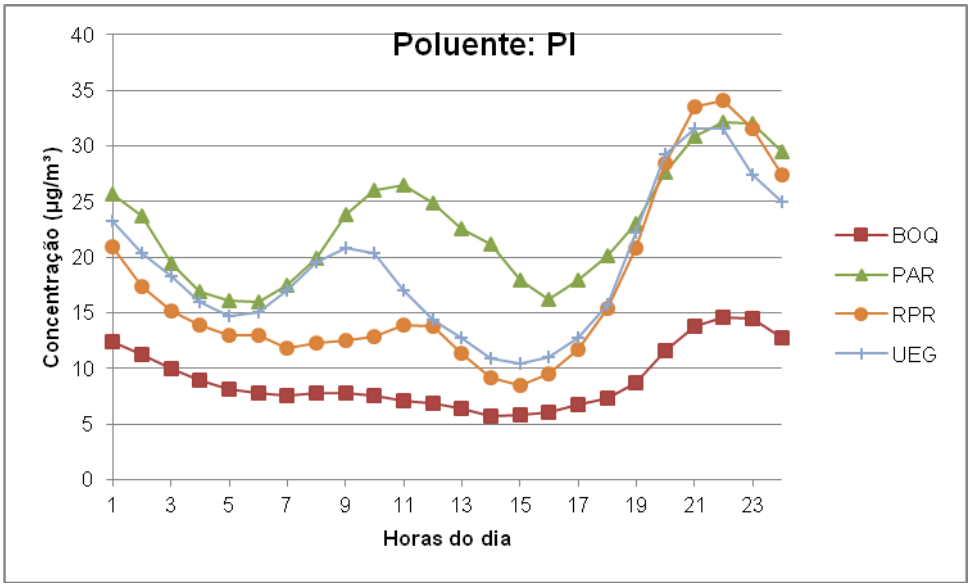


Figura 6 - Variação da média diária registrada nas estações automáticas BOQ, PAR, RPR e UEG para o poluente PI em 2016

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 instaladas em Curitiba e Região Metropolitana do Estado do Paraná

Estação	Endereço	Coordenadas			
		Geográfica		UTM	
		Latitude (S)	Longitude (W)	E (m)	S (m)
BOQ	Rua Prof.ª Maria de Assumpção, Nº 2590, Boqueirão, Curitiba.	25°29'35,43''	49°14'44,85''	676321,29	7179280,04
CIC	Rua Senador Accioly Filho, Nº 3400, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba.	25°29'51,42''	49°20'25,40''	666804,88	7178909,22
PAR	Rua Getúlio Vargas esquina com Rua Nunes Machado, Centro, Curitiba.	25°26'40,85''	49°16'18,30''	673781,98	7184686,22
STC	Rua Estrada das Olarias, Nº 1081, Santa Cândida, Curitiba.	25°22'25,70''	49°12'47,10''	679787,21	7192459,51
ASS	Rua Nossa Senhora dos Remédios, Centro Social São Francisco de Assis, Fazenda Velha, Araucária.	25°34'35,28''	49°24'20,06''	660146,90	7170255,49
CSN	Rodovia do Xisto, BR-476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	25°34'09,35''	49°22'57,25''	662468,35	7171027,03
RPR	Rua das Andorinhas, Nº 151, Capela Velha, Araucária.	25°33'13,02''	49°23'30,21''	661570,68	7172775,17
UEG	Rua Guilherme da Mota Correia esquina com Rodovia do Xisto, BR-476, Centro, Araucária.	25°35'17,05''	49°24'21,22''	660099,93	7168971,96
CVEL	Rua Pernambuco 1843 – Centro Cep 85210-021 Em frente da Av. Toledo – Câmara Municipal	24°57'11.1"	53°28'40.0"	249819.83	7237984.17
LON	Av. Brasil 1115, junto ao escritório regional de Londrina - ERLON	23°19'07.9"	51°09'13.7"	484274.05	7421173.23
MRGA	Av. do Herval no Estádio Willi Davis	23°24'48.4"	51°56'14.5"	404246.95	7410374.49
PGA	Parque Ambiental, ao lado da delegacia de polícia.	25°05'39.9	50°09'12.8"	585351.87	7224330.42
PGUA	Rua Xavier da silva 1830, Bairro Tuiuti	25°30'56.2"	48°31'14.4	749184.45	7175634.76
FOZ	Av. Jorge Scimmelpfreng 149.	25°32'48.7"	54°34'44.4"	743255.77	7172279.65